

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME

Laboratoire de Pédologie

"Contribution à l'étude de la pédogénèse actuelle en région tropicale.

Nature des composés humiques des eaux de ruissellement et de drainage et essai d'évaluation des migrations des matières organiques sous végétation naturelle -"

par

Roose (E. J.) * et PERRAUD ** (A.)

Maîtres de Recherche en Pédologie à l'ORSTOM.

Projet de Communication au Congrès de Science du sol
de Moscou 1973 -

COPYRIGHT - ORSTOM

Abidjan, Juillet 1972

* ORSTOM B.P. 20 ABIDJAN - Côte d'Ivoire -
** Actuellement ORSTOM B.P. 1386 DAKAR - Sénégal -

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 6053 Pedo

8 MAI 1973

Introduction

L'étude de la pédogenèse actuelle au départ des analyses du sol lui-même est extrêmement délicate étant données l'hétérogénéité du matériau et la lenteur de certains processus.

Par contre la méthode des bilans permet en quelques années d'observation et d'analyse fine d'établir les vitesses relatives des principaux processus actuels d'évolution du sol (11).

Avec la collaboration de cinq Instituts Français de Recherches spécialisées (Note 1) l'ORSTOM a mis en place en huit stations écologiques bien différentes (depuis la forêt sempervirente de basse Côte d'Ivoire jusqu'à la savane sahélo - soudanaise du centre de la Haute - Volta) toute une batterie de dispositifs permettant de mesurer les précipitations, le ruissellement et l'érosion, le drainage oblique et vertical ainsi que certains types de remontées biologiques sur différents sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux (voir carte 1).

La présente note voudrait apporter quelques précisions sur la nature des composés humiques des eaux de ruissellement et de drainage et tenter une évaluation des pertes de carbone sous des forêts et des savanes tropicales.

Note 1

ORSTOM = Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer ;
IRCA = Institut de Recherche sur le Caoutchouc en Afrique ;
IRAT = Institut de Recherche en Agronomie Tropicale ;
IFCC = Institut Français du Café et du Cacao ;
IFAC = Institut Français de Recherche Fruitière Outre-Mer ;
CTFT = Centre Technique Forestier Tropical.

Chap. I Méthodes et Milieux.

De même que le médecin procède à des analyses d'urine et de sang pour suivre l'état physiologique de son malade parce que le sang irrigue chaque cellule et en ramène des informations, de même on peut recueillir des données de base concernant les processus de pédogenèse actuelle au départ de l'eau libre, de sa charge soluble et solide puisqu'elle circule tout autour des agrégats -

La méthode de séparation et de fractionnement des composés humiques mise au point pour l'étude des horizons humifères des forêts de Côte d'Ivoire (2 ; 6) a été appliquée au condensat des eaux de ruissellement et de drainage recueillies dans les cases de lessivage oblique installées en divers points de Côte d'Ivoire et de Haute - Volta (8) :

- Station d'Adiopodoumé : basse Côte d'Ivoire.

- . Modelé accidenté, pente supérieure à 60 % ;
- . Sol ferrallitique fortement désaturé, appauvri - modal, issus des sables tertiaires (5 ; 7).
- . Forêt dense humide sempervirente, à *Turreanthus africanus* et *Heisteria parvifolia* (4) ;
- . Climat sub-équatorial : précipitations annuelles 2100 mm répartis en 2 saisons humides alternant avec deux saisons sèches dont le déficit hydrique cumulé est inférieur à 300 mm (3) -

- Station du Téké : basse Côte d'Ivoire (collaboration avec l'IFAC) -

- . Modelé ondulé à pente de l'ordre de 14 % ;
- . sol ferrallitique fortement désaturé, remanié colluvionné, issus de schistes ;
- . Forêt dense humide sempervirente, à *Diospyros* sp. et *Mapania* sp.
- . Climat sub-équatorial : précipitations annuelles de 1800 mm répartis en 2 saisons humides alternant avec 2 saisons sèches durant 3 à 4 mois avec un déficit hydrique cumulé inférieur à 300 mm.

- Station de Korhogo : Nord Côte d'Ivoire -

- . Modelé largement ondulé à pentes de 1^{er} ordre de 3 à 4 %
- . Sol ferrallitique moyennement désaturé, remanié modal faciès induré issus de granite (5) ;
- . Savane sub-soudanaise à *Panicum phragmitoides*, savane arbustive dégradée par les feux annuels ;
- . Climat sub-soudanais : précipitations 1400 mm en une saison humide ; saison sèche de huit mois avec un déficit hydrique cumulé de 800 mm -

- Station de Gonsé : près de Ouagadougou en Haute - Volta
(Collaboration avec le C.T.F.T.).

- . Modelé plat à mi-pente de 0,5 % ; (10)
- . Sol ferrugineux tropical remanié à taches et concrétions, issus de granite ;
- . Savane soudano-sahélienne arborée à *Butyrospermum Parkii*, *Parkia biglobosa*, *Combretum* et *Acacia* ;
- . Climat soudano-sahélien, précipitations annuelles de 850 mm répartis en une saison humide suivie de huit mois secs totalisant 1280 mm de déficit hydrique.

Chap. II - Les résultats et leur interprétation.

Ils sont résumés au tableau 1 et concernent l'année 1969

| | Carbone mgr./l. | Volume l./ha. | Car- bone kg/ha | Coefficient d'humifica- tion | AF / AH. |
|-------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------|
| <u>Adiopodoumé</u> | | | | | |
| R 20 : ruissellement | 9,5 | 522.000 | 4,949 | 61 | 2,5 |
| R 21 : drain. 0 à 15 cm | 9,1 | 55.645 | 0,506 | 75 | 3,0 |
| R 22 : " 15 à 50 cm | 8,5 | 92.097 | 0,782 | 78 | 3,9 |
| R 23 : " 50 à 100 cm | 12,6 | 36.290 | 0,453 | 66 | 4,5 |
| R 24 : " 100 à 180 cm | 15,2 | 20.355 | 0,309 | 70 | 3,3 |
| <u>Téké</u> | | | | | |
| T 0 : ruissellement | 8,3 | 385.900 | 3,193 | 75 | 6,0 |
| T 1 : drain. 0 - 30 cm | - | 660 | - | - | - |
| T 2 : " 30 - 60 cm | - | 460 | - | - | - |
| T 3 : " 60 - 100 cm | 12,5 | 1.470 | 0,018 | 70 | 3,3 |
| T 4 : " 100 - 180 cm | 8,7 | 2.700 | 0,023 | 70 | 3,1 |
| <u>Korhogo</u> | | | | | |
| K 0 : ruissellement | 7,6 | 953.300 | 7,274 | 87 | 2,8 |
| K 1 : drain. 0 - 15 cm | 29,3 | 40.012 | 1,174 | 80 | 4,2 |
| K 2 : " 15 - 50 cm | 11,1 | 18.804 | 0,208 | 88 | 2,6 |
| K 3 : " 50 - 110 cm | 13,8 | 7.477 | 0,103 | 82 | 6,0 |
| K 4 : " 110 - 180 cm | 7,2 | 3.260 | 0,023 | 74 | 2,8 |
| <u>Gonsé</u> | | | | | |
| G 0 : ruissellement | 5,3 | 1.733.700 | 9,212 | 76 | 5,1 |
| G 1 : drain. 0 - 20 cm | - | 96 | - | - | - |

Ces résultats montrent que :

- 1 le coefficient d'humification des matières organiques circulant dans les eaux de ruissellement et de drainage varie entre 60 et 88 %. La majorité des migrations du carbone par ces eaux se fait donc sous forme humifiée ce qui expliquerait pourquoi le taux de carbone humifié dans ces sols augmente avec la profondeur.
- 2 le rapport A.F./A.H. varie de 2,5 à 6,0 : les acides fulviques sont donc les plus facilement entraînés et cela que ce soit sous forêt ou sous savane - Le rapport A.F./A.H. dans ces sols est nettement plus faible (de 1 à 2 dans les horizons humifères des sols sous forêt dense humide et inférieur à 1 sous savane) ; il augmente cependant avec la profondeur ce qui pourrait s'expliquer par la migration importante des acides fulviques dans les eaux de drainage -
- 3 quantitativement, les migrations du carbone sont très faibles : 7 et 3,2 kg/ha/an de carbone pour les forêts denses de basse Côte d'Ivoire, 8,8 et 9,2 kg/ha/an de carbone pour les savanes soudanaises et sahélo - soudanaises étudiées.
- 31 l'entraînement du carbone par les eaux de ruissellement et de drainage oblique est très faible par rapport à l'apport annuel sous forme de litière (feuilles et bois mort).

En effet l'apport annuel de litière mesuré sous forêt dense humide (1) en Côte d'Ivoire est d'environ 9 t/ha/an de matière sèche dont 30 % de carbone. La perte de carbone par ruissellement et drainage oblique est donc de 7/3000 kg/ha/an soit 0,23 % -

Sous savane l'apport de carbone peut être évalué à environ 1/5 de celui de la forêt soit 600 kg/ha/an. Le taux d'entraînement par les eaux de ruissellement et de drainage oblique est donc encore très faible ; $9/600 = 1,5 \%$ -

- 32 Par rapport au stock de carbone des 15 premiers centimètres du sol, les pertes de carbone par ruissellement et drainage oblique sont encore plus faibles. En prenant des teneurs moyenne de carbone de 0,15 % pour la basse Côte d'Ivoire, 0,10 % pour la zone de Korhogo et 0,05 % pour le sol de Gonsé, les stocks de carbone peuvent être évalués respectivement à 33, 22 et 11 t/ha/15 cm -

Les pertes en carbone par ruissellement et drainage oblique s'élèvent à :

- 7 /33.000 kg/ha/an soit 0,021 % pour les sols de basse Côte d'Ivoire.
- 8,8/22.000 kg/ha/an soit 0,040 % pour les sols de Korhogo.
- 9,2/11.000 kg/ha/an soit 0,090 % pour les sols de Gonsé.

4 Les pertes par drainage vertical par contre sont beaucoup plus élevées et plus variables en fonction des précipitations - En effet les concentrations en carbone des eaux de drainage oblique et vertical sont du même ordre de grandeur -

En basse Côte d'Ivoire, le drainage vertical annuel moyen est estimé à 850 mm (9) : en prenant 10 mgr./l. comme teneur moyenne en carbone des eaux de drainage on obtient des pertes de 1^{er} ordre de 85 kg/ha/an soit dix fois plus que les pertes par ruissellement et drainage oblique.

Dans la savane de Korhogo, le drainage vertical est estimé à 400 mm (9) ce qui entraîne une perte en carbone de 40 kg/ha/an soit cinq fois plus que les pertes par ruissellement et drainage oblique -

Dans la savane soudano - sahélienne de Gonsé, le drainage vertical est pratiquement nul (9 et 10).

5 L'entraînement de carbone par les eaux de ruissellement et de drainage oblique et vertical s'élève à

- 92 kg/ha/an en basse Côte forestière soit 3 % des apports par la litière,
- 49 kg/ha/an dans la savane de Korhogo soit 8 % des apports par la litière,
- 9 kg/ha/an dans la savane de Gonsé soit 1,5 % des apports par la litière.

Chap. III - Conclusions

L'analyse des eaux de ruissellement et de drainage a donné des renseignements utiles à l'interprétation des migrations des matières organiques dans les profils pédologiques.

La proportion importante d'acide fulvique dans les eaux explique probablement l'augmentation régulière du rapport A.F./A.H. dans les horizons de profondeur du sol.

Par ailleurs, on constate que les pertes de carbone par les eaux de ruissellement et de drainage sont faibles sous forêt et sous savane ; par conséquent la majeure partie du carbone apporté annuellement par la litière est soit brûlée et perdue sous forme gazeuse soit utilisée pour la synthèse des composés humiques du sol puisqu'il y a moins de 2 à 10 % du carbone qui s'échappent sous forme organique en solution -

BIBLIOGRAPHIE

- 1 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., Gauthier-Villars, V, 1970, pp. 247-266.
 8 tabl. 8 fig., 11 réf.

- 2 DUCHAUFOUR (Ph.) et JACQUIN (F.) - 1966 -

 Bull. de l'ENSAN, 8, fascicule 1 p. 3 - 24

- 3 ELDIN (M.) et DAUBET (A.) - 1967 -
 Notice des cartes climatologiques de Côte d'Ivoire
 1 Déficits hydriques cumulés et durée de la saison
 — sèche.
 2 Données pluviométriques.
 —
 Rapport ORSTOM multigr. Abidjan 9 p., 1 tabl.

- 4 GUILLAUMET (J.L.) - avril 1968 -
 La végétation de Côte d'Ivoire
 Rapport multigr. ORSTOM, Abidjan
 216 p., 6 tabl., 6 cartes, 118 réf.

- 5 PERRAUD (A.) - 1967 -
 "Carte des sols de la Côte d'Ivoire au 1/500.000"
 Rapport multigr. ORSTOM, 93 p., 1 carte en 4 coupures -

- 6 PERRAUD (A.) - 1970 -
 "Note sur les différents types d'humus des sols ferralli-
 tiques forestiers de la Côte d'Ivoire"
 C.R. Acad. Sciences de Paris, série D, tome 270
 p. 1302 - 1305 (9 mars 1970).

- 7 ROOSE (B.) et CEBROUX (M.) - 1966 -
 "Les sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire".
 Cahier C.R.S.T.O.M. Série Pédologie - Vol IV, n° 2, P51-91

- 8 ROOSE (E.J.) - 1968 -
"Un dispositif de mesure du lessivage oblique dans les
sols en place"
Cahier CRSTOM, Série Pédol. Vol VI, n° 2, p. 235 - 249,
21 réf. 4 fig.
- 9 ROOSE (E.J.) - 1970 -
"Les termes du bilan hydrique à l'échelle du sol :
ruissellement, érosion, drainage et migrations"
Rapport multigr. CRSTOM du Comité Technique de Côte
d'Ivoire - Novembre 70 - p. 30 à 43, 8 fig.
- 10 ROOSE (E.J.) et BIRCT (Y.) - 1970 -
Mesure de l'érosion et du lessivage oblique et vertical
sous une savane arborée du plateau Mossi (Gonssé :
Haute - Volta) -
I Résultat des campagnes 1968 - 69 -
Rapport CRSTOM - (Abidjan) - CTFT (Ouagadougou)
multigr. 148 pages, 36 tabl., 25 fig., 72 réf.
- 11 ROOSE (E.J.) - Juin 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".
CRSTOM Bull. liaison thème A n° 1.
p. 19 à 41, 8 fig., 33 réf.

Résumé

Les auteurs ont procédé à l'analyse fine des matières organiques des eaux de ruissellement et de drainage prélevées sous diverses forêts et savanes tropicales.

Ils constatent que:

- 60 à 88 % du carbone migrent sous forme humifiée;
- les teneurs en acides fulviques sont très élevées dans les eaux étudiées (A.F./A.H. = 2,5 à 6);
- moins de 2 à 10 % des apports annuels de carbone par la litière migrent sous forme soluble; le reste est donc brûlé et s'échappe sous forme gazeuse ou est recombinaé pour former l'humus du sol.

Summary

The authors have analysed organic matter in runoff and drainage water collected under tropical forests and savannas.

They found that:

- 60 to 88 percent of organic CARBON migrate under humified form;
- fulvic acids concentrations are very high in studied water (F.A./H.A. = 2,5 to 6);
- less than 2 to 10 % of annual carbon supply by litter migrate under soluble form; the rest is burned (CO_2) or is recombined to form ground humus.