

Influence des divers types de végétation sur les caractères et l'évolution des sols en régions équatoriales et subéquatoriales ainsi que leurs bordures tropicales semi-humides

par

le professeur G. Aubert

L'évolution des sols est soumise à l'influence d'un certain nombre de facteurs. La végétation n'est que l'un d'eux, facteur actif d'ailleurs comme l'est le climat. Déterminer le rôle de la végétation n'est possible que par application de la méthode expérimentale ou par des observations nombreuses, précises et détaillées. Ainsi seulement le facteur végétation pourra être isolé.

Le climat est un autre de ces éléments dont dépend l'évolution d'un sol. Dans toutes les zones étudiées ci-dessous il reste du type tropical-humide ou subéquatorial, mais la longueur de la saison sèche et la répartition des diverses périodes climatiques peuvent varier. Ces éléments ne sont pas sans influence sur l'évolution du sol. Leurs variations importent plus cependant dans celle des sols de savane que dans celle des sols de forêt où le pédo-climat reste, malgré tout, plus constant.

Nous ne chercherons à comparer sols de savane et sols de forêt que dans des cas de drainage identique et aussi facile que possible. En des sols mal drainés, le caractère d'hydromorphie devient tellement prédominant que les variations possibles d'autres facteurs ne peuvent plus avoir qu'une influence faible. La similitude de drainage doit porter tant sur la présence de la nappe phréatique que sur ses mouvements, sur les variations possibles de son niveau, ainsi que sur la répartition des périodes d'engorgement par l'eau et de sécheresse des horizons supérieurs (observation de J. Miège).

Nous nous efforcerons de limiter cette étude aux sols dont la végétation est naturelle, plus ou moins influencée, peut-être, par l'homme (divers types de forêts, savanes, etc.).

L'influence de la végétation est faible sur le processus général d'évolution du sol, où elle joue surtout indirectement par son action sur le pédo-climat, sur les processus secondaires qui peuvent affecter cette évolution, durcissement, cuirassement, lessivage, ou même, en quelques points, formation d'un humus grossier.

INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION SUR LE CLIMAT DU SOL

Une végétation suffisamment dense réduit considérablement la radiation totale atteignant le sol. Aubreville [3]¹ a mesuré des réductions de 68 à 75 % en République Centrafricaine et de 81 à 85 % au Cameroun.

Il s'ensuit une diminution de la température du sol sous savane par rapport au sol nu et plus encore sous forêt. Cette influence joue surtout sur le maximum de température. L'amplitude thermique journalière à la surface du sol peut être fortement diminuée. Les mesures suivantes en sont la preuve.

TABEAU 1. Influence de la végétation sur le climat du sol (d'après le Dr. L. T. Alexander, J. d'Hoore, R. Maignien et G. Aubert).

Lieu et heure	Température atmosphérique	Température en surface		
		Cuirasse nue	Couvert herbacé	Couvert forestier
	°C.	°C	°C	°C
Tianguel Bori (Guinée)				
8 heures	22,2	26,8	24,7	21,6
11 heures	28,3	44	41,5	22,7
14 heures	36	53,5	50,4	26,9
Kiendi, près Bondoukou (Côte-d'Ivoire)				
8 h 30		29,8	27,4	25
10 h 30		44,3	37,4	26,8
12 h 30		52,4	40,6	28,8
14 h 30		43,2	36,8	28,2

De nombreux auteurs ont cité des résultats analogues. En Afrique orientale, d'après P. Vageler [27], la température du sol nu variant de 50 à 54° C celle du sol voisin sous végétation herbacée était de 34° C et sous forêt, de 25° C seulement.

1. Les numéros entre crochets renvoient à la bibliographie, p. 47.

Au Congo belge, Beirnaert [6] a mesuré une différence de 17° C entre la température de la surface du sol et sous forêt, au Soudan B. Jaeger [13], 15° C entre un sol sous savane et le sol voisin sous forêt.

L'intensité de cet effet de la végétation varie avec le type même de végétation. Les études correspondantes ont été fréquemment conduites dans le cas des plantes cultivées, en particulier, dans celui des engrais verts et des plantes de couverture. Leur rôle en agriculture tropicale, tient, pour une bonne part, dans ce fait.

L'amplitude thermique varie également à l'intérieur du sol en fonction du type de végétation. Ainsi, en Guinée, en sol ferrallitique, à 20 cm de la surface, sous tapis graminéen l'amplitude thermique journalière fut de 13,6° C, elle s'abaisse à 1,6° C sous la forêt voisine. Si le profil thermique du sol varie en fonction de la végétation qui le recouvre il en est de même du profil hydrique.

Comme cela a déjà été signalé par divers auteurs dont Jaeger [13] la forêt dense de la zone tropicale humide et les îlots de forêt pas trop dégradés, en zone tropicale subhumide, conservent l'horizon superficiel du sol et la couche de l'atmosphère qui est en contact humides toute l'année, même pendant la période sèche. Les conséquences d'un tel fait sur la décomposition des débris végétaux par voie microbienne sont considérables ; la vie microbienne peut rester très active toute l'année, et, toute l'année, la décomposition de la matière végétale est rapide et aboutit à des produits humiques en petite quantité, et très évoluée, au moins tant que les autres facteurs de cette transformation (drainage, alimentation minérale des microorganismes) le permettent. L'influence de la végétation se fait également sentir sur l'humidité du sol par l'intermédiaire de ses racines qui y puisent l'eau qui lui est nécessaire. Ainsi, en Casamance, R. Fauck et C. Charreau ont comparé un sol faiblement ferrallitique sablo-argileux nu, et le même sous forêt, tout à côté. Leurs humidités n'étaient égales qu'en dessous de 1,20 m en surface, le sol de forêt était plus humide que le sol nu ; de 30 à

INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION SUR LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL

Sous forêt comme sous savane la matière organique des sols normalement drainés des régions équatoriales et tropicales humides correspond à un type d'humus doux. Son rapport C/N reste bas ; les valeurs observées le plus souvent sont comprises entre 8 et 12 dans l'horizon superficiel des sols forestiers, et s'abaissent un peu entre 7 et 9 en général — dans les horizons plus profonds. Dans les sols sous savane, ce rapport atteint des valeurs un peu plus élevées : 13 à 15 en surface, 9 ou 10 en profondeur. Les quelques comparaisons valables établies entre deux sols voisins sous savane non dégradée et sous forêt ont confirmé ce fait. On doit cependant remarquer que sous savane soumise, actuellement ou dans les temps passés, aux feux les chiffres obtenus pour la teneur en carbone des horizons supérieurs sont souvent un peu trop élevés : une certaine fraction de ce carbone ne correspond, en fait, qu'à du charbon inerte provenant de ces incendies.

De rares études ont porté sur l'effet du type de forêt ou du type de savane sur ces valeurs. Pernet [20] à Madagascar, a trouvé des chiffres différents suivants les espèces utilisés pour des reboisements forestiers ou pour des prairies artificielles sur un même type de sol.

Les caractères de l'humus des sols de la forêt dense paraissent varier assez sensiblement en fonction des conditions climatiques et principalement de la pluviométrie. D'après N. Leneuf [17], en Côte-d'Ivoire, les valeurs minima de leur C/N correspondent à des chutes de pluie annuelles de 1 300 à 1 700 mm. Dans les zones un peu moins arrosées et à saison sèche longue, elles sont plus élevées. Elle le sont aussi dans celles à climat plus équatorial. Ce fait a été également signalé par divers auteurs, dont P. Ahn, au Ghana. L'humus des sols de forêts équatoriales paraît plus dispersé et plus mobile, et s'il est très rare de trouver dans leurs profils des horizons d'accumulation humique, par contre on observe très fréquemment l'enrichissement des eaux des rivières de ces régions en cette matière [28]. Dans

point qu'elle devient permanente et totale, il peut se constituer de véritables tourbes (Guinée, Madagascar, etc. [1]). En général il s'agit là de tourbes basses assez typiques, mais rarement très épaisses. Parfois ce que l'on observe est un matériau tourbeux très fluide, mélange d'eau et d'éléments végétaux plus ou moins évolués. Les tourbes à sphaignes semblent exister cependant. Elles ont été signalées en Malaisie et en Indonésie (Richards) et aux environs de Brazzaville (J. Trochain). En bordure de la côte, un sol semi-tourbeux peut se former sous une végétation spéciale : la mangrove. Si celle-ci est à base de *Rhizophora*, il est riche en sulfures et SH_2 . Ces éléments ne s'y trouvent qu'en plus faible quantité dans les sols couverts d'une végétation à *Avicennia* [9].

Sous forêt dense tropicale équatoriale la matière organique d'un sol bien drainé se présente à la fois sous la forme d'un lit de débris végétaux en cours de décomposition et sous celle d'un élément très évolué, bien mêlé aux éléments minéraux, mais assez concentré dans la partie supérieure du profil.

Il a été souvent admis que la quantité totale de matière organique de ces sols est très faible. Cela paraît assez vrai, relativement à la quantité importante de matière végétale disposée à la surface du sol ou en lui chaque année. C'est exact aussi lorsqu'on détermine cette valeur dans un ancien sol forestier actuellement cultivé. Par contre si on la mesure dans un sol forestier non dégradé, on en trouve souvent de 3 à 5 % quelquefois même un peu plus, dans l'horizon supérieur. Ces chiffres ont tendance à être plus élevés si le sol est moins bien drainé, et, surtout, dans le cas de sols formés sur une roche riche en éléments calciques : basalte, amphibolite, dolérite, etc., comme cela a été signalé à Madagascar [23], au Cameroun [14], aux Hawaï [24], etc. Cette valeur dépasse alors, souvent, 7 à 10 % et peut atteindre des chiffres très élevés.

Dans les sols ferrallitiques formés sous forêt, la répartition de cette matière organique est la suivante (d'après les premiers résultats d'une étude poursuivie à l'Institut d'enseignement et de recherches tropicales, à Bondy sur des échantillons de sols d'Afrique, par M^{lle} Ch. Thomann [26] : en dessous de la litière peu épaisse, et bien séparée du sol sur lequel elle repose, les 5 à 7 premiers centimètres sont riches en matière organique en voie de décomposition rapide, puis la teneur en cet élément se maintient à un taux assez faible jusqu'à 25 à 30 cm suivant les cas. Elle est très faible ensuite. D'après cette étude les acides humiques apparaissent comme très concentrés dans l'horizon supérieur du profil. Il n'en reste presque plus au-delà de 25 cm, et seuls les acides fulviques se retrouvent en profondeur.

Sous savane la matière organique est répartie de façon plus régulière, et sur une plus grande profondeur dans le sol. Les acides humiques y sont en plus grande

quantité. Si l'on compare sol de savane et sol de forêt en deux lieux très voisins sur un même type de sol, on observe parfois une richesse en matière organique du profil total un peu plus élevée sous savane que sous forêt. Il n'en est plus de même si la comparaison porte sur des sols de forêt et des sols de savane, évoluant sous des pluviométries différentes, plus faible dans le deuxième cas.

VÉGÉTATION ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL

Très peu de comparaisons ont été effectuées entre les propriétés physiques des sols de la forêt équatoriale, et celles des sols de la savane adjacente ou entre celles de sols de divers types de forêts. Dans la mesure où la végétation influe sur la teneur en matière organique du sol, sur son caractère et sa répartition, il est certain qu'elle influe aussi sur ses propriétés physiques. Son action dépend également de son type d'enracinement et celui de la savane, où les graminées ont une part importante, peut favoriser l'obtention d'une bonne structure. Il n'empêche que très souvent l'on observe une structure plus compacte sous savane que sous forêt. Cette dégradation est due, en fait, à une cause indirecte : avant d'être en savane, le sol a subi une phase culturale, qui est responsable, elle, de la dégradation structurale observée.

Remarquons aussi que la forêt peut par son enracinement profond accroître la perméabilité totale du sol : des racines, surtout après décomposition, constituent autant de canaux de pénétration de l'eau en profondeur.

VÉGÉTATION ET RICHESSE CHIMIQUE DU SOL

Les comparaisons effectuées l'ont été plus souvent entre sol forestier et sol de culture qu'entre sols couverts de différentes végétations naturelles. Parfois, cependant, elles l'ont été entre sols de savane et sols de forêt. Citons seulement, parmi d'autres, les travaux de Berlier, Dabin et Leneuf [7] en basse Côte-d'Ivoire, de Bachelier [5] au Cameroun, de Pernet [20] à Madagascar, de Nye [19] au Ghana.

Pour comparer globalement la teneur en éléments échangeables solubles des divers sols, on peut faire porter l'étude sur la valeur de leur pH. La réaction des sols de savane est généralement plus élevée en savane qu'en forêt si l'on ne les compare pas sous le même type de climat. En revanche, s'il s'agit de deux sols très voisins, de même nature, le sol de savane est, en général, un peu plus acide (différence de pH 0,2 à 0,4) que le sol de forêt. Le lessivage des bases par l'eau de pluie est moins fortement limité par la végétation de savane que par celle de la forêt. Sous savane le pH reste aussi plus constant à travers le profil que sous forêt (voir tableau 2).

TABLEAU 2. Influence de la végétation sur la réaction des sols en zone tropicale humide ou équatoriale (d'après B. Dabin, *Annales de l'Institut de Botanique de l'Université de Paris*, 1954, t. 10, p. 1-10). Les acides humiques proviennent de la décomposition de la matière végétale à la surface du sol. Les 15 à 20 tonnes de

savane dense intensifie ce phénomène par rapport à la forêt. D'autres éléments (bases, silice) sont au contraire entraînés plus profondément. La forêt joue ainsi un rôle de filtre, principe bien connu mais formulé — de façon un peu schématique d'ailleurs, malheureusement — par H. Erhart [10] et qui est un des éléments de

Contrairement à ce qui se produit dans les processus de podzolisation ou même de steppisation, elle paraît très limitée, partiellement en raison, d'ailleurs, de la grande profondeur des sols tropicaux.

Elle n'est cependant pas nulle, comme cela a été indiqué parfois [8]. Son rôle est double ; la forêt, mieux

Summary

Influence of various types of vegetation on the characteristics and evolution of soils in equatorial, sub-equatorial and adjacent semi-humid tropical regions (G. Aubert).

Vegetation is only one of the active factors influencing evolution of the soil. Climate is another.

A sufficiently dense vegetation reduces considerably total solar radiation reaching the soil. Thermal range inside the soil varies as a function of the type of vegetation on the soil. Through the agency of roots which draw up necessary water, vegetation influences soil humidity.

As under savanna so under forest organic matter

element, and concentrated in the upper part of the profile.

Very little comparative studies have been made on the physical properties of equatorial forest soils and those of adjacent savanna and on the physical properties of soils of various types of forests. Comparative studies already carried out concern forest and cultivated soils on the one hand and soil under different natural vegetation on the other.

Undisturbed savanna is as capable of protecting soil against erosion as forests, but the latter resists modification better.

Present knowledge of the influence of vegetation on

humiques de caractères très différents : humus calcique, bien évolué, et accumulé grâce à son type de structure qui réduit sa surface d'attaque par les micro-organismes dans le premier cas ; humus peu évolué, accumulé par suite de la réduction de la vie microbienne par manque d'oxygène ou d'aliments, dans le second cas. La discussion se poursuit sur les tourbes (MM. AUBERT, VAN BAREN, DABIN, PURI, RICHARDS et TROCHAIN) et ces deux derniers soulignent la présence de tourbes hautes à Bornéo d'une part et près de Brazzaville d'autre part.

M. D'HOORE insiste sur le fait que certains sols jeunes peuvent apparaître très profonds, sur un matériau d'altération très épais ; et M. MAIGNIEN sur le fait que cette altération

peut se poursuivre en profondeur sous une cuirasse très épaisse. Un rapide échange de vues entre ce dernier et MM. VAN BAREN et AUBERT vient clore l'ensemble du débat.

SUMMARY OF THE DISCUSSION

It is necessary to differentiate between normal erosion and accelerated erosion. Geological structure of the region studied and its geomorphology have a dominating influence on the erosion process.

Root formations under forest strongly influence humus formation in the soil.

Bibliography / Bibliographie

- AUBERT, G., "Les sols d'Afrique-Occidentale française", *Encyclopédie coloniale et maritime*, t. I, Paris, 1949 : 205-215, 15 ph., 4 tabl.
- , "Les sols latéritiques", *C. R. V^e Congrès intern. Sci. Sol I*, Léopoldville 1954 : 103-118, 1 tabl., bibl. (58 réf.).
- AUBREVILLE, A., "Observations d'écologie générale", *Agronomie tropicale*, 1947 : 11-12, 592-613, tabl., fig.
- AURIOL ; HENRY. In JAEGER (13).
- BACHELIER, G., "Les sols de savane du Sud-Cameroun", *Bull. Inst. Et. Centrafricaines*, nouvelle série, 1957 : 13-14, 7-27, 2 fig., 1 tabl.
- BEIRNAERT, *La technique culturale sous l'équateur*, publ. INEAC, sér. techn. 26, 1941, 86 + xi p., 1 pl. h. t., 4 fig., 22 f., bibl.
- BERLIER, Y. ; DABIN, B. ; LENEUF, N., "Comparaison physique, physico-chimique et microbiologique entre les sols de forêt et de savane sur les sables tertiaires de la basse Côte-d'Ivoire", *VI^e Congr. int. sci. sol*, Paris, 1956, V-81, E-499-502, 1 carte, 1 tabl.
- CLAISSE, G., "Étude de l'altération de la charnockite de Man", *Ann. Agron.* 4 (1), 1953 : 45-52.
- DENT, J. M., "Some soil problems of empoldered rice lands in Sierra Leone", *The Emp. Journ. Exp. Agri.* XV (59), 1947 : 206.
- ERHART, H., *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*, Paris, Masson, 1956, 90 p.
- FOSBERG, F. R., "Soils of the Northern Marshall atolls, with special reference to the Jemo series", *Soil Sc.*, 78 (2), 1954 : 99-107.
- FOURNIER, F., *Contribution à l'étude de la conservation du sol en Afrique-Occidentale française*. Paris, ORSTOM, 1958, thèse secondaire.
- JAEGER, P., "Forêts reliques du Soudan occidental" *Bull. IFAN, A*, 4, oct. 1956 : 993-1053, fig., graph., bibl. (84 réf.).
- LAPLANTE, A. ; BACHELIER, G., "Les principaux sols formés sur roches volcaniques au Cameroun", *II^e Conf. interafr. Sols, Léopoldville*, I (31), 1954 : 441-451, tabl.
- LAUDELOUT, H. ; MEYER, J., "Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise", *C.R. IV^e Congrès intern. Sci. Sol II* (3), Amsterdam, 1950 : 267-272.
- LEMÉE, G., "Effet des caractères du sol sur la localisation de la végétation en zones équatoriale et tropicale humide", *Tropical soils and vegetation / Sols et végétation des régions tropicales*, Paris, Unesco, 1960, p. 25.
- LENEUF, N., *L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte-d'Ivoire forestière et les sols qui en sont dérivés*, Paris, Lang Grandemange, 1959, 210 p., 44 ph., 1 tabl., bibl. (153 réf.).
- ; OCHS, R., "Les sols podzoliques du cordon littoral en basse Côte-d'Ivoire", *VI^e Congr. int. Sci. Sol*, Paris, V-86, 1956, E-529-533, 1 tabl.
- NYE, et al., "The distribution of phosphorus in forest and savannah soils of the Gold Coast", *J. Agric. Sci.*, 49 (2), 1957 : 141-159, 8 tabl.
- PERNET, R., "Évolution des sols de Madagascar sous l'influence de la végétation", *Mém. Inst. Sc. Madagascar D*, VI, 1954 : 201-419, 83 tabl., 63 fig., XVIII pl., ph., bibl. (279 réf.).
- RIQUIER, J., "Les sols submergés de l'Alaotra", *Mém. Inst. Sci. Madagascar*, sér. D, III, 1951 : 1-42, 1 pl., 2 cartes, 11 fig.
- ROUGERIE, G., "Existence et modalités du ruissellement sous forêt dense de Côte-d'Ivoire", *C.R. Acad. Sci.* 246 (2), 1958 : 290-292.
- SEGALEN, P., *Étude des sols dérivés des roches volcaniques basiques à Madagascar*, *Mém. Inst. Sci. Madagascar*, 1957 : 1-182, IX pl. h. t., ph., 50 fig., tabl., bibl. (223 réf.).
- SHERMANN, G. D. ; FOSTER, Z. C. ; FUJIMOTO, C. K., "Some of the properties of the ferruginous humic latosols of the Hawaiian islands", *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 13, 1948 : 471-476.
- TERCINIER, G., Les sols de Nouvelle-Calédonie, ORSTOM A paraître.
- THOMANN, Mlle Ch., *Matière organique des sols ferrallitiques et des sols ferrugineux tropicaux*. A paraître.
- VAGELER, P., *An introduction to tropical soils*, trad. H. Greene, London, Macmillan, 1933, 240 p., tabl., fig., bibl.
- VAN BAREN ; MOHR, *Tropical soils*, London, New York, Interscience Publishers, 1954, 498 p., tabl., fig., ph.