

Dynamique actuelle de quelques types de sols en Afrique de l'Ouest

1. Méthodes d'approche sur le terrain

par

E. J. ROOSE, ORSTOM¹

avec 5 figures et 4 photos

Zusammenfassung. Vier Untersuchungsmethoden von Bodenkundlern über die Bodenentwicklung an Hängen werden beschrieben. Viele Hilfsmittel wurden entwickelt, die es erlauben, den Input und Output im Boden abzuschätzen. Zwei Niederschlags-Simulatoren werden vom O.R.S.T.O.M. der Elfenbeinküste verwendet, um den Einfluß jedes Faktors, der auf die Erosion einwirkt, abzuschätzen. Jede Methode erbringt nur fragmentarische, aber einander ergänzende Ergebnisse im Maßstab von Versuchsflächen. Der Autor macht einige Vorschläge, um das schwierige Problem der Übertragung von der Versuchsfläche auf den Maßstab eines Einzugsgebietes zu lösen.

Summary. Four approaches used by soil scientists for studies of soil evolution on a hillside are described. Many devices are developed which allow one to estimate the input to and output from the soil. Two rainfall simulators are used by O.R.S.T.O.M. in Ivory Coast for a quantitative analysis of the influence of each factor affecting erosion. Each method gives only fragmentary, but complementary results on a plot scale. The author makes some suggestions for solving the difficult problem of the passage from plot to watershed scale.

Résumé. Dans une première partie, sont critiquées quatre approches utilisées parallèlement par les pédologues pour étudier la dynamique des sols sur un versant. Plusieurs dispositifs sont décrits qui permettent d'estimer les vitesses d'actions des principaux moteurs de l'évolution. Pour modéliser l'influence des nombreux facteurs qui agissent sur l'érosion deux types de simulateurs de pluie utilisés par l'O.R.S.T.O.M. en Côte d'Ivoire sont proposés.

Chaque méthode donne des résultats fragmentaires, donc complémentaires, à l'échelle de la parcelle. L'auteur suggère quelques tentatives pour résoudre le problème délicat du passage de la parcelle au versant.

¹ O.R.S.T.O.M. = Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (France)

Introduction

Si les géomorphologues étudient les formes que prend la surface de la terre (ROUGERIE 1960, BIROT 1973, DRESCH 1966), les pédologues s'intéressent également aux formes du paysage depuis qu'ils se sont aperçus de l'existence de relations génétiques entre les sols d'une même toposéquence (BOCQUIER 1971, BOCQUIER, MILLOT & RUELLAN 1974, BOULET 1975, BOULET, BRUGIÈRE & HUMBEL 1978, DUCHAUFOUR 1968, SEGALÉN 1969).

L'étude des mêmes objets naturels amène progressivement les pédologues et géographes à utiliser les mêmes méthodes tant au laboratoire que sur le terrain (AVENARD & ROOSE 1972).

Dans cette note est présenté un résumé de l'arsenal des méthodes dont disposent actuellement les pédologues expérimentalistes pour aborder la dynamique actuelle des sols en régions tropicales, en insistant sur leur philosophie et leurs limites et en se référant essentiellement aux travaux des chercheurs de l'ORSTOM¹ et du G.E.R.D.A.T.² en Afrique du Nord et de l'Ouest.

Méthodes d'approche de la dynamique actuelle des sols

Nous distinguerons quatre voies de recherche qui ont été empruntées successivement ou parallèlement par les pédologues pour saisir l'évolution d'un profil de sol qui peut-être défini comme « le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent » (AUBERT & BOUTAIN 1967).

1. *Approche morphologique et instantée*

Tout pédologue examine et décrit de façon très fouillée tous les éléments du profil ainsi que leur répartition dans le sol et dans le paysage. Cette approche macromorphologique, doublée de l'étude des lames minces et de l'analyse d'échantillons bien repérés, permet aux pédologues d'émettre des hypothèses interprétatives sur l'histoire et la genèse des sols étudiés. Ainsi l'analyse morphologique du profil présenté sur la fig. 1 (Bassin de Waraniene, Nord Côte d'Ivoire) permet de tirer des conclusions sur le télescopage du niveau de terre fine superficielle et sur le mouvement de sa masse le long de la pente topographique.

Récemment (AUDRY et al. 1973) une équipe de pédologues de l'ORSTOM a collationné et critiqué toute une série de méthodes de terrain permettant de préciser les différents types de porosité, la dynamique de l'eau et de l'air, les potentialités de circulation de l'eau, des solubles et des solides à travers le profil et la toposéquence. Par ces méthodes BOCQUIER au Tchad, RUELLAN au Sénégal, BOULET en Haute-Volta, BOULET & HUMBEL en Guyane ont expliqué la formation des toposéquences qu'ils ont étudiées.

Ce n'est pas notre propos d'approfondir ici ces méthodes propres aux pédologues qui ont pourtant donné lieu à quelques très belles études de versants. Les méthodes liées aux propriétés physiques du sol ont heureusement complété l'ana-

² G.E.R.D.A.T. = Groupe d'Etudes et de Recherches sur le Développement de l'Agriculture Tropicale.

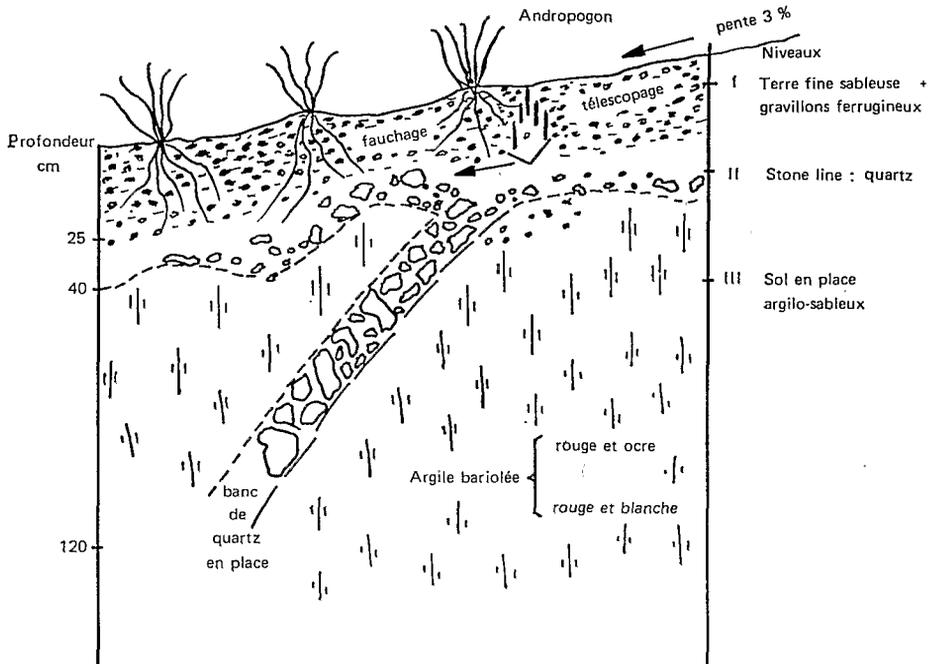


Fig. 1. Profil pédologique d'un sol ferrallitique remanié «ocre rouge» situé à mi-pente du bassin versant de Korhogo (Nord Côte d'Ivoire).

– Le filon de quartz montre que le niveau III est bien en place

– La masse de terre fine a fondu sur place et le filon a été télescopé (= stone line) et fauché (les gros morceaux ont été entraînés dans le sens de la pente topographique).

lyse trop statique des descriptions classiques, mais les théories explicatives ne font pas l'unanimité des chercheurs.

2. *Approche dynamique, agro-pédologique de l'évolution des horizons superficiels*

Très tôt, pédologues et agronomes furent confrontés aux problèmes de l'évolution rapide des sols tropicaux sous culture. Trompés sur la richesse des sols de ces régions chaudes, par la luxuriance des forêts tropicales, les colons ont procédé à des défrichements brutaux sur de grandes surfaces et constatèrent après quelques années de culture l'épuisement des terres et le développement rapide des phénomènes d'érosion (ROOSE 1967, 1971, 1977).

Le prélèvement et l'analyse d'échantillons de sols répétés à date fixe au cours des années, la comparaison des propriétés physiques et chimiques avec les rendements des cultures ont permis de montrer la dynamique très rapide et quasi réversible en ces sols soumis aux pluies violentes, des matières organiques et des éléments minéraux nutritifs (BLIC 1976, DABIN 1963, LATHAM 1971, FAUCK,

MOUREAUX & THOMANN 1969, BOUYER 1959, CHARREAU & FAUCK 1970, LE BUANEK 1972, SIBAND 1972, ROOSE 1977).

Ces études ont conduit aux notions de fragilité des sols tropicaux et d'instabilité de leur structure, ou encore de plantes dégradantes ou protectrices contre l'érosion, notions marquant parfois une confusion entre la cause et les effets. Seule l'agressivité des pluies tropicales explique les phénomènes d'érosion spectaculaires qu'on peut y découvrir lorsqu'on dénude le sol (ROOSE 1973, 1976 b, 1977).

Ces méthodes n'intéressent généralement que les horizons superficiels les plus vulnérables et les plus dynamiques mais se heurtent à des problèmes d'échantillonnage (hétérogénéité latérale et verticale) et d'évolution des méthodes d'analyses puisqu'elles s'étalent sur de très longues périodes.

3. *Approche expérimentale basée sur les bilans d'eau et de matières*

Au-delà des descriptions morphologiques fines, des études détaillées des propriétés physiques du milieu et des suivis agropédologiques, l'ORSTOM a entrepris dès 1956 de mesurer sur le terrain les mouvements d'eau et de matières sous l'influence des précipitations naturelles.

Il s'agit de mesurer à l'aide d'une série de dispositifs simples ce qui entre et ce qui sort du sol, sorte de « boîte noire », dont on cherche à définir l'évolution actuelle, bien plus qu'à expliquer l'histoire passée.

En vue de calculer des bilans d'eau, des solubles et des solides qu'elle transporte, on a mis au point différents modèles, parcelles de petites tailles (0,3 à 250 m²) mais bien définies et homogènes, dont on respecte au mieux l'architecture de l'espace poral (ROOSE 1968, ROOSE des TUREAUX 1970, ROOSE 1972).

3.1 *La case d'érosion*

Elle comprend un pluviographe et un petit champ expérimental (100 à 5000 m²) isolé des eaux extérieures par une bordure de tôle, champ au bas duquel on mesure les pertes en eau et en terre recueillies dans deux cuves de stockage reliées par un partiteur (voir photo 1). Sous l'impulsion du professeur FOURNIER (1954) tout un réseau de parcelles d'érosion fut mis en place en Afrique Centrale et Occidentale (voir fig. 2) ainsi qu'à Madagascar. La méthode est classique mais demande de nombreuses répétitions dans l'espace et dans le temps et nécessite d'être appliquée avec soin (bordure en matériaux durs, tarage sur place du partiteur, échantillonnage soigné des suspensions et des terres érodées) : la précision ne dépasse guère 10 %. Chaque site doit comporter une parcelle de référence : elle a été définie par WISCHMEIER & SMITH (1960) comme une parcelle nue, travaillée, sans apport organique depuis trois ans sur une pente de 9 % et de 22 mètres de long : elle seule permet d'évaluer l'érodibilité du sol et de relier les observations locales aux données des autres chercheurs.

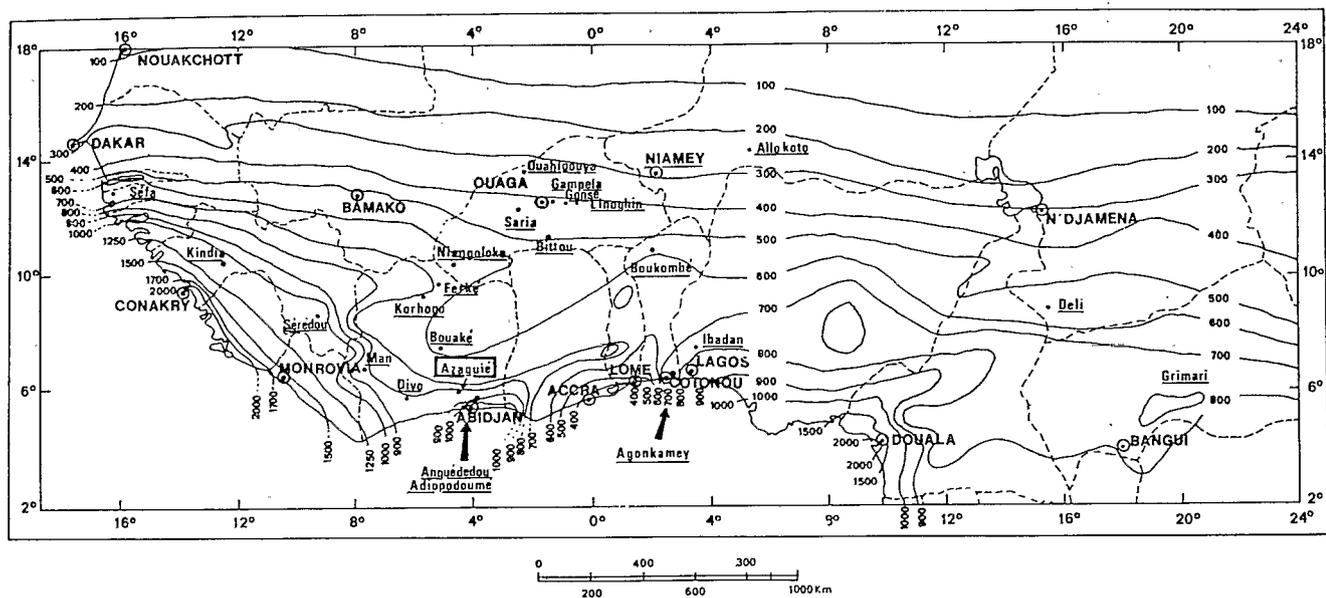


Fig. 2. Esquisse de la répartition de l'indice d'agressivité climatique annuel moyen (Rusa de Wischmeier) en Afrique de l'Ouest et du Centre. Situation des parcelles d'érosion. D'après les données pluviométriques rassemblées par le Service Hydrologique de l'ORSTOM et arrêtées en 1975.

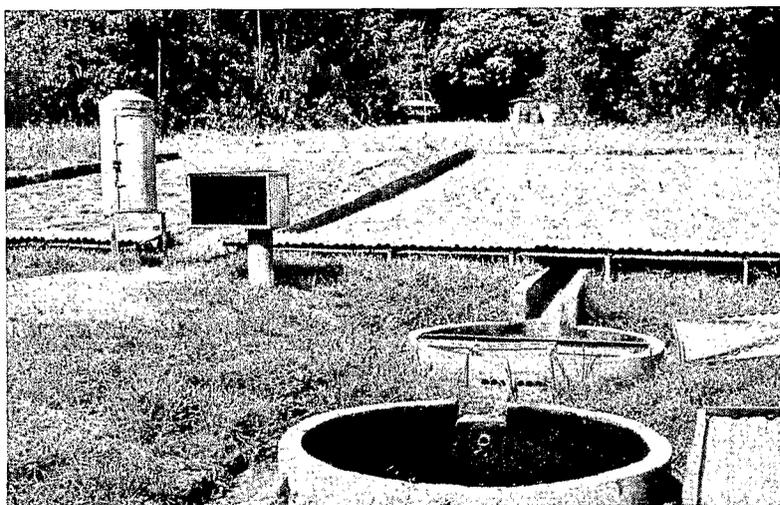


Photo 1. Vue générale des cases d'érosion d'Adiopodoumé en 1971.

Critique

Cette méthode est longue, demande beaucoup de main-d'œuvre et donne des valeurs relatives de l'érosion en fonction de différents traitements plutôt que des valeurs absolues des mouvements d'eau et de terre tout au long de la topographie. Il est cependant possible de combiner une batterie de parcelles englobant des fractions de plus en plus importantes du versant : cette méthode a été utilisée avec profit par BOURGES, FLORET & PONTANIER (1973) dans un paysage à croûtes gypseuses du Sud Tunisien.

Par ailleurs de nombreux auteurs ont tenté de relier les observations effectuées sur petites parcelles à celles sur bassins versants de tailles diverses emboîtés ou non : par exemple HEUSCH (1970-71) au Maroc, VUILLAUME (1968) au Niger, ROOSE puis COLLINET en Côte d'Ivoire. En combinant les mesures de ruissellement à la case d'érosion, à celles de la pluie (pluviographe), de l'évapotranspiration potentielle (bac A) et aux variations maximales du stock d'eau du sol, il est possible de calculer le bilan hydrique avec une précision satisfaisante. Malgré la lourdeur de la méthode, la case d'érosion reste un moyen privilégié pour aborder l'étude des mouvements de surface et du bilan hydrique à l'échelle du champ.

3.2 *La case de lessivage oblique*

A partir de 1964 fut mis au point un dispositif capable de recueillir, outre le ruissellement et l'érosion à la surface du sol, les eaux libres circulant à l'intérieur du profil pédologique ainsi que leur charge soluble et solide (ROOSE 1968). La case Erlo est un type de lysimètre particulier (voir fig. 3) dont le fond est constitué d'horizons peu perméables et les côtés sont libres car les eaux circulent normalement dans le sens de la plus grande pente. Pour capter les eaux libres

circulant obliquement à l'intérieur du sol on protège le mur amont d'une fosse pédologique des eaux de drainage vertical (toit et canal de ruissellement) et on enfonce des tôles en forme de gouttières dans des fentes ménagées sous chaque horizon. Du sable grossier lavé (tassé entre les gouttières et le sol) et des planches

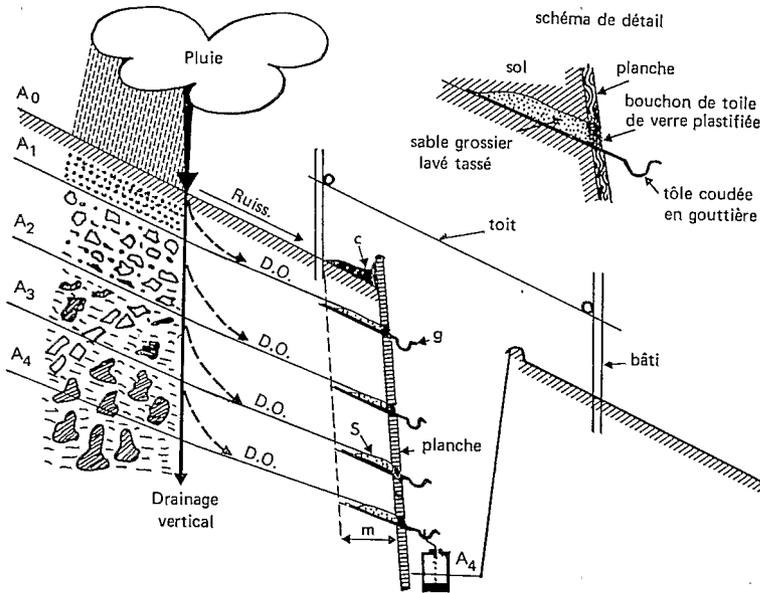


Fig. 3. Schéma d'une case de lessivage oblique. Pluie, ruissellement, drainage oblique (D.O.) et vertical, toit de tôle, canal de ruissellement (c) vers cuves avec partiteur, fentes remplies de sable grossier lavé (S), gouttières plastifiées (g), mur du sol (m) protégé de pluies et du ruissellement par le canal c, planches de soutènement en IROKO plastifié.

en bois résistant vitrifié retient le tout en place. Le mur amont étant protégé, on ne peut recueillir dans les gouttières que des eaux libres accumulées au-dessus des limites des horizons de moins en moins perméables.

Critique

Ce modèle particulier de lysimètre à l'avantage de respecter la structure des sols et d'englober une grande partie de la maille d'hétérogénéité du milieu. Par contre, il est difficile de préciser l'origine des eaux de drainage oblique recueillies. On a remarqué également que, là où les écoulements obliques sont rares, il se produit des accumulations de matières mobilisables dans la zone du mur protégé si bien que les teneurs dans les eaux de drainage oblique semblent parfois plus élevées que dans les eaux recueillies dans les lysimètres classiques.

Si ce dispositif ne permet pas de mesurer les termes du bilan hydrique, il donne par contre des renseignements précieux sur la charge en éléments solubles et solides des eaux circulant à différents niveaux du sol avec l'eau libre : par des

calculs simples, on peut évaluer le bilan hydrique et ensuite les migrations de matières (ROOSE 1978).

Le bilan hydrique peut être évalué (voir fig. 4), avec une bonne précision, par périodes (1-10-30 jours) à partir des données de pluie, de ruissellement, d'une estimation de l'E.T.P. (pour cette période) et des variations du stock d'eau du sol (humidité à capacité au champ moins profil sec en fin saison sèche).

Pluie = Ruiss. + Drain. + E.T.R. \pm var Stock.

Durant la saison sèche, E.T.R. = Pluie - Ruiss. : il n'y a pas de drainage potentiel.

Durant la saison des pluies, E.T.R. \sim E.T.P., et Drain. = Pluie - Ruiss. - E.T.P. aux variations du stock d'humidité près. En effet, après l'arrêt des pluies, E.T.R. n'est pas nulle, elle consomme les réserves hydriques du sol. Par ailleurs, avant de percoler à travers le profil, les eaux d'infiltration doivent ramener l'humidité du sol à la capacité au champ. Il faut donc ajouter à l'E.T.R. la lame d'eau correspondant aux variations du stock d'eau du sol et le soustraite au drainage (= drainage corrigé).

3.3 Les cases de drainage vertical

Dans les milieux étudiés, le drainage vertical représente une fraction importante du bilan hydrique annuel à l'échelle de la parcelle : le drainage diminue de 50 % en zone subéquatoriale à moins de 5 % des pluies en zone sahélienne. Nous avons donc été amené à doubler notre réseau de cases Erlo en construisant 91 lysimètres monolithiques cylindriques en vue de mesurer le drainage vertical dans le sol en place, de recueillir les eaux libres de percolation et de quantifier leur charge soluble et solide (ROOSE DES TUREAUX 1970). Ces dispositifs (voir fig. 5) consistent en un monolithe de sol non remanié de 63 centimètres de diamètre (possibilité d'y faire des mesures neutroniques) isolé par un cylindre de tôle fine enfoncé jusqu'à un entonnoir de 90 cm de diamètre situé vers 40 - 80 - 140 ou 180 cm de profondeur. Du goudron souple (40/80) coulé à chaud assure l'étanchéité aux contacts cylindre/entonnoir et cylindre/monolithe de sol. D'après les chercheurs de la station hydroagricole de Coshocton, Ohio (KONKHE, HARROLD, DAVIDSON 1940, HARROLD & DREIBELBIS, 1958, 1967), la profondeur des lysimètres est au moins aussi importante que leur surface car une partie des eaux drainant dans la nature est retenue par la tension capillaire à l'interface sol/tôle du fond de lysimètre, à moins d'y appliquer une tension. En général, plus la texture du sol est fine plus la porosité est fine et plus le lysimètre doit être profond (profondeur = 1 mètre sur sol sableux = 1,50 m sur sol argilo-sableux et plus de 2 mètres sur sol très argileux).

Critique

Les cases de drainage vertical ont donné satisfaction sous des couverts bas et homogènes (savane herbeuse, fourrages, maïs, ananas, etc.) mais sont inadaptées aux études sous forêt et cultures à grand écartement à cause des dimensions des racines et de l'hétérogénéité des précipitations sous la voûte foliaire. Ces lysimètres ne peuvent donner aucun renseignement sur les migrations de matières dans les horizons superficiels (les plus exploités par les végétaux) à moins de les

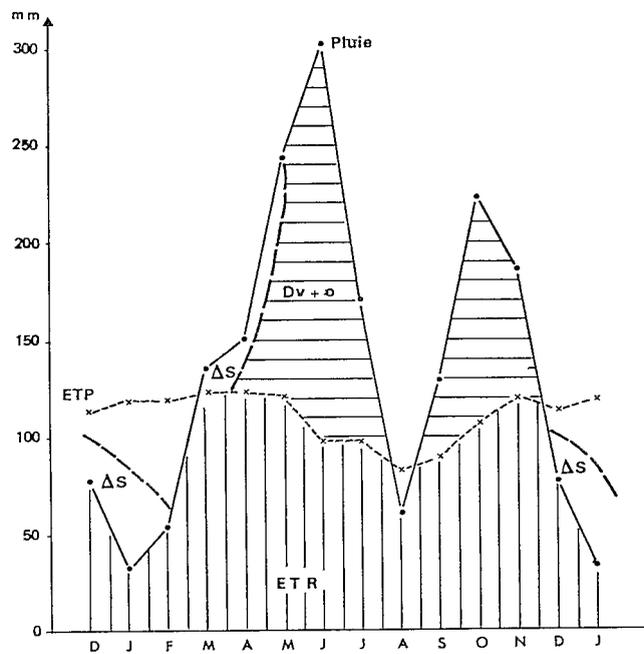


Fig. 4. Schéma du bilan hydrique moyen sous forêt du Téké.
 P: pluie; ETR: évapotranspiration réelle calculée; ETP: évapotranspiration potentielle calculée; DV+o: drainage vertical et oblique; Δs: variations du stock d'eau du sol.

Pluies (mm)	33	54	136	151	245	302	170	61	128	223	186	78	1 767	100 %
Ruiss. (mm)	0	0	2	3	5	9	3	0	3	5	4	1	35	2
ETP Turc (mm)	119	119	123	123	121	98	98	83	90	107	120	113	1 314	74
ETR estimé	33	54	123	123	121	98	98	61	90	107	120	77	1 105+200	73,9
DV estimé	0	0	11	25	119	195	60	0	35	111	62	0	627-200	24,2
DV corrigé	0	0	0	0	0	150	69	0	35	111	62	0	427	24,2
var. stock humidité du sol: 200 mm														

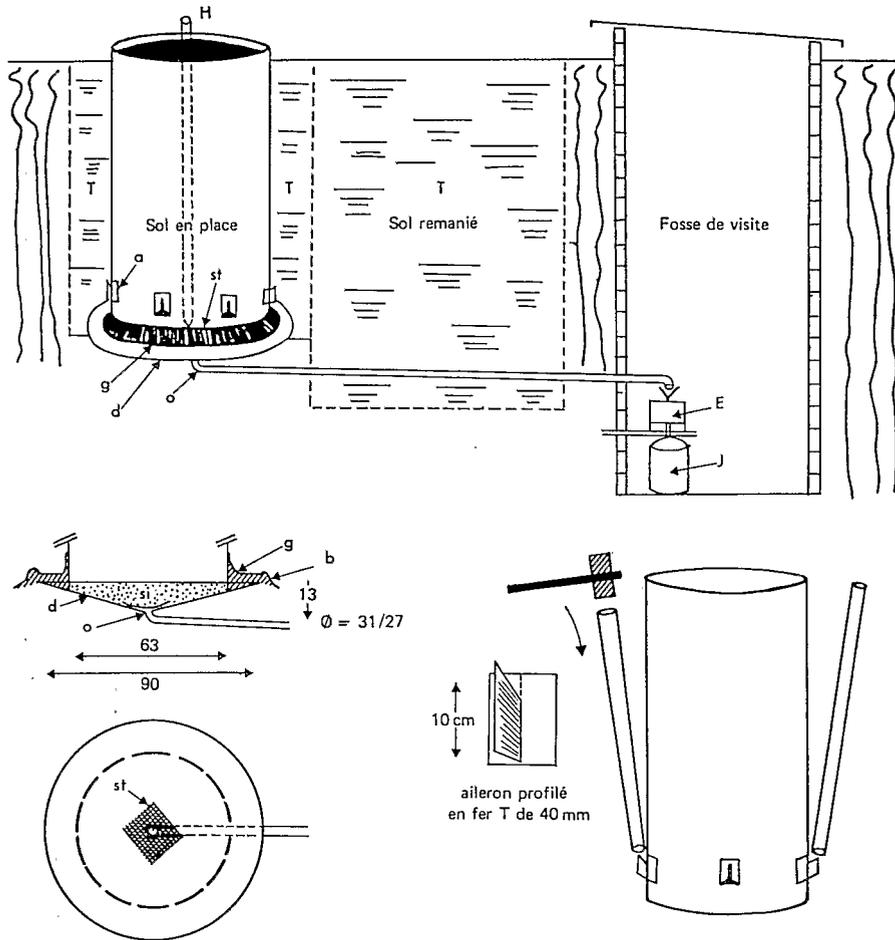


Fig. 5. Schéma d'un lysimètre monolithique cylindrique. T: tranchée temporaire (sol remanié); g: joint de goudron; d: drain en entonnoir; st: sable et toile en nylon protégeant l'orifice de drainage o; E: enregistreur à godet; J: jerrycan 60 litres; H: tube d'accès pour sonde à neutrons et à rayons gamma; a: aileron; b: bourrelet en argile pour couler le goudron.

construire peu profonds et d'y appliquer une succion. De plus, ils n'englobent pas la maille d'hétérogénéité du sol: il est donc nécessaire de prévoir au moins 4 répétitions par objet de comparaison. Enfin, ils ne peuvent rendre compte des migrations qui s'effectuent dans la nature dans les fentes de retraits, les trous d'animaux, racines pourries et divers mégapores qui, malgré leur fréquence relativement faible piègent le ruissellement et alimentent les écoulements profonds.

3.4 Dispositifs secondaires

A ces installations relativement spectaculaires furent associés divers dispositifs secondaires soit pour préciser le bilan hydrique soit pour évaluer les remontées biologiques.

Les variations maximales du stock d'eau du sol furent évaluées à l'aide de l'humidimètre à neutrons dans des tubes d'accès de 2 à 6 mètres de profondeur (BOIS & ROOSE 1978). Les précipitations au-dessus du couvert forestier furent mesurées à l'aide de pluviographes reliés à leur réceptacle soudé au sommet de grands mâts; sous le couvert on a fait appel à des pluviomètres linéaires intégrant mieux l'hétérogénéité.

Les remontées de terre par les vers furent estimées par des pesées régulières des turricules sur une quinzaine de placettes de 1 m² (2 piquets et 1 cadre) (ROOSE 1976 a).

Les remontées de terre par une espèce moissonneuse de termites (*Trinervitermes*) ont été estimées à 1200 kg/ha/an par approches successives. D'abord calcul des corrélations entre le volume, le poids des termitières et différents paramètres facilement mesurables sans rien détruire (hauteur max., diamètres maxi et mini à la base). Ensuite marquage des volumes à l'aide de taches de couleur au latex (coloris différents à chaque inventaire annuel) et mesure des nouveaux édifices. Enfin estimation de l'érosion des nids abandonnés par pesées successives de nids abandonnés posés sur une toile plastique et exposées aux intempéries.

Les litières forestières sont estimées à partir de récoltes hebdomadaires sur dix cadres de 1 à 4 m² (BERNHARD 1970) tandis que la production herbagère de la savane se mesure en début de saison sèche avec des cadres semblables.

4. Approche : Simulation de la pluie et modélisation

Tous les dispositifs précédents ont été utilisés depuis 5 à 20 ans sur le terrain sous les précipitations naturelles. La synthèse des résultats est en cours (ROOSE & GODEFROY 1977, ROOSE 1978). Mais dès 1963, nous est apparue la nécessité de passer à la simulation des pluies pour envisager, au-delà des comparaisons de situations locales, de modéliser l'influence des nombreux facteurs qui déterminent le niveau de l'érosion.

4.1 Le simulateur

C'est au Colloque d'Abidjan de la société Internationale de la Potasse en décembre 1973 que fut présenté par l'ORSTOM un simulateur de pluie mobile, capable d'irriguer 200 m² de façon homogène sous 4 intensités de base (30 - 60 - 90 et 120 mm/h) pendant plusieurs heures. Il a été construit en s'inspirant du « Rotating boom rainfall simulator » de SWANSON (1965) mais fut adapté aux rudes conditions des pistes africaines. Il a déjà réalisé une douzaine de mois de mission au Sahel et dans toute la Côte d'Ivoire.

Il comprend trois ensembles de dispositifs :

- le premier assure le stockage d'eau claire (pompe 20 CV ; camion citerne 10 t, 2 réserves de 30 m³).

– le deuxième permet la répartition des précipitations (pompe 10 CV, 500 m de tuyaux, charriot supportant une boîte à eau, un régulateur de pression, 30 gicleurs et 30 vannes répartis sur 10 bras tournant à 4 tours/mm).

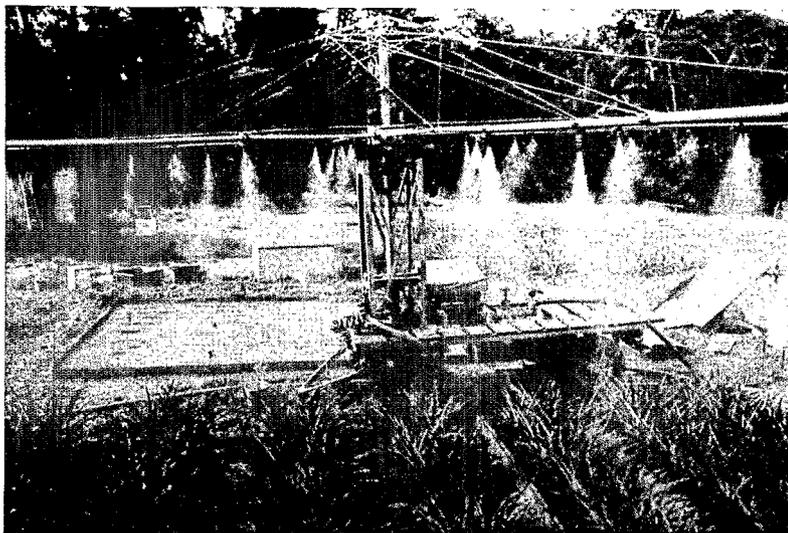


Photo 2. Vue générale du simulateur de l'ORSTOM en campagne en basse Côte d'Ivoire (Haute Volta) (c'était 1 autre photo).

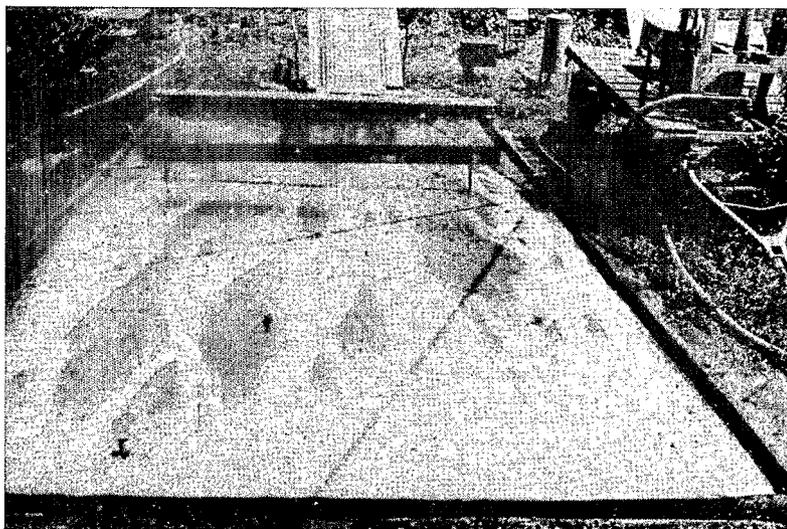


Photo 3. Marquage de l'eau de ruissellement sous une pluie simulée à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

– le troisième assure les mesures de ruissellement et d'érosion (2 parcelles de 50 m², canal de réception, 2 cuves 1/4 m³ et pompe de vidange rapide). D'après VALENTIN (1978), l'énergie des pluies simulées est voisine de celle des pluies naturelles de 90 et 120 mm/h.

Critique

C'est un dispositif coûteux en matériel et en personnel (4 chercheurs et 4 techniciens peu spécialisés) mais il accélère considérablement les études d'érosion car il permet de simuler des pluies de fréquence rare, les plus importantes. En deux mois il permet de réaliser une douzaine de pluies sur chacun des 4 ou 5 types de sols qui constituent une toposéquence et une analyse fine de l'infiltration (ou du ruissellement), des variations du stock d'eau du sol (dose et intensité d'irrigation), de l'érosion et dans certaines conditions, des transports solides et solubles à la surface et dans le sol.

La surface du sol est suffisante pour intégrer une bonne partie de l'hétérogénéité du sol. Ce n'est cependant qu'un test qu'il faut raccrocher à une échelle de référence (parcelle d'érosion sous pluie naturelle) car on devine l'influence de la variable temps sur l'évolution des propriétés du sol et on se heurte au problème de la longueur de pente : les relations entre l'érosion et la longueur de pente changent avec le type de sol et surtout avec le type d'aménagement de leur surface. En effet, l'érosion mesurée en parcelle a deux composantes : l'érosion en nappe vraie (qui dépend de l'énergie cinétique des pluies, de la perméabilité et de la cohésion du sol) et l'érosion en rigole (qui dépend aussi de la résistance du sol aux forces de cisaillement développées par le ruissellement). Or les rigoles ne débutent sur une surface planée qu'après une certaine hauteur de précipitation et

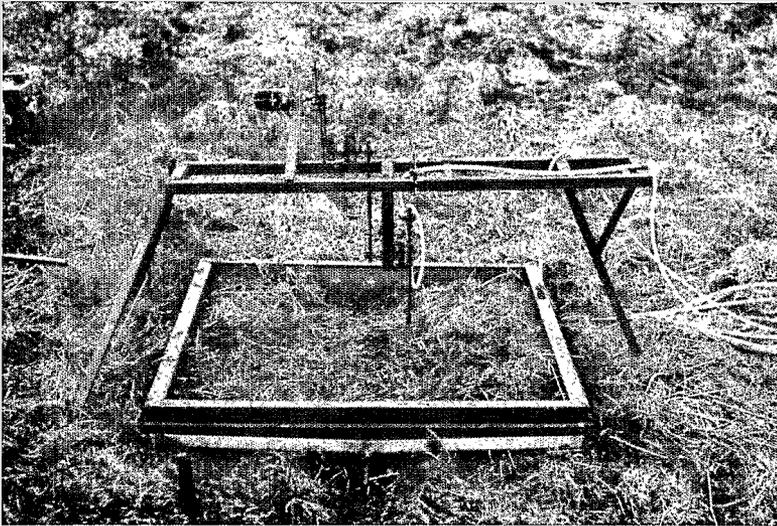


Photo 4. Infiltromètre par aspersion type ASSELINE & VALENTIN (1977) construit par MASSON (S.R.A.E., Pas de Calais, France).

après une certaine longueur de pente, variable en fonction du sol et de son aménagement (photos 3 : parcelle sous pluie simulée avec colorant).

4.2 *Infiltromètres de ASSELINE et VALENTIN*

Récemment, ASSELINE & VALENTIN (1977) mirent au point un dispositif simple et robuste (voisin de l'infiltromètre de BERTRAND & PARR 1960), en vue de mesurer l'infiltration dans des conditions proches de celles qui existent dans la nature. Les méthodes classiques MÜNTZ, PIOGGER, VERGIÈRE et PORCHET donnent en effet des valeurs trop optimistes de la perméabilité car elles négligent la destruction de la structure par l'énergie des gouttes de pluie et se déroulent sous une pression d'eau (3 à 10 cm) jamais atteinte dans la nature. Cet appareil comporte un seul gicleur basculant en haut d'une tour ($h = 3,5$ mètres) et simule sur une parcelle de 1 m^2 l'intensité des pluies variant à volonté de 30 à 140 mm/h avec des énergies très voisines de celles des pluies naturelles (VALENTIN 1978). Cet appareil est utilisé systématiquement depuis 1 an en Côte d'Ivoire par les hydrologues et les pédologues pour caractériser la dynamique de l'eau sur des toposéquences et des bassins versants. Il pourra sans doute servir de test de stabilité structurale et peut-être aider à classer les sols en fonction de leur érodibilité : pour ce faire il reste à résoudre le problème de l'hétérogénéité du sol et de la longueur minimum des parcelles.

Conclusions sur les méthodes

Les paysages qui font l'objet d'études diverses sont extrêmement variés et posent des problèmes particuliers. Il est donc heureux de pouvoir disposer d'un arsenal de méthodes parmi lesquelles il nous faut choisir les plus adaptées aux problèmes posés, à l'échelle envisagée et aux moyens disponibles. Ces diverses méthodes d'analyse apportent des résultats fragmentaires et donc complémentaires à l'échelle de la parcelle. Le problème du passage de cette échelle parcellaire des pédologues à celle du bassin versant des hydrologues et des géographes, reste difficile malgré certaines tentatives de le dépasser (toposéquences, parcelles et bassins emboîtés).

Avant de nous livrer ses secrets, la nature nous impose un jeu passionnant, celui de découvrir la combinaison de méthodes qui, respectant l'architecture complexe du milieu naturel, nous branche à son écoute.

Bibliographie

- ASSELINE, J., & C. VALENTIN (1977): Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. - ORSTOM Abidjan, 34 p. multigr.
- AUBERT, G., & J. BOULAINÉ (1967): La Pédologie. - PUF, Coll. Que sais-je? n° 352.
- AUDRY, P. et al. (1973): Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. - Bull. Groupe de travail sur la dynamique actuelle des sols de l'ORSTOM n°2.
- AVENARD, J. M., & E. J. ROOSE (1972): Quelques aspects de la dynamique actuelle sur versants en Côte d'Ivoire. - ORSTOM Abidjan, 25 p. multigr.
- BERNHARD, F. (1970): Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. - OECOL. Plant., 5: 247-266.

- BERTRAND, A. R., & J. F. PARR (1960): Developpement of a portable sprinkling infiltrometer. - 7th Intern. Congres Soil Sci., Madison, 4, 4: 433-440.
- BIROT, P. (1973): Géographie physique générale de la zone intertropicale. - Les cours de Sorbonne. C.D.U., Paris, 280 p.
- BLIC, Ph. DE (1976): Le comportement de sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire après défrichement et mise en culture mécanisée: rôle des traits hérités du milieu naturel. - Cah. ORSTOM sér. Pédol., 14, 2: 113-130.
- BOCQUIER, G. (1971): Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du TCHAD. Interprétation biogéodynamique. - Thèse Sc. Nat. Strasbourg, Mémoire ORSTOM Paris n° 62, 351 p.
- BOCQUIER, G., G. MILLOT & A. RUELLAN (1974): Differentiation pédologique et géochimique dans des paysages africains, tropicaux et méditerranéens. La pédogenèse latérale remontante. - C. R. 10ème Congrès Soc. Int. Sci. Sol Moscou 6: 226-233.
- BOIS, J. F., & E. J. ROOSE (1978): Quelques réflexions sur les résultats de mesures systématiques d'humidité à la sonde à neutrons dans un sol ferrallitique forestier de basse Côte d'Ivoire. - Cah. ORSTOM Sér. Hydrol. 15, 4: 351-363.
- BOULET, R. (1975): Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibres dynamiques et bioclimats. - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 13, 1.
- BOULET, R., J. M. BRUGIERE & F. X. HUMBEL (1978): Relations entre caractères hydrodynamiques et organisation des systèmes de sols de Guyane française septentrionale. - ORSTOM Cayenne, 34 p. multigr.
- BOURGES, J., C. FLORET & R. PONTANIER (1973): Etude d'une toposéquence type du sud Tunisien. Djebel Disca - Campagne 1972-73. - ORSTOM Tunis, 43 p. multigr.
- BOYER, S. (1959): Etude de l'évolution du sol dans un secteur de modernisation agricole au Senegal. - C.C.T.A. 3ème Conf. Intern. Sols Dalaba, 2: 841-850.
- CHARREAU, C., & R. FAUCK (1970): Mise au point sur l'utilisation agricole des sols de la région de SEFA. - Agron. Trop. 25, 2: 151-191.
- DABIN, B. (1963): Appréciation des besoins en phosphore dans les sols tropicaux. - Cah. ORSTOM sér. Pédol. 1: 27-42.
- DRESCH, J. (1966): Les paysages tropicaux humides. - Géogr. gén. encyclop. La Pleiade, Paris, p. 609-711.
- DUCHAUFOUR, Ph. (1968): Evolution des sols. Essai sur la dynamique des profils. - Masson éd. Paris 94 p.
- FAUCK R., C. MOUREAUX & C. THOMANN (1969): Bilans de l'évolution des sols à SEFA après 15 années de culture continue. - Agron. Trop. 24, 3: 263-301.
- FOURNIER, F. (1954): La parcelle expérimentale. Méthode d'étude de la conservation du sol, de l'érosion et du ruissellement. - Rapport Mission O-E-C-E aux USA, ORSTOM Paris.
- HARROLD, L. L., & F. R. DREIBELBIS (1958): Evaluation of agricultural hydrology by monolith lysimeters: 1944-1955. - U.S.D.A., Ohio Agric. Exp. Station Techn. bull. n° 1179, 166 p.
- (1967): 1956-1962 Techn. bull. n° 1367, 124 p.
- HEUSCH, B. (1970): L'érosion du PRE-RIF. Une étude quantitative de l'érosion hydraulique dans les collines marneuses du Pré-Rif occidental. - in. Ann. Rec. Forestière au Maroc, 12: 9-176.
- (1971): Estimation et contrôle de l'érosion hydraulique. - C.R. Sci. Nat. et Phys. du Maroc, p. 41-54.
- KONKE, H., F. R. DREIBELBIS & J. M. DAVIDSON (1940): A survey and discussion of lysimeters and a bibliography on their construction and performance. - U.S.D.A. Misc. publ. 372 Washington D.C.
- LATHAM, M. (1971): Rôle du facteur sol dans le développement du cotonnier en Côte d'Ivoire. - Cah. ORSTOM Sér. Pédol., 9, 1: 29-42.
- LEBUANEC, B. (1972): Dix ans de culture motorisée sur un bassin versant du centre Côte d'Ivoire. Agron. Trop. 27, 11: 1191-1211.
- ROOSE, E. J. (1967): Dix années de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal. - Agron. Trop. 22, 2: 123-152.
- (1968): Un dispositif de mesure du lessivage oblique dans les sols en place. - Cah. ORSTOM sér. Pédol. 6, 2: 235-249.
- ROOSE, E. J., & P. des TUREAUX (1970): Deux méthodes de mesure du drainage vertical dans les sols en place. - Agron. Trop. 25, 12: 1089-1097.

- (1971): Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion, le bilan hydrique et chimique, suite à la mise en culture sous climat tropical. ORSTOM Abidjan 22 p. multigr.
- (1972): Contribution à l'étude de l'appauvrissement de quelques sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux situés entre Abidjan et Ouagadougou par l'utilisation de méthodes expérimentales de terrain. - Bull liaison Thème A ORSTOM n° 1. 19-41.
- (1973): Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical. - ORSTOM Abidjan, 125 p. multigr. - Thèse doct. ing. Fac. Sci. Abidjan n° 20.
- (1976 a): Contribution à l'étude de l'influence de la mésofaune sur la pédogenèse actuelle en milieu tropical. - ORSTOM Abidjan, 56 p. multigr.
- (1976 b): Use of the Universal soil loss equation to predict erosion in West Africa. - in S.S.S.A. Spécial publ. 21, 60-74.
- ROOSE, E. J., GODEFROY, J. (1977): Pédogenèse actuelle comparée d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous une bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire. - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 15, 3: 409-436.
- (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, 108 p.
- (1978): Pédogenèse actuelle d'un sol ferrugineux issu de granite sous une savane arborée du plateau MOSSI. (Haute-Volta). - ORSTOM Paris, 121 p. multigr.
- ROUGERIE, G. (1960): Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. - Mémoire IFAN n° 58: 542 p.
- SEGALEN, P. (1969): Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique. - Cah. ORSTOM sér. Pédol. 7, 1: 113-127.
- SIBAND, P. (1972): Evolution des sols sous culture traditionnelle en Haute Casamance. - Agron. Trop. 27, 5: 574-591.
- SWANSON, N. P. (1965): Rotating-boom rainfall simulator. - Trans. Amer. Soc. Agric. Eng. 8: 71-72.
- VALENTIN, C. (1978): Problèmes méthodologiques liés à la simulation de pluies. - Application à l'étude de l'érodibilité des sols. ORSTOM Abidjan, 11 p. multigr. Colloque Strasbourg 20-23/9/78.
- VUILLAUME, G. (1968): Premiers résultats d'une étude analytique du ruissellement et de l'érosion en zone sahélienne. Bassin représentatif de KountKouzout (Niger). - Cah. ORSTOM, sér. Hydrol. 5, 2: 33-56.
- WISCHMEIER, W. H., & D. D. SMITH (1960): A Universal soil-loss estimating equation to guide conservation farm planning 7th. Intern. Congres. Soil Sci., 1: 418-425.

Adresse de l'auteur: E. ROOSE, ORSTOM c/o Laboratoire de Géologie Appliquée de l'Université d'Orléans, F-45046 Orléans Cedex France.