

Le contact forêt-savane

Rôle des régimes hydriques des sols dans l'Ouest de la Côte-d'Ivoire

par **Jean-Michel Avenard**

Maître de recherches à l'O.R.S.T.O.M.

Par suite de circonstances historiques, la géographie physique a longtemps eu tendance à adopter une attitude excessivement analytique. De la sorte, elle a été incapable de participer à la création de l'écologie végétale, qui est l'œuvre des botanistes. Le développement de la géomorphologie climatique a permis de mettre en évidence une autre orientation. Elle a constitué un premier élément d'intégration des diverses branches divergentes de la géographie physique.

Les recherches poursuivies par J.-M. Avenard en Côte-d'Ivoire vont plus loin encore dans cette voie prometteuse. Elles ont pour thème un sujet de biogéographie : la limite savane-forêt et visent à définir des conditions écologiques. Le facteur essentiel est le régime hydrique des sols, la forêt étant plus exigeante que la savane. Mais les mécanismes ne sont pas simples. D'un côté, interviennent les réserves d'eau du sol qui aident la forêt à supporter une saison sèche déjà longue et intense. Mais, d'un autre côté, les racines des arbres ne peuvent se développer dans un milieu engorgé et asphyxiant, ce qui élimine la forêt de certaines plaines inondables. Or, le régime hydrique des sols est étroitement dépendant de toute une série d'autres éléments du milieu physico-géographique, au premier rang desquels se placent le climat, l'évolution géomorphologique, la lithologie et la pédogenèse.

J.-M. Avenard a remarquablement maîtrisé ce problème en sachant conduire des mesures précises de l'humidité des sols et en apportant tout un faisceau de données qui expliquent ses variations en les replaçant dans le cadre du milieu physique. L'article qu'il nous donne constitue à la fois, conformément à la nouvelle orientation que nous donnons aux *Annales de Géographie*, une mise au point sur un problème important et une démonstration méthodologique.

J. TRICART.

THE BOUNDARY BETWEEN FOREST AND SAVANNA. THE ROLE OF WATER-FLOWS IN WESTERN IVORY COAST. — Because of historical factors, physical geography has long been too much analytic. Thus it could not join in the birth of vegetal ecology, which is botanists' achievement. The development of climatic

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28498, ex 1

Cpte : B

geomorphology enabled to show another trend. It constitutes a first integrating element of the different divergent branches of physical geography.

J.-M. Avenard's studies in the Ivory Coast go farther in that promising way. They are about biogeographical subject : the boundary between savanna and forest and they tend to determine some ecological conditions. The essential factor is the water-flow of soils, for the forest is more demanding than the savanna. But the processes are not simple. On one hand there are the water reserves of the soil which help the forest to endure an already long and intensive dry season. But on the other hand tree-roots cannot develop in a congested and asphyxiating soil, which expels the forest from some inundable plains. Now the water-flow in soils depends largely on many other physico-geographical elements : above all the climate, the geomorphological evolution, the lithology and the pedogenesis.

J.-M. Avenard mastered this problem very well for he could exactly measure soil-humidity and he brought in many data which explain its variation as a part of the whole physical environment. His article is at the same time, according to the new orientation we give to the Annales de Géographie, a statement on an important problem and a method demonstration.

INTRODUCTION

Les problèmes que pose la répartition des ensembles végétaux dans les zones équatoriales et tropicales humides ont déjà fait l'objet de nombreux travaux. Nous avons récemment tenté d'en faire une mise au point (4. J.-M. AVENARD, 1969). Cependant, de l'avis même de spécialistes venus de divers horizons scientifiques et réunis en mai 1964 au Venezuela pour confronter leurs idées sur la nature des limites entre forêts et savanes, « bien qu'on ait avancé un très grand nombre de théories pour expliquer la nature et la répartition de la végétation des savanes, aucun spécialiste n'a encore formulé d'hypothèse universellement acceptée » (12. Th. HILLS, 1965).

En 1965, le Comité technique de Géographie de l'O.R.S.T.O.M. décidait à son tour de retenir ce sujet parmi les thèmes de recherches de la section. C'est dans ce cadre que nous avons été chargé d'entreprendre une étude générale sur les aspects du contact forêt-savane dans l'Ouest de la Côte-d'Ivoire, dans la région de Man-Touba.

Diverses orientations ont été prises en vue de définir les milieux en présence par un bilan systématique de leurs caractères : l'une d'entre elles a concerné l'eau du sol.

La quantité d'eau se trouvant dans le sol à un moment donné représente en effet la résultante de toute une série de phénomènes : elle correspond à la somme algébrique de la pluviosité, du ruissellement, de l'infiltration en profondeur, de l'évaporation, de la consommation de la plante... Il serait certes très utile de connaître la part de chacun des éléments qui entrent dans ce bilan, mais, à défaut, sa détermination n'en est pas moins capitale, puisque le rôle écologique du régime d'humidité est essentiel dans la mesure où il commande l'alimentation en eau de la plante. Schématiquement, trois cas peuvent se présenter, en fonction de la quantité d'eau dans le sol :

— Manque d'eau en saison sèche, et pendant une assez longue période : la plante se fane car elle n'est plus alimentée, et il y a concurrence entre les espèces. Seules, les mieux adaptées à la sécheresse peuvent résister.

— Présence en quantité suffisante d'eau dans le sol tout au long de l'année : l'eau n'est plus le caractère limitant de la plante ; la végétation peut se développer dans les conditions optimales.

— Excès d'eau en saison humide : l'eau intervient ici de façon indirecte, en empêchant une aération suffisante du sol, ce qui a pour effet d'entraîner une asphyxie de la plante.

Nous verrons plus loin que cette quantité d'eau ne doit pas être considérée comme une valeur absolue, puisqu'elle doit être mise en relation avec la nature du sol.

La question qui se pose est de savoir s'il n'est pas possible d'appliquer ces principes à l'étude du contact forêt-savane. Une différence dans la quantité d'eau dans le sol devrait en effet exister entre ces deux formations végétales. Existe-t-elle réellement, et dans l'affirmative, ne pourrait-elle être un des éléments d'explication de la répartition de ces formations ?

Une autre attitude serait de considérer que cette différence est peut-être due à la présence ou à l'absence de la forêt qui peut garder plus d'eau dans son sol par suite d'une moindre évaporation. L'eau serait ainsi une conséquence de la forêt, alors que dans le cas précédent elle en serait la cause.

Pour tenter de résoudre ces problèmes, nous avons effectué des observations dans tous les milieux de la zone de contact, et de part et d'autre de celle-ci. Ce sont les conclusions générales de cette étude que nous voudrions reprendre dans cet article résumant une publication plus volumineuse¹. Nous nous contenterons donc de donner de brèves indications sur la région retenue, la localisation des stations et les méthodes utilisées, avant de présenter les résultats susceptibles d'une certaine généralisation.

I. DONNÉES SOMMAIRES SUR LA RÉGION DE MAN-TOUBA

A. Localisation

Située à l'extrémité nord-est de la dorsale guinéenne (approximativement entre 7°15' et 8°30' de latitude Nord et entre 7° et 8° de longitude Ouest), la région qui a été choisie est délimitée à l'ouest par la frontière ivoiro-guinéenne, à l'est par le fleuve Sassandra. Les limites nord et sud sont beaucoup moins nettes : d'une part, vers le sud, quelques grandes savanes incluses se retrouvent en forêt, assez loin de la ligne générale de contact entre la forêt dense humide ou semi-décidue et la savane, d'autre part, vers le nord, des forêts-galeries et des îlots forestiers importants remontent très haut.

1. J.-M. AVENARD, *La Répartition des formations végétales en relation avec l'eau du sol dans la région de Man-Touba*, Série : Recherches sur le contact forêt savane en Côte-d'Ivoire. Publication O.R.S.T.O.M., Paris, coll. « Travaux et Documents », 1972, n° 12, 159 p. En particulier, les résultats obtenus pour chaque station y sont présentés en détail, avec les mesures portant sur trois années.

Cette région, repérée sur la carte de situation, correspond à la zone couverte par la feuille Man et la moitié sud de la feuille Touba (1/200 000 de l'I.G.N., NB 29-XXIII et NB 29-V).

CARTE DE SITUATION.

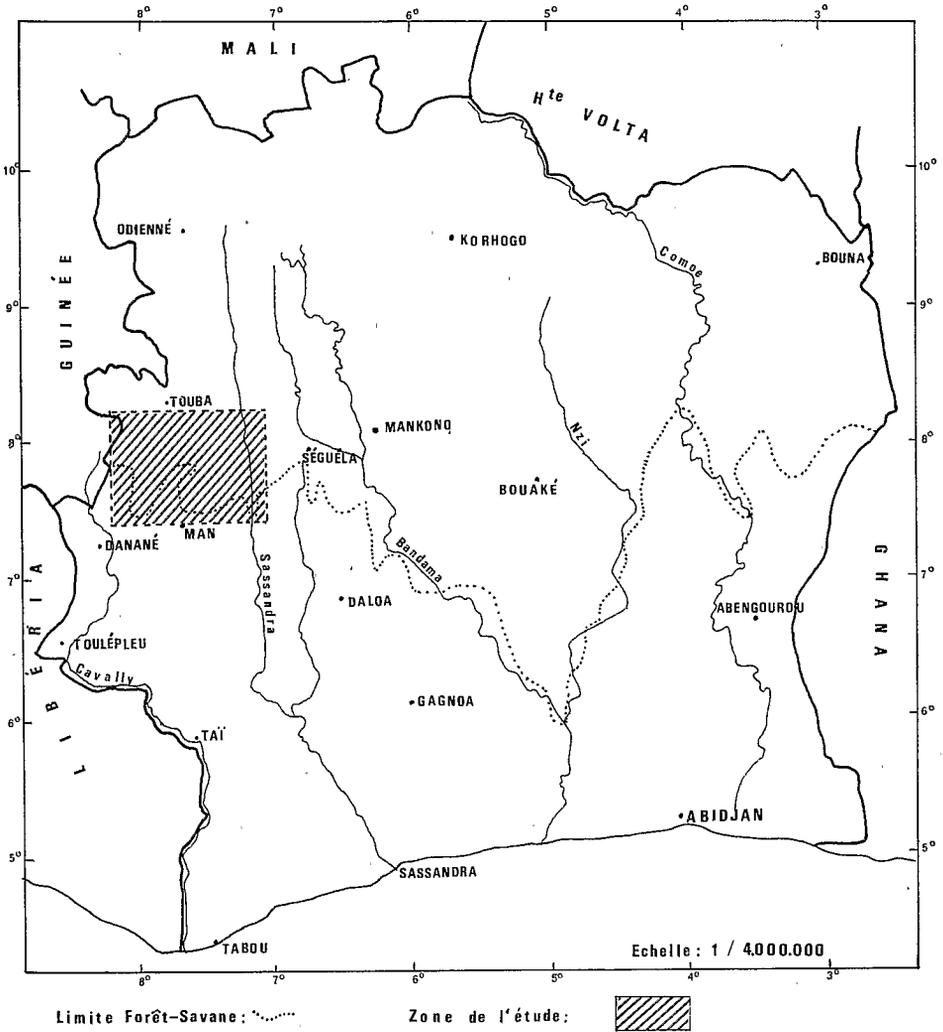


Fig. 1.

L'échelle originale de la figure est ici réduite d'un tiers.

B. Éléments de paysage

Deux types de paysages s'opposent assez nettement : une grande partie de la région est constituée par la zone montagneuse correspondant au massif de Man, tandis que la partie restante est occupée par une vaste zone relativement plane, en forme de gouttière, empruntée par le fleuve Sassandra. Des terrasses anciennes, dont quelques lambeaux sont caillouteux, se retrouvent de part et d'autre du cours actuel : elles jouent un rôle important dans la répartition des formations végétales, tout comme les nombreux bas-fonds sableux occupés par les affluents venant du massif des Dans.

Le massif de Man est loin de constituer une unité. Au sud, une zone très montagneuse comprenant les Dans et les Touras forme un ensemble d'une altitude variant de 500 à 1 000 mètres, avec quelques pointements dépassant même cette altitude. Les vallées se situent entre 350 et 700 mètres. La forêt atteint ici une limite ; elle ne revêt que les reliefs de la marge sud-occidentale du massif, tandis qu'ailleurs elle ne s'insinue que dans quelques vallées, ou s'accroche aux pentes ou sur quelques sommets, en lambeaux ou flots.

Au nord, la région de Touba est formée d'une succession de collines et de chaînons, soit à sommets tabulaires, généralement cuirassés, soit au contraire à crêtes relativement aiguës. L'altitude moyenne se situe entre 600 et 700 mètres, malgré quelques sommets s'élevant aux environs de 1 000 mètres. Le paysage végétal y est différent : la forêt claire et les savanes boisées dominent malgré de nombreuses forêts-galeries dans les parties déprimées ou dans les vallons remontant le long des versants.

Entre ces deux ensembles, se place une vaste dépression occupée par le Bafing. L'altitude est partout légèrement inférieure à 500 mètres ; seules quelques buttes isolées, généralement cuirassées, dominent faiblement le paysage. C'est dans cette zone que se fait le passage de la forêt à la savane comme nous aurons l'occasion de le voir plus loin.

C. Géologie, formations superficielles et sols

Cette région est presque exclusivement constituée par des granites et granito-gneiss provenant à la fois des restes d'un socle ancien et d'importantes venues granitiques.

Ce sont les granites à hypersthène qui dominent dans le massif de Man, tandis que les affleurements d'amphibolite sont plus nombreux dans la gouttière du Sassandra et vers le sud du massif de Man, et que des zones dioritiques et quartzitiques y sont fréquentes, quoique peu étendues.

Les actions morphogénétiques qui ont contribué à façonner ces paysages sont diverses et variées. Elles se rattachent certes à l'ensemble des zones équatoriales et tropicales humides. L'altération y est partout présente et souvent prépondérante. Cependant des variations importantes apparaissent, liées pour une grande part au caractère montagneux de cette région, comme par exemple la présence de débris grossiers inhabituels en cette zone climatique.

La compréhension générale du contact forêt-savane de cette région ne saurait se passer d'une étude de l'évolution géomorphologique : la végétation

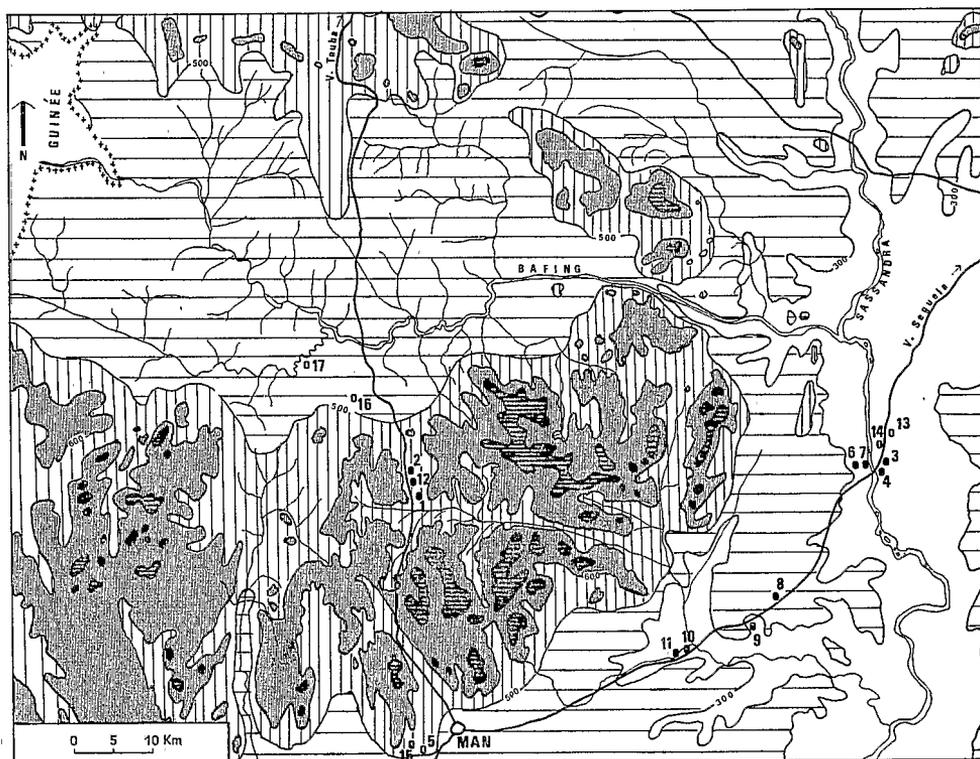


Fig. 2. — Esquisse topographique.

ÉLÉMENTS du RELIEF.

altitude inf. à 300 m.	
entre 300-500 m.	
" 500-600 m.	
" 600-900 m.	
sup. à 900 m.	

Pistes principales :



Marigots importants :



Localisation des stations de mesure de l'humidité du sol :

- mise en place en 1966 ■
- " " 1967 (avec tubes pour sonde à neutrons) .. 0

réagissant aux moindres ruptures d'équilibre, il paraît nécessaire d'établir une reconstitution de l'évolution paléogéographique aussi fine que possible, du moins pour les périodes les plus récentes ; c'est une des directions de

recherche vers laquelle nous nous sommes dirigé, en dehors de celle exposée dans cet article. Nous avons d'ailleurs montré dans la publication générale (5. J.-M. AVENARD) que même dans le détail la géomorphologie n'est pas étrangère à la répartition actuelle de la forêt et de la savane et qu'elle influence fortement la présence et le comportement de l'eau dans le sol.

Les conditions générales de climat et de végétation permettent aux processus de ferrallitisation de se développer avec une forte intensité. La désaturation du complexe absorbant étant forte, les sols de cette région appartiennent à la sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés (dans l'horizon B). Ces sols se différencient cependant nettement des sols ferrallitiques fortement désaturés de la basse Côte-d'Ivoire forestière par les conditions locales de relief et de roche mère.

D. Climat et bioclimat

Aucune station climatologique n'est installée sur la zone du contact forêt-savane, et nous ne pouvons nous référer qu'à trois postes d'observations, l'un situé au sud (Man-aérodrome), l'autre au nord (Touba), le dernier légèrement à l'est (Séguéla). Les données climatiques utilisées sont celles fournies par l'A.S.E.C.N.A. Seule la station de Man possède un équipement complet.

Cette zone est soumise à un climat de type tropical de transition (ou humide) pour lequel l'influence équatoriale se fait encore sentir de façon assez nette. Il pourrait presque être classé dans le régime équatorial de transition, au moins pour la partie sud de la région. C'est le type « guinéen, secteur baouléen-dahoméen » d'après la nomenclature proposée par A. Aubreville (1949). Il se caractérise par :

- une hauteur de précipitations annuelles comprise entre 1 600 et 1 200 mm,

- des variations de températures très atténuées, oscillant autour de 25°,

- 2 à 4 mois secs consécutifs (moyenne des précipitations mensuelles inférieure à 50 mm),

- une nébulosité très forte en saison des pluies,

- une hygrométrie moyenne annuelle de l'ordre de 60 à 70 p. 100 dans la journée, plus forte encore le matin.

D'autre part, la zone montagneuse présente de nombreux microclimats. Vers le nord, se produit un passage progressif à un climat plus sec (type « soudano-guinéen » d'A. Aubreville).

Sans entrer dans le détail, les précipitations ont une double caractéristique :

- décroissance de la pluviosité du sud vers le nord,

- irrégularité d'une année à l'autre.

Bien plus importante semble la notion de déficit hydrique car en définitive ce n'est pas la quantité totale des chutes d'eau annuelles mais la durée de la saison sèche qui détermine les limites du secteur des savanes : « L'apparition de l'état de sécheresse est liée au résultat d'un bilan entre une certaine

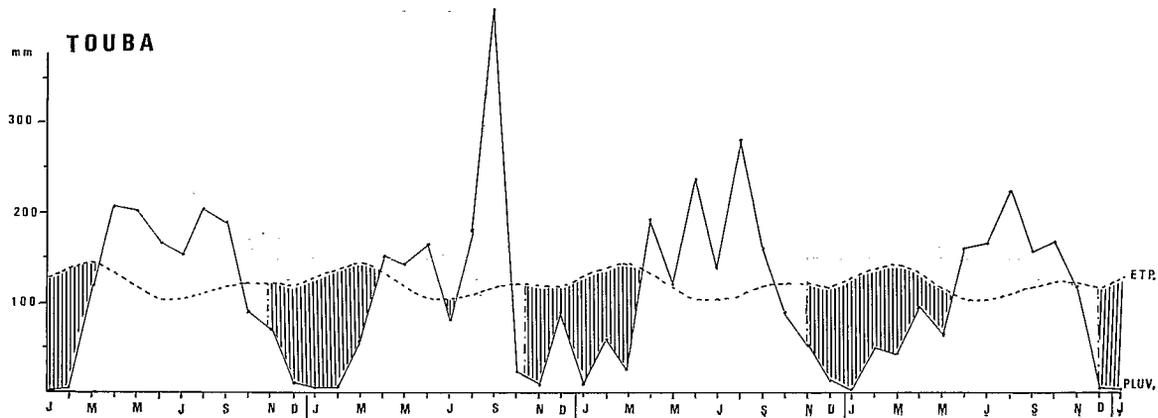
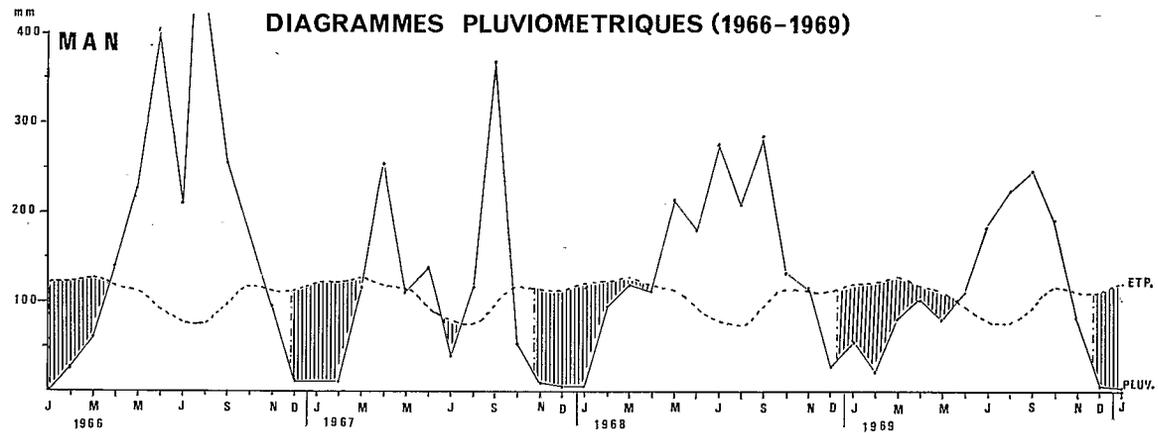
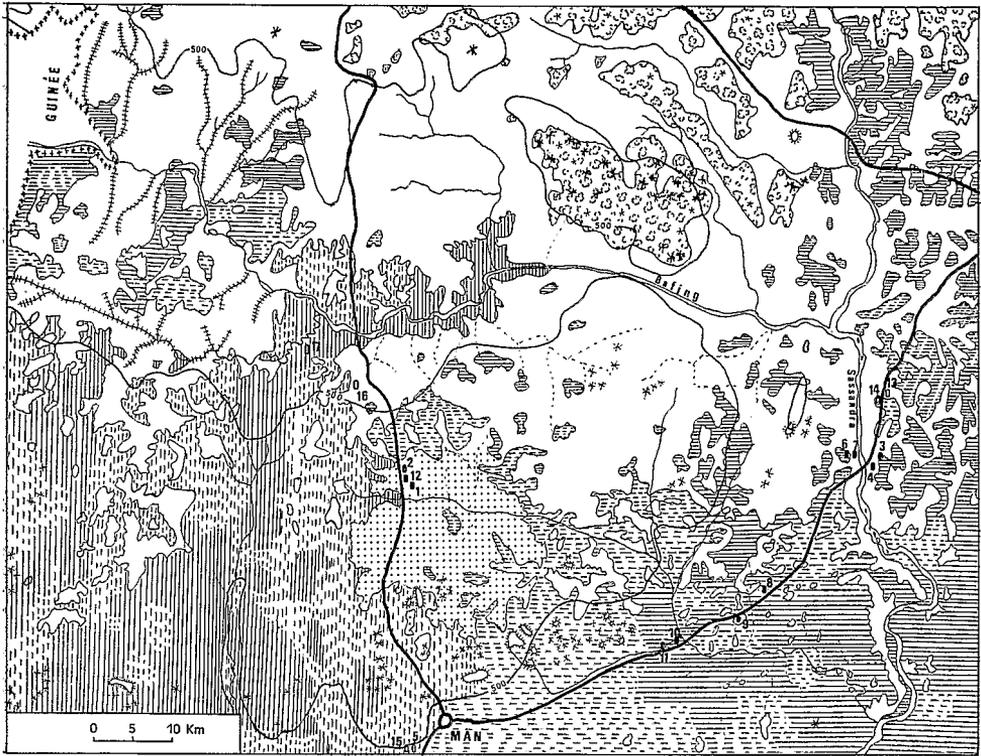


Fig. 3.

demande climatique en eau traduite par l'évapotranspiration potentielle (ETP), et une certaine offre traduite par la pluviométrie (P). » (S. M. EL DIN, A. DAUDET, 1967).

Le déficit hydrique climatique D peut ainsi être défini comme la différence entre l'évapotranspiration potentielle et la pluviométrie : $D = ETP - P$.



FORÊT DENSE HUMIDE.

- sempervirente [diagonal hatching]
- " dégradée [cross-hatching]
- semi-décidue [horizontal hatching]
- " dégradée [vertical hatching]
- forêt galerie [irregular hatching]

FORÊT CLAIRE (et SAVANE BOISÉE).



SAVANE.

- arborée ou arbustive [white box]
- à dominance de « Pennisetum purpureum » [dotted pattern]

Végétation de dômes et rochers découverts [circles with asterisks]

Fig. 4.

Les paysages végétaux.

L'ETP mensuelle a été calculée d'après la formule de Turc corrigée pour l'ensemble des stations de la Côte-d'Ivoire par le Laboratoire de Bioclimatologie de l'O.R.S.T.O.M. (Centre d'Adiopodoumé). Il nous a ainsi été possible de calculer les mois où il y a déficit hydrique, et de construire les diagrammes pluviométriques moyens des stations de notre région. Le nombre de mois écologiquement secs est pour Man : 4,5 mois, Vavoua : 5,5 mois, Séguéla : 6 mois, Touba : 7 mois.

E. Formations végétales et contact forêt-savane

Les types de végétation rencontrés sont au nombre de cinq : la forêt dense humide sempervirente, la forêt dense humide semi-décidue, la savane boisée et forêt claire, la savane arborée ou arbustive. Le cinquième type, la forêt dense sèche, n'occupe qu'une très faible surface (fig. 4).

L'esquisse au 1/1 000 000 des « Paysages végétaux » rend compte de la répartition de ces différents types. Elle a été réalisée à partir des minutes d'une carte botanique au 1/500 000 de la Côte-d'Ivoire, effectuée par le Laboratoire de Botanique (Centre d'Adiopodoumé) de l'O.R.S.T.O.M. et l'Université d'Abidjan.

Cette esquisse montre qu'il ne s'agit pas en fait d'une ligne régulière de passage d'une formation à l'autre, et que dans le détail il existe une grande variété d'aspects dans la disposition de la forêt par rapport à la savane. Tantôt il s'agit d'une ligne assez nette, la forêt laissant la place à la savane arborée ou arbustive en l'espace de quelques kilomètres, tantôt des lambeaux forestiers se situent en avant de cette ligne et se limitent exclusivement aux interfluves ou au contraire forment des forêts-galeries le long des marigots, tantôt, enfin, il y a une véritable imbrication par taches, une mosaïque où forêt et savane sont intimement mêlées.

II. LES MÉTHODES D'ÉTUDE DE L'EAU DANS LE SOL

A. Principes

Dix-sept stations, repérées sur l'esquisse topographique, ont été installées dans différents milieux de la zone du contact forêt-savane, en fonction :

- des types de végétation : forêt dense, savane, savane incluse, forêt-galerie, défrichement ;
- de la topographie : plateau ou sommet de colline, versants, bas-fonds ;
- de la lithologie, des sols et des formations superficielles : sables de bas-fond, dépôts de pente hétérogènes de la zone montagneuse, sols cuirassés ou non cuirassés, terrasses alluviales.

Des relevés d'humidité ont été effectués mensuellement, à différentes profondeurs, afin de déterminer quelles étaient les possibilités d'alimentation en eau pour la végétation dans ces différents milieux, dans le dessein d'étudier :

— la variation de la teneur en eau du sol à différentes profondeurs, et en un même lieu, au cours de l'année ;

— la variation de cette même teneur en eau entre des points différents en fonction des types de formations végétales, des unités lithologiques et de la topographie.

La méthode utilisée a consisté à effectuer des prélèvements dans les différents endroits retenus, et à répéter cette opération à des dates régulières. Le dosage de l'humidité était fait en laboratoire sur les échantillons recueillis dans des boîtes à tare numérotées, à couvercle et fond rôdés. Il est certain que cette méthode de mesure directe est incommode et peu pratique, car elle nécessite un grand nombre d'opérations fastidieuses. En outre, comme L. TURC (17. 1954), nous pensons que dans certains cas elle peut être sujette à caution : « ainsi pour mesurer l'humidité, les difficultés proviennent principalement de l'hétérogénéité du sol, de la nécessité de multiplier les mesures à diverses profondeurs, et de les répéter en un même point à des dates successives sans perturber le milieu, mais surtout l'interprétation est délicate : en terrain accidenté, une station à sol sec peut voisiner avec une station à sol humide ».

Nous avons fondé de grands espoirs dans l'utilisation d'un humidimètre à neutrons, prêté par le Laboratoire des Radio-isotopes à chacun de nos déplacements vers Man. Malheureusement cette méthode s'est révélée très décevante.

L'appareil utilisé était un humidimètre de profondeur C.S.F., type 110, à source de radium-beryllium. La source est descendue progressivement dans des tubes placés à demeure dans le sol, et les mesures se lisent sur une échelle de comptage. L'avantage de cette méthode est que l'on mesure toujours l'humidité au même endroit, ce qui supprime les risques d'erreurs dus à l'hétérogénéité du sol. Sur le plan pratique, elle simplifie les manipulations.

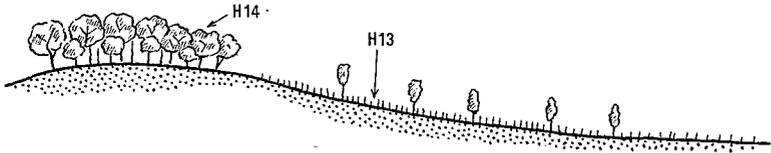
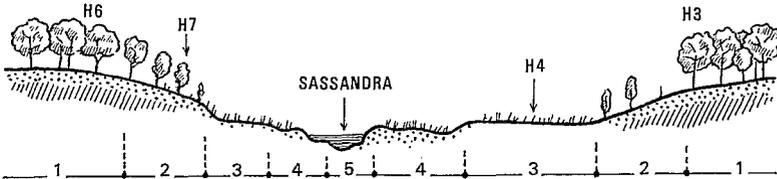
Mais de gros inconvénients sont très vite apparus, certains inhérents à la méthode, comme les difficultés d'étalonnage, d'autres plus graves encore, dus aux conditions particulières d'emploi en milieu naturel : protection des tubes, transport de ce matériel fragile sur pistes déformées...

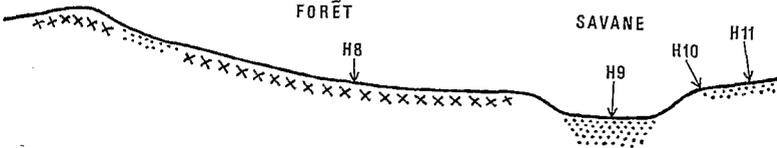
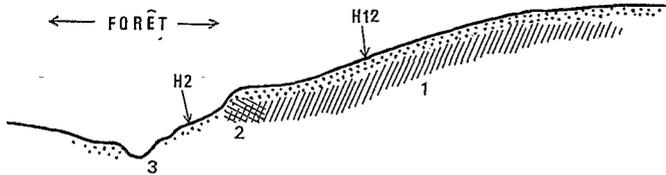
Les difficultés rencontrées ont fait que nous n'avons pas pu fonder nos mesures sur l'emploi de l'humidimètre à neutrons, et, malgré certains défauts, la méthode de mesure directe a été la seule utilisable. Les quelques résultats obtenus avec l'humidimètre à neutrons n'ont ainsi servi qu'à des vérifications.

B. La mise en place des stations

Les stations, installées en deux temps (les premières au cours de l'année 1966, les secondes en juillet 1967), ont été réparties de part et d'autre du contact général forêt-savane, les unes en lisière, les autres à l'intérieur de ces deux formations végétales, représentant ainsi des types « francs ». D'autre part, certaines ont été couplées, c'est-à-dire placées à faible distance l'une de l'autre, bien que dans des milieux naturels ou artificiels différents.

Le tableau suivant donne une idée de leur répartition.

INDICATIF	TYPES DE VÉGÉTATION	TOPOGRAPHIE ET GÉOMORPHOLOGIE
<i>Mosaïque forêt-savane (piste Man-Séguéla, nord du pont sur le Sassandra)</i>		
H 14	Ilot forestier (forêt dense semi-décidue).	 <p data-bbox="888 461 1424 482">Base de terrasse démantelée et versant de raccordement.</p>
H 13	Savane arborée (à <i>Lophira lanceolata</i> abondants).	
<i>Passage à la savane du nord</i>		
H 16	Savane à <i>Andropogon macrophyllus</i> .	Replat sous une butte, sommet d'un long versant.
H 17	Forêt dense semi-décidue. (Bloc forestier constitué par la réunion de nombreuses forêts-galeries.)	Zone plane correspondant à une ancienne terrasse de la Méné (concrétionnement en profondeur).
<i>Passage de la forêt à la savane (lisière en bordure du Sassandra sur la piste Man-Séguéla)</i>		
H 4	Savane pauvrement arbustive.	
H 3	Lisière de forêt dense semi-décidue dégradée (anc. caféière).	
H 6	Forêt dense semi-décidue (lambeau).	
H 7	Savane arbustive (à <i>Loudetia sp.</i> et <i>Lophira lanceolata</i> abondants).	
<ol data-bbox="888 892 1382 1012" style="list-style-type: none"> 1. Moyenne terrasse démantelée. 2. Versant de raccordement. 3. Basse terrasse (épandage). 4. Zone d'inondation actuelle et bourrelet de berge. 5. Lit du Sassandra (à fond rocheux). <p data-bbox="888 1018 1544 1040">Cuirasse démantelée ou induration en profondeur caractérisent 1 et 2.</p>		

INDICATIF	TYPES DE VÉGÉTATION	TOPOGRAPHIE ET GÉOMORPHOLOGIE
<i>Intérieur de la zone de forêt dense semi-décidue</i>		
H 8	Forêt dense semi-décidue.	
H 11	Forêt dense semi-décidue.	
H 10	Plantation de Teck.	
H 9	Savane incluse (pauvrement arbus-tive).	
<i>Sud de Man (Station d'Agriculture), dans la zone de transition entre forêts denses humides semi-décidues et sempervirentes</i>		
H 5	Défrichement entretenu (pelouse).	Plateau gravillonnaire, à carapace ou cuirasse en profondeur, zone de piedmont en bordure du mont Glas.
H 15	Recrû forestier de 20 ans.	
<i>Zone montagneuse au nord de Man (moyennes collines), sur la piste Man-Touba</i>		
H 1	Savane à <i>Hyparrhenia</i> (cultivée).	Long glacis avec concrétionnement en profondeur.
H 12	Forêt dense semi-décidue dégradée.	
H 2	Forêt-galerie.	
		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Glacis avec induration en profondeur et gravillonnaire en surface. 2. Ressaut cuirassé. 3. Bas-fond occupé par un marigot permanent.

C. Interprétation des mesures

Nous nous sommes livré, pour chaque station, à une étude portant sur la variation de l'humidité du sol, et à une confrontation de cette humidité avec certaines données de la physique du sol.

VARIATIONS DE L'HUMIDITÉ DU SOL

En portant sur un graphique les pourcentages d'eau rencontrés à chaque profondeur, nous obtenons, pour un mois donné, un profil hydrique. Cette opération étant répétée tous les mois, il devient possible de suivre la variation de cette humidité dans le temps à une profondeur donnée et pour l'ensemble du sol considéré. Cette variation apparaît très bien si nous raccordons entre eux les points d'égale humidité. En pratique, il est d'ailleurs préférable de considérer des classes de pourcentage d'humidité.

Ce mode de représentation, certes très séduisant, présente une limite évidente : les relevés étant faits mensuellement, des variations importantes peuvent se produire dans cet intervalle et ne pourront être enregistrées. Le graphique ainsi obtenu ne représente donc qu'un état moyen.

CONFRONTATION AVEC CERTAINES DONNÉES PHYSIQUES DU SOL

a) *Rôle du sol dans l'alimentation en eau de la plante*

« L'alimentation en eau du végétal s'effectue par l'intermédiaire du sol. Schématiquement, on peut considérer celui-ci comme un support permettant la rétention de l'eau des précipitations atmosphériques et sa fourniture aux arbres par l'intermédiaire des racines » (11. R. GRAS, 1962).

Il est bien connu d'autre part que les normes hydriques se situent à des taux d'humidité différents d'un sol à l'autre en fonction de la texture et de la structure. En outre, toute l'eau contenue dans un sol n'est pas directement utilisable par la plante : eau hygroscopique et eau capillaire remplissant les pores les plus fins du sol non absorbables par les racines, eau de gravité s'écoulant trop rapidement.

b) *Valeurs caractéristiques de l'eau*

Deux valeurs sont utiles : la capacité de rétention et le point de flétrissement :

— Capacité de rétention (ou capacité au champ) : c'est la quantité maximale d'eau capillaire retenue dans le sol. Cette valeur est souvent très difficile à obtenir et elle est remplacée dans la pratique par une valeur approchée qui est la capacité au champ.

— Point de flétrissement : c'est la quantité d'eau qui correspond à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbable par les racines. Lorsque cette limite est atteinte, la plante se fane.

Ces deux valeurs sont des constantes physiques indépendantes de la plante, du moins en théorie. Elles sont déterminées en laboratoire par diverses méthodes (succion, centrifugation, pression). Nous avons utilisé la plus cou-

rante, c'est-à-dire la méthode par pression. Les déterminations ont été faites par le Laboratoire central d'analyses des sols et des eaux d'Adiopodoumé.

c) *Le régime hydrique*

La position de la courbe d'humidité du sol à un moment donné par rapport aux courbes correspondant aux différents P_f (domaine de l'eau utile) est intéressante à considérer, car elle permet de comparer l'humidité du sol avec des humidités de référence. C'est ce que nous avons appliqué pour chacune des stations. Trois positions peuvent en effet se présenter :

- humidité du sol supérieure à la capacité de rétention : le sol est saturé, et dans certaines conditions il peut même y avoir asphyxie de la plante ;
- humidité du sol entre la capacité de rétention et le point de flétrissement : la plante est bien alimentée ;
- humidité du sol au point de flétrissement : la plante se fane.

III. CONFRONTATION GÉNÉRALE DES RÉSULTATS

A. Les variations de l'eau dans le sol d'après les graphiques d'humidité

Nous avons déjà insisté sur le fait que les graphiques représentant les variations d'humidité manquent de précision puisqu'ils sont construits à partir d'une seule mesure mensuelle : l'extrapolation que nous avons faite estompe vraisemblablement de nombreuses variations intermédiaires, et n'est donc pas rigoureuse. L'analyse des résultats globaux doit ainsi être très prudente et ne saurait dépasser un certain nombre de remarques générales concernant les périodes de relative sécheresse et humidité, les types de graphiques et le mode de pénétration de l'eau ou celui de l'assèchement.

PÉRIODES DE SÉCHERESSE ET D'HUMIDITÉ RELATIVES

La première constatation qui peut être faite à l'examen des graphiques d'humidité dans le sol est que, dans la plupart des cas, et quelles que soient les valeurs absolues, deux « zones » plus ou moins tranchées apparaissent. Ces zones correspondent à deux périodes d'humidité relativement constantes, l'une étant plus forte que l'autre.

Des différences interviennent pourtant, selon que l'on se trouve sous forêt ou en savane, avec dans le détail plusieurs nuances que nous avons schématisées dans les figures 5 et 6 :

- La période de sécheresse relative est courte sous forêt. Elle peut :
 - soit se réduire à des taches ou à une période ne dépassant pas un mois à un mois et demi (fig. 5 A),
 - soit n'affecter qu'une partie du profil pendant 2 à 3 mois (fig. 5 B),
 - soit s'étendre sur trois mois au maximum (fig. 5 C), mais dans ce cas la différence en valeur absolue entre période sèche et période humide n'est pas très élevée.

Selon les années, cette période de sécheresse relative se place entre novembre-décembre et février-mars.

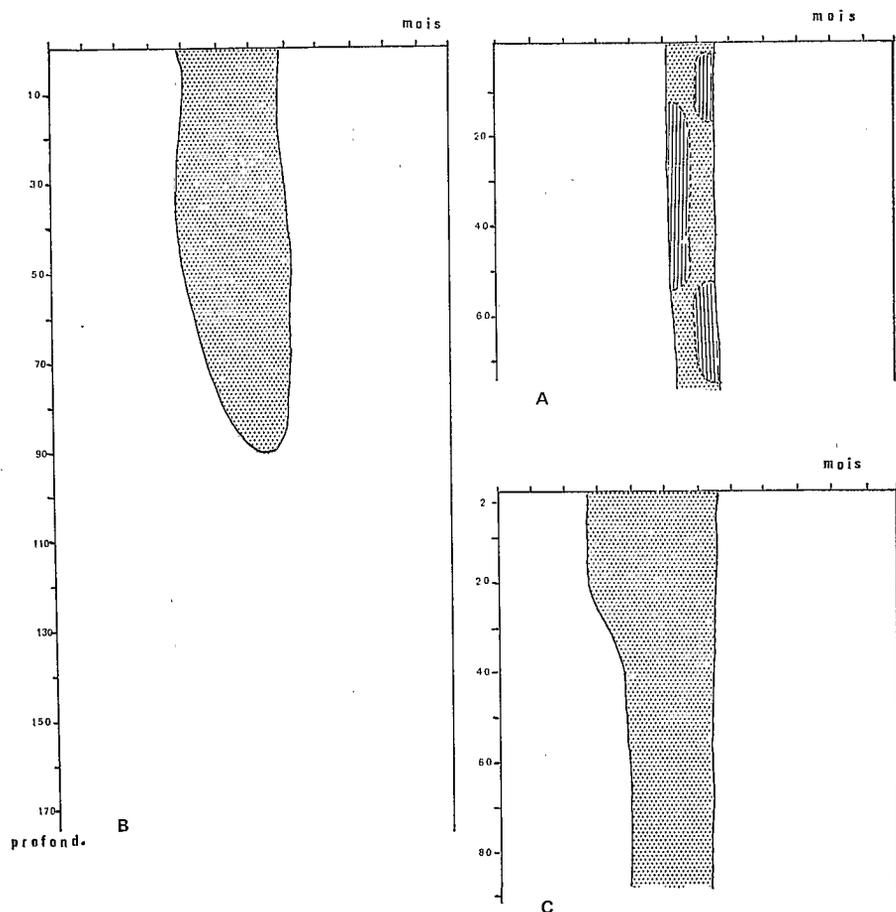


Fig. 5. — Périodes de sécheresse relative du sol sous forêt.

— Cette même période est beaucoup plus longue en savane, et peut durer de quatre à cinq mois (fig. 6) :

— elle affecte l'ensemble du profil,

— le contraste entre les deux périodes est généralement accusé.

Comme pour les profils établis en forêt, il peut y avoir un décalage selon les années (octobre-novembre à février-mars).

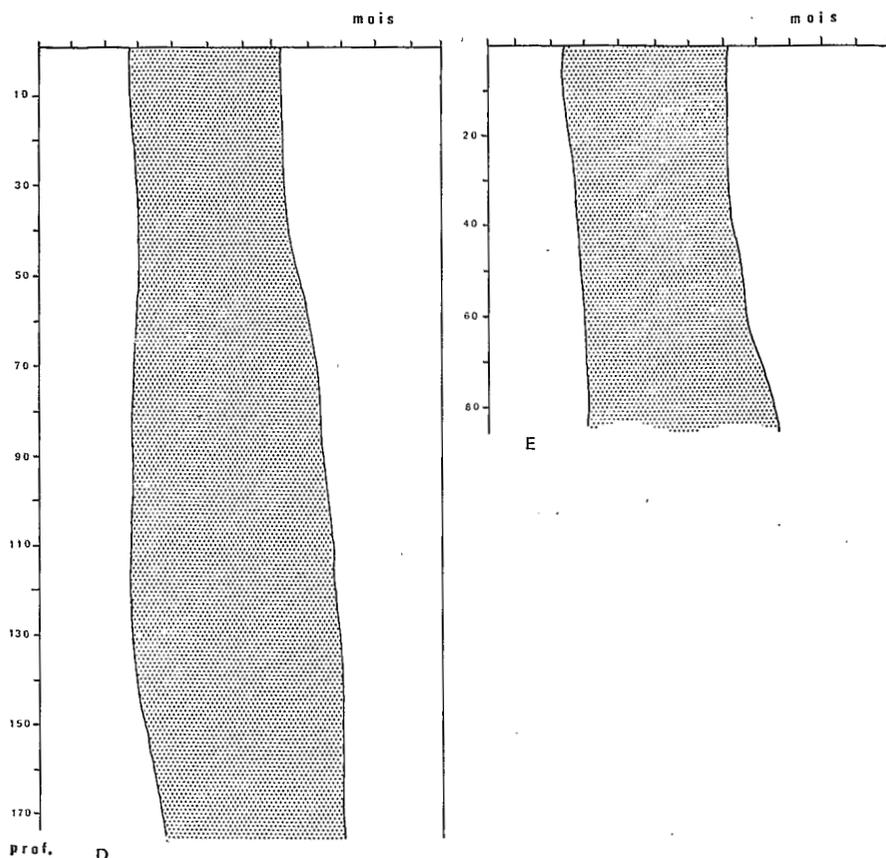


Fig. 6. — Périodes de sécheresse relative du sol en savane.

TYPES DE GRAPHIQUES

Au-delà des deux périodes précédemment définies, une analyse plus fine de la répartition des classes d'humidité permet de mettre en évidence un certain nombre de types de graphiques (fig. 7) :

— bandes d'égale humidité, très grossièrement parallèles à la surface du profil, c'est-à-dire montrant une humidité plus ou moins constante dans le temps, en fonction de la profondeur (fig. 7 *a*) ;

— bandes légèrement obliques, indiquant une pénétration lente mais régulière de l'humidité (fig. 7 *b*) ;

— bandes d'égale humidité largement perpendiculaires à la surface du profil, montrant une variation verticale de l'humidité dans le temps, c'est-à-dire de nombreuses alternances à une même profondeur (fig. 7 *c*) ;

— taches d'humidité se répartissant de façon irrégulière sur un fond relativement homogène (fig. 7 *d*) .

D'autre part, des types intermédiaires se présentent :

— juxtaposition de bandes d'égale humidité perpendiculaires en période sèche et de bandes grossièrement parallèles en surface et perpendiculaires en profondeur, pendant la période humide (fig. 7 e) ;

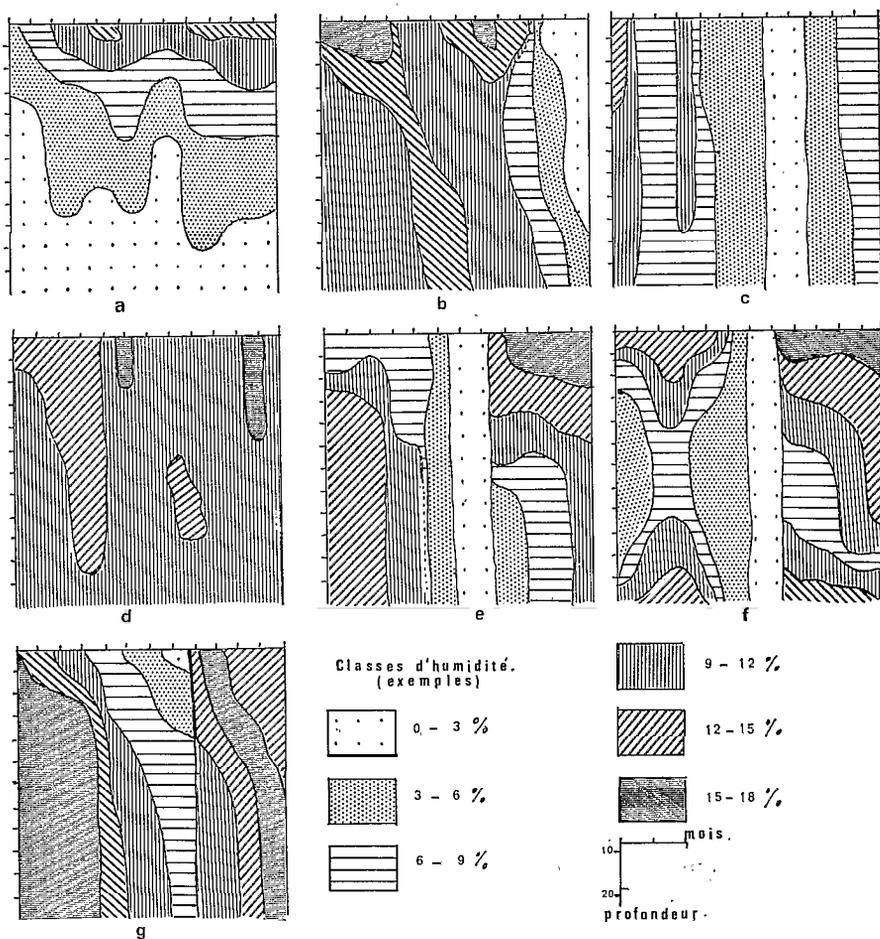


Fig. 7. — Types de graphiques (schématisés).

— bandes perpendiculaires en période sèche, avec une période humide, des bandes grossièrement parallèles en surface et en profondeur, associées à des bandes perpendiculaires au milieu (fig. 7 f) ;

— juxtaposition de bandes obliques en surface et perpendiculaires en profondeur (fig. 7 g).

Certaines de ces caractéristiques sont directement liées à la texture du sol. Par exemple le type « c » est dû à la nature sableuse du matériel, la forte

infiltration permettant une variation rapide de l'humidité. Mais existe-t-il une relation entre ces types et la couverture végétale ? Reportons-nous au tableau ci-dessous :

TYPES DE GRAPHIQUES

	a	b	c	d	e	f	g
Stations	H 8 : Forêt	H 6 : Forêt	H 9 : Savane	H 1 : Savane	H 3 : Lisière	H 14 : Forêt	H 11 : Forêt
	H 2 : Forêt	H 17 : Forêt	H 7 : Savane	H 16 : Savane	H 10 : Plantation		
		H 12 : Forêt	H 4 : Savane		H 5 : Défrichement		
		H 15 : Forêt			H 13 : Savane		

Une relation semble se dessiner, au moins pour les types simples, les types « a » et « b » représentant la forêt, les types « c » et « d » la savane. Par contre les graphiques de type intermédiaire ne paraissent pas très significatifs. Il semble en fait que la répartition des classes d'humidité soit largement conditionnée par le mode de pénétration de l'eau et d'assèchement du sol.

PÉNÉTRATION DE L'EAU ET ASSÈCHEMENT DU SOL

a) *Humidification du sol*

Les précipitations arrivant à la suite d'une période de sécheresse relative ne semblent pas entraîner le même mode d'humidification du sol selon que l'on se trouve en forêt ou en savane (sur un même type de matériel). En effet, si la pénétration est rapide en surface et sur quelques décimètres pour l'ensemble des stations, une différence apparaît à profondeur moyenne (généralement à partir de 40-60 cm) :

— en savane, l'humidification progresse rapidement, et atteint tout le profil, comme le montre le brusque changement de classe d'humidité d'un mois à l'autre ;

— sous forêt, cette humidification semble progresser plus lentement, les changements de classes se faisant plus régulièrement.

b) *Mode d'assèchement du sol*

Quoique moins nette, une différence se manifeste aussi lorsque le sol est en cours d'assèchement :

— sous savane, l'assèchement est relativement rapide et affecte avec la même intensité l'ensemble du profil à quelques exceptions près ;

— sous forêt, cet assèchement est plus lent et n'affecte qu'une partie du profil, en s'étendant petit à petit.

Un schéma peut résumer de façon théorique ces différentes constatations (fig. 8) :

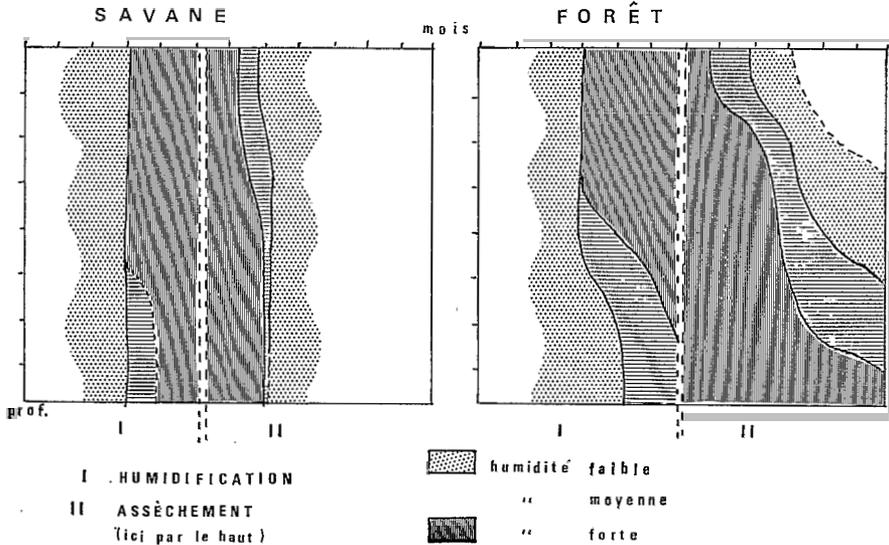


Fig. 8. — Schéma théorique de la pénétration de l'eau et de l'assèchement du sol.

Les différences exposées ci-dessus, allant dans le même sens, font que l'opposition entre période sèche et période humide est mieux marquée en savane qu'en forêt, ce qui complète les observations faites dans les paragraphes précédents.

B. Les périodes de déficit d'alimentation en eau

En comparant les graphiques représentant le régime hydrique des sols, une constatation immédiate s'impose : l'importance de la période où l'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement est très différente selon que l'on se trouve en forêt ou en savane, à une exception près (la station H1, sur laquelle nous reviendrons plus loin).

Examinons tout d'abord les données en année moyenne, avant de formuler des hypothèses pour une année particulièrement sèche.

DÉFICIT EN ANNÉE MOYENNE

En ne retenant, sur les graphiques des différentes stations, que les périodes continues où l'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement, et en superposant ces périodes sans tenir compte des mois réels sur lesquels elles portent, nous obtenons la figure 9 qui nous semble très parlante :

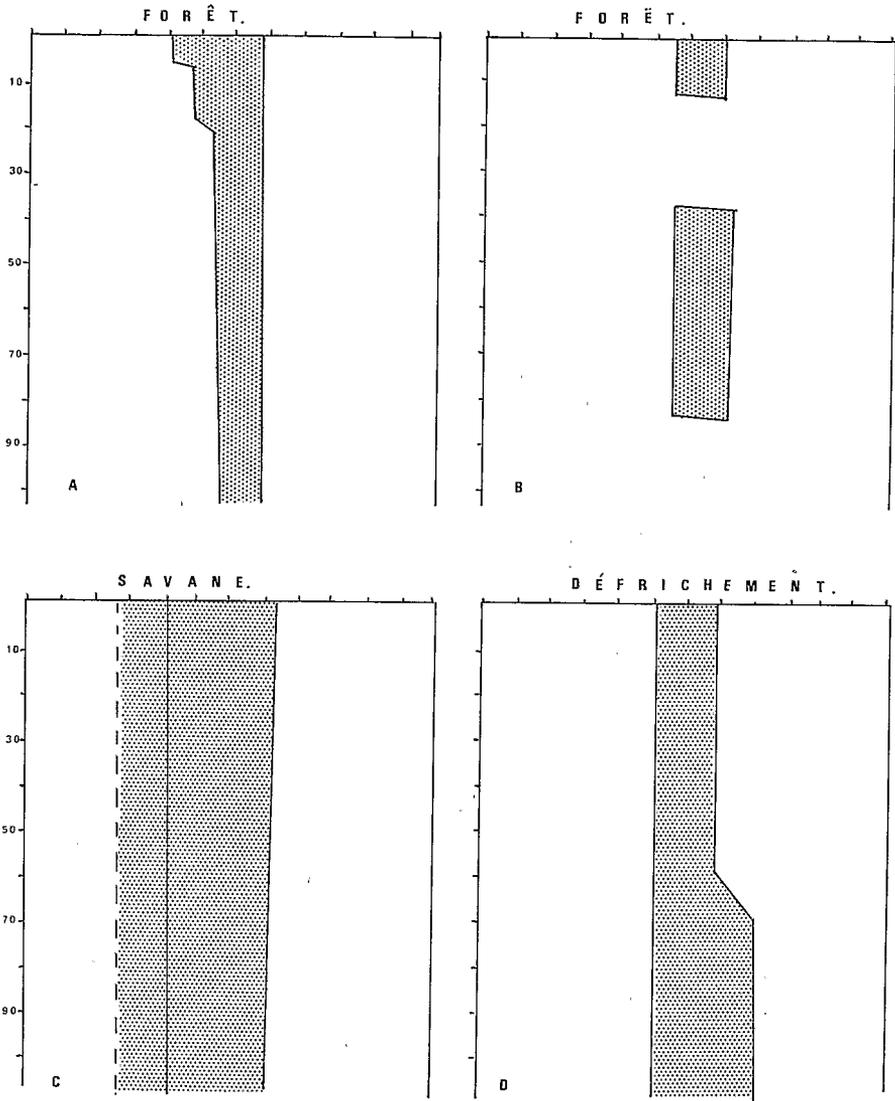


Fig. 9. — Déficit hydrique en année moyenne.

— la période de déficit hydrique est de 1 à 2 mois dans les stations sous forêt, sur tout ou partie du profil (9 A et B) ;

— cette même période est de 3 à 5 mois pour les stations en savane, sur l'ensemble du profil (9 C).

Nous examinerons plus loin le cas du défrichement à l'intérieur de la zone forestière, où cette même période a une valeur intermédiaire (entre 2 et 3 mois ; fig. 9 D).

PÉRIODE THÉORIQUE DE DÉFICIT EN ANNÉE SÈCHE

Dans la gamme des variations interannuelles des précipitations, les années d'observations relatives à notre étude sont moyennes ou à tendance humide (en 1966). On peut se demander alors quel serait le régime hydrique du sol en année particulièrement sèche. Une telle année peut en effet avoir une importance considérable par l'effet de « cataclysme » qu'elle produit, en éliminant brutalement les jeunes plantes et plantules forestières qui auraient pu s'établir pendant les années moins sèches. On ne saurait mieux comparer ce mode d'évolution qu'à celui d'un fond de vallée qui paraît stabilisé et qui est bouleversé par une crue décennale ou centenaire par exemple. Notons aussi que les feux de brousse pourront être plus violents sur ce matériel plus sec, donc plus meurtriers.

Les années d'observation dont nous disposons permettent de formuler une hypothèse qui pourrait s'appliquer à une année sèche, tout en restant dans des limites raisonnables.

Le début et la fin de la période où l'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement sont en effet décalés selon les années. Or on peut imaginer une année où les deux phénomènes seraient dissociés, c'est-à-dire où l'état de sécheresse commencerait tôt et finirait tard.

Nous avons donc, pour chaque station, superposé les trois années d'observations sur un même graphique, en respectant les mois réels d'apparition du déficit hydrique. Les figures ainsi obtenues, quoique théoriques, nous paraissent très suggestives. La figure 10 en donne un exemple pour quatre stations :

— les stations en forêt présentent un déficit hydrique de 2 à 3 mois continus sur l'ensemble du profil ;

— les stations en savane sont caractérisées par un déficit hydrique de 4 à 6 mois sur l'ensemble du profil (sauf la station H1, comme précédemment).

Il faut signaler d'autre part que les exemples de la figure 10 représentent deux séries de stations couplées (forêt de sommet, savane de pente).

CONCLUSIONS SUR LES PÉRIODES DE DÉFICIT HYDRIQUE DES SOLS

Les constatations que nous venons de faire nous semblent primordiales, dans la mesure où :

— d'une part les trois à cinq mois consécutifs écologiquement secs ne permettent pas — ou très difficilement — à la végétation forestière de s'installer en savane ;

— d'autre part en retenant comme hypothèse possible une évolution saccadée de la nature, c'est-à-dire ici une année particulièrement sèche

PÉRIODE DE SÉCHERESSE THÉORIQUE.

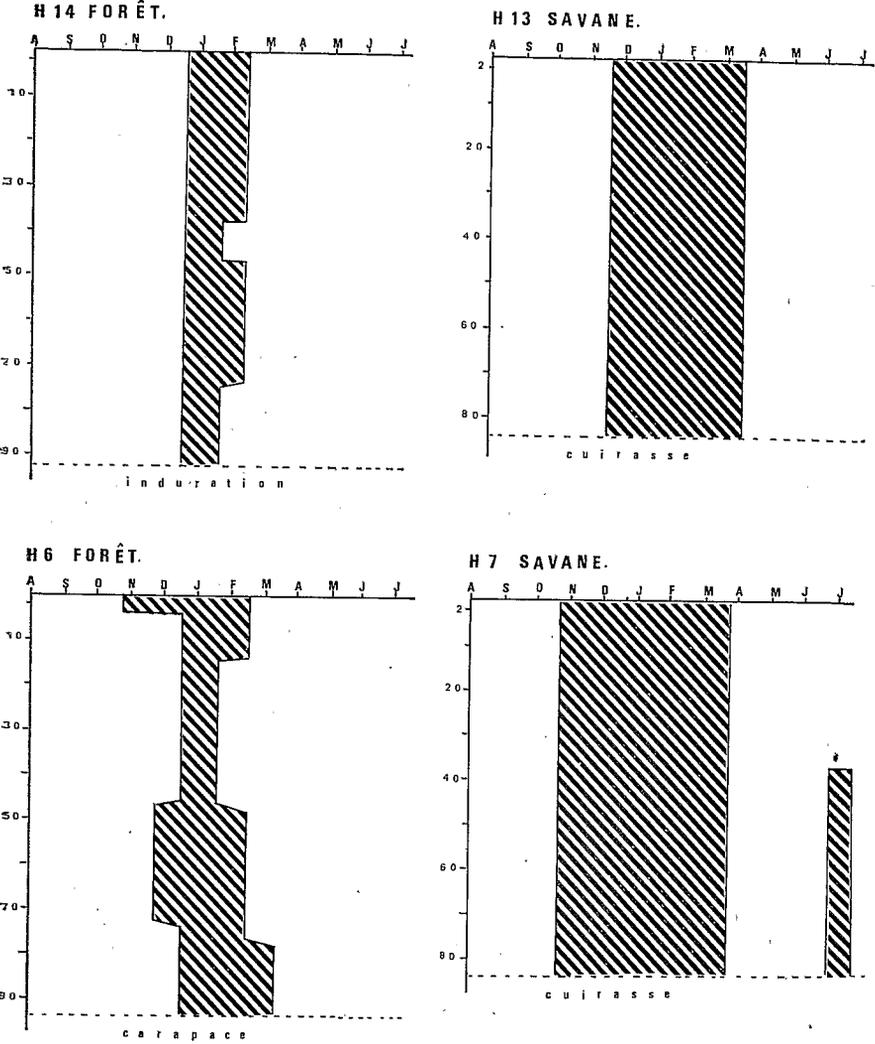


Fig. 10. — Période de sécheresse théorique.

tous les dix ou douze ans par exemple, l'effet néfaste de la période écologiquement sèche sera amplifié, et sera un facteur limitant à la progression de la forêt.

Une première attitude serait donc d'admettre que les savanes sont effectivement dues à cette période de sécheresse du sol, et nous aurions, par l'étude du régime hydrique, une explication immédiate de la répartition de la forêt par rapport à la savane.

Les choses ne sont pourtant pas si simples, car, comme pouvait le laisser entendre la première partie de cette section, il faut envisager aussi la réciproque : le régime hydrique n'est-il pas la conséquence de la présence de la forêt ou de la savane ?

IV. LE RÉGIME HYDRIQUE : CAUSE OU CONSÉQUENCE DES SAVANES

Le rôle protecteur de la forêt a souvent été avancé, et n'est d'ailleurs plus à démontrer dans certains domaines. Citons par exemple le double rôle d'écran vis-à-vis des précipitations et de la lumière. Mais cet écran est-il suffisant pour modifier aussi radicalement le régime hydrique des sols ?

Cette question est d'importance, car elle pose le problème général de savoir si le régime hydrique du sol est une cause ou une conséquence de la répartition des forêts et des savanes. Pour y répondre, examinons quelques cas particuliers.

A. Un apport intéressant : l'étude des défrichements

DÉFRICHEMENT A L'INTÉRIEUR D'UN MASSIF FORESTIER

La station H 5, située dans le périmètre de la Station d'Agriculture de Man, représente un défrichement entretenu à l'intérieur du massif forestier au sud de la zone étudiée. Il paraît normal de l'assimiler à une savane, du moins en ce qui concerne le type physiologique de couverture végétale.

Que constatons-nous du point de vue du régime hydrique ? La période continue où l'humidité est inférieure au point de flétrissement est de 2 à 3 mois sur tout ou partie du profil (fig. 9 D). Cette valeur, intermédiaire entre celles obtenues sous forêt et celles de savane, est tout de même plus proche de celles sous forêt, comme le montre l'ensemble de la figure 9.

Ainsi, le régime hydrique du sol n'est pas foncièrement modifié par l'absence de couverture forestière dans cette zone. Tout au plus, la période de sécheresse écologique est-elle très légèrement allongée.

DÉFRICHEMENT EN LISIÈRE DE LA FORÊT

La station H 3 est implantée dans la zone de mosaïque forêt-savane en bordure du fleuve Sassandra : c'est une lisière de forêt défrichée où a été installée une caféière actuellement abandonnée. Des espèces de savanes boisées et de lisière forestière s'y côtoient. La forêt semble regagner progressivement, mais la couverture végétale reste clairsemée.

Le régime hydrique est identique à celui observé généralement sous forêt, soit un et demi à deux mois écologiquement secs. La seule différence provient d'une période écologiquement sèche légèrement plus longue en surface, sur les 15 à 20 premiers centimètres (deux et demi à trois mois).

Comme précédemment, la faible importance de l'écran végétal ne modifie donc pas sensiblement le régime hydrique du sol.

B. Étude de deux cas originaux

LA MOSAÏQUE FORÊT-SAVANE DANS LA ZONE MONTAGNEUSE AU NORD DE MAN

Cette zone nord du massif de Man proprement dit a déjà été décrite dans la première partie. Rappelons seulement qu'elle se présente comme un vaste puzzle où les forêts-galeries occupent la quasi-totalité des bas-fonds, tandis que les sommets et versants sont soit en forêt, soit en savane, sans qu'une loi de répartition puisse être dégagée au premier abord.

Sur les plus hauts reliefs, quelques principes de répartition apparaissent, mais n'ont rien de systématique : certaines savanes de sommets ou de versants correspondent à des affleurements de la roche ou à des zones à dépôts de pente très peu épais et grossiers ; par contre les forêts se localisent volontiers dans les vallons remontant le long des flancs de ces massifs. Dans d'autres cas, elles occupent les replats sommitaux à sol plus profond que sur les versants qui sont alors en savane.

Mais sur les autres éléments du paysage qui sont constitués de collines aux flancs plus ou moins évasés et de longs glacis, la répartition est beaucoup plus anarchique.

C'est dans cette dernière zone que nous avons installé des stations. La station en forêt-galerie ne pose pas de problème particulier (voir plus loin). La station en forêt dense sempervirente (H 12) est conforme à ce que nous avons observé précédemment. Par contre, la station H 1, en savane, ne rentre pas dans le système des savanes déjà décrites. En effet, l'humidité du sol reste presque toujours supérieure au point de flétrissement, le régime hydrique du sol étant identique à celui rencontré sous forêt, malgré la présence de la savane.

Là encore, la savane n'entraîne donc pas forcément une période d'assèchement importante et ne semble pas modifier le régime hydrique du sol : celui-ci ne peut être une conséquence de la savane, du moins pour de tels sols à forte teneur en argile.

Comment, alors, expliquer la présence de cette savane ? Il faut sans doute faire intervenir d'autres facteurs : dans cette zone très peuplée depuis une époque ancienne, les actions anthropiques sont visibles et elles aussi anciennes. Des défrichements importants ont eu lieu depuis de nombreuses décennies. Ces actions anthropiques peuvent alors être une des hypothèses avancées pour expliquer la répartition anarchique des formations végétales. Il serait fort possible d'admettre que la savane s'est installée sur une zone qui était occupée par une forêt détruite par l'homme. Cette savane ne persiste qu'à

cause du caractère artificiel imposé par les feux de brousse annuels, et la permanence du défrichement.

Notons que si cette hypothèse se révélait exacte, elle aurait une application importante : l'étude du régime hydrique du sol permettrait en effet de différencier dans les zones de savanes celles qui ont une potentialité forestière de celles qui ne l'ont pas.

LE PROBLÈME DES SAVANES INCLUSES

La station H 9 pose le problème des savanes incluses à l'intérieur de l'aire occupée par la forêt dense semi-décidue. Ces savanes se localisent généralement le long d'axes préférentiels constitués par des dépressions sableuses. L'origine et la mise en place de ce modelé doivent être recherchées par une étude paléogéographique de la région, ce qui est fait d'autre part. Il nous suffit de constater dans l'immédiat que ces dépressions offrent des conditions édaphiques différentes du reste de la zone, et, parmi celles-ci, le régime d'humidité du sol semble jouer un rôle primordial ; ce sol est en effet soumis à un régime hydrique très contrasté se caractérisant par :

— une longue période de dessiccation (humidité du sol inférieure au point de flétrissement),

— une longue période de saturation (humidité du sol largement supérieure à la capacité de rétention).

Les arbres ne peuvent s'y installer car, si le système racinaire est susceptible de s'adapter à l'une ou l'autre de ces conditions, il ne peut le faire pour les deux à la fois, ou, plus exactement, il ne peut survivre à une telle alternance. C'est là toute la différence avec le cas des forêts-galeries qui s'installent dans les mêmes conditions topographiques, mais avec une forte humidité sinon une saturation permanente : la présence de l'eau n'est plus un caractère limitant car ce sont alors des espèces particulières, adaptées à l'excès d'humidité, qui se développent.

Comme dans les cas précédents, la savane ne semblent pas être la cause de ce régime hydrique, puisque ce dernier est lié aux conditions particulières de drainage de ces bas-fonds.

C. Conclusions

Les observations faites sur ces différentes stations permettent de donner un élément de réponse à la question posée au début de ce chapitre :

— la très légère augmentation de la durée de la période où l'humidité est inférieure au point de flétrissement, surtout en surface, serait une conséquence de la présence de la savane ;

— mais cette période continue écologiquement sèche restant, même pour les défrichements en zone forestière, très proche de celle obtenue pour les stations en forêts, la présence de la forêt ou de la savane ne modifierait pas fondamentalement le régime hydrique des sols.

Celui-ci pourrait donc être considéré comme une cause plutôt que comme une conséquence de la répartition des forêts et des savanes.

CONCLUSIONS

Les mesures de l'eau dans le sol effectuées sur les dix-sept stations dans la région au nord de Man nous ont permis de montrer que la répartition des forêts et des savanes ne semble pas étrangère aux variations des régimes hydriques des sols, et qu'elle en est, au moins pour une part, la conséquence.

Mais, sous réserve de vérifications ultérieures sur lesquelles nous reviendrons plus loin, cette influence de l'eau du sol peut aussi se situer à plusieurs niveaux dans les tentatives d'explication du contact forêt-savane.

A. L'importance du régime hydrique

DANS L'EXPLICATION DU CONTACT EN GÉNÉRAL

Le rôle de l'eau dans le sol semble déterminant si l'on considère les deux grandes formations que constituent les forêts et les savanes. En effet, d'après nos observations, la forêt ne pourrait s'installer que là où la période continue écologiquement sèche du sol est inférieure à 2 ou 3 mois au maximum.

Cette conclusion confirme les hypothèses souvent émises :

— d'une part l'extension possible actuelle de la forêt dépendrait des conditions climatiques présentes, ces dernières étant largement déterminantes dans la présence de l'eau dans le sol ;

— d'autre part, comme il a dû en être de même dans le passé, les variations paléoclimatiques seraient responsables et auraient obligatoirement entraîné le recul ou l'avancée générale de la forêt.

Nous pouvons ainsi définir une aire potentielle de l'extension de la forêt. Cela ne signifie pas que cette aire soit effectivement occupée par la forêt actuelle :

— A la suite du recul dû à la dernière période sèche quaternaire, la réadaptation aux conditions actuelles favorables mais limitées ne peut se faire que difficilement et progressivement ; certains facteurs édaphiques limitants, l'action des feux de brousse et des défrichements peuvent en particulier retarder cette progression.

— Des défrichements et cultures quasi permanentes peuvent avoir détruit complètement la forêt. La potentialité forestière demeure, mais une forêt n'a pas le temps de se reconstituer entre deux cultures (région densément peuplée au nord de Man par exemple). Il est à noter que dans ce cas, si l'aspect physionomique est celui d'une savane, la composition floristique est particulière.

DANS L'EXPLICATION DE LA MOSAÏQUE EN MARGE DU MASSIF FORESTIER

Il est certain qu'en bordure de la zone forestière ainsi définie les conditions climatiques sont limitées, et que la nature du sol peut prendre le relais. A précipitations égales, tout juste favorables à une alimentation théorique du sol, certains sols ont une meilleure rétention en eau entraînant un régime

propice à la forêt, alors que d'autres s'assèchent plus rapidement et plus facilement; le régime hydrique contrasté qui en résulte détermine l'installation de la savane.

Ainsi pourrait s'expliquer la répartition en mosaïque, telle qu'on la rencontre en bordure des massifs forestiers continus, sans être obligé de faire intervenir systématiquement d'hypothétiques défrichements au milieu desquels quelques flots forestiers « persistants » sont interprétés comme des « bois sacrés » par exemple. Ces flots sont d'ailleurs la plupart du temps sur les sommets des collines ou buttes.

Le paysage végétal serait tout simplement constitué par un ensemble cohérent avec des flots forestiers et des forêts-galeries d'une part, correspondant à des milieux édaphiques particuliers et favorables à la forêt, et par des savanes d'autre part, sur les sols retenant moins bien l'humidité. Nous montrerons en outre que cette différence de sol correspond en fait à des conditions bien précises, puisqu'elle est liée à l'évolution géomorphologique de la région considérée.

DANS LA STABILISATION DES LISIÈRES

Lorsque l'on descend d'un cran encore dans l'échelle des grandeurs, et que l'on aborde le problème des lisières, l'importance du régime hydrique du sol change elle aussi de dimension. Deux cas peuvent en effet être considérés :

— La forêt est en deçà de sa limite potentielle, pour les raisons exposées p. 447 : le régime hydrique est favorable à l'avancée de la forêt, sa progression sera plus ou moins rapide, et souvent fonction des autres facteurs qui pourraient la perturber : facteurs édaphiques limitants, actions des feux de brousse et des défrichements par exemple.

— La forêt est près de sa limite potentielle : la réavancée ou l'avancée de cette forêt se fait par des espèces pionnières mieux adaptées à une sécheresse relative. En s'étoffant petit à petit, elles finissent par servir d'écran de protection, et modifient légèrement le milieu. Ce serait à ce stade que pourrait jouer l'aspect causal de la végétation dans la petite modification du régime hydrique du sol, cet écran réduisant faiblement la période écologiquement sèche. Mais ce nouvel équilibre reste très précaire et deux types de phénomènes peuvent le détruire :

— l'action des feux de brousse naturels ou artificiels entrave d'autant mieux le développement des espèces pionnières que les conditions d'humidité sont limitées, et que ces espèces ne sont que faiblement adaptées aux feux ;

— l'apparition d'une année exceptionnellement sèche, ou d'une série d'années relativement plus sèches, anéantira l'avancée des années précédentes.

Seule une modification même minime des conditions climatiques, et en particulier une augmentation de la pluviosité, pourraient permettre à cette lisière de progresser.

B. Les limites de l'étude

Si les résultats auxquels nous aboutissons semblent apporter des éléments intéressants dans l'explication du contact forêt-savane, nous devons cependant faire preuve d'une certaine prudence avant de passer à une généralisation.

D'une part, la méthode utilisée a des limites qui lui sont propres, d'autre part, comme toute recherche relative aux sciences de la Terre, il est indispensable de confirmer les résultats par d'autres méthodes, et de les confronter à la réalité.

LES INSUFFISANCES DE LA MÉTHODE

Ces insuffisances portent sur la périodicité des mesures, le nombre et la localisation des stations, la trop faible importance des années d'observations.

a) Périodicité des mesures

Nous ne reviendrons pas sur l'imperfection des mesures mensuelles qui ne permettent qu'une vue globale des phénomènes, et, à la limite, empêchent de saisir une humidification et un assèchement de courte période. D'après les relevés pluviométriques, une telle humidification n'est guère possible, mais nous ne pouvons l'affirmer avec certitude.

b) Valeur sur trois années seulement

Il est certain que trois années d'observations de l'eau dans le sol ne peuvent être suffisantes quand on connaît les variations interannuelles de la pluviosité dans la zone intertropicale. Nous ne citerons comme exemple que le mois de juillet 1967 exceptionnellement sec (38 mm de pluie à Man, contre 221 mm en moyenne), et qui s'est traduit par un assèchement anormal des sols. Nous avons certes envisagé le cas d'une année particulièrement sèche, dans le cadre d'une évolution saccadée de la nature. Mais nous ne pouvons rejeter *a priori* une évolution moins tranchée, à partir seulement d'une série d'années relativement sèches, qui pourraient modifier considérablement le régime des sols et avoir des conséquences non négligeables sur la végétation, alors que le reste du temps il ne se produirait que des réadaptations de détail.

c) Nombre et localisation des stations

Bien que les stations retenues nous aient semblées représentatives des différents milieux en présence, leur nombre peut paraître insuffisant pour autoriser une généralisation des résultats en toute certitude. Il faudrait pour le moins procéder à l'opération inverse qui consisterait à confronter les résultats acquis avec la réalité du terrain, c'est-à-dire installer de nouvelles stations en lisière, et dans les zones « pures » dont on connaîtrait avec certitude la permanence et l'état naturel de la formation végétale.

D'autre part nous ne prétendons pas que nos stations répondent à tous les types de contact, et que les résultats soient applicables à l'ensemble des zones de contact forêt-savane.

CONFRONTATION AVEC D'AUTRES MÉTHODES

Dans un problème aussi complexe que celui de l'étude du contact forêt-savane, seules les données venant d'horizons différents et leur mise en corrélation pourront apporter une solution : le régime hydrique des sols est une de ces données, mais il en existe d'autres : les facteurs chimiques du sol, les interventions humaines, l'évolution géomorphologique par exemple. Ce n'est que lorsque nous aurons une connaissance approfondie de ces différents éléments qu'il sera possible de les « hiérarchiser » et de faire la part respective des facteurs « prédisposants, causaux, résultants et de maintien ».

L'explication du contact forêt-savane est à ce prix. La présente étude n'a d'autre but que de contribuer à une meilleure connaissance d'un des éléments du milieu.

Bibliographie sommaire

1. ADJANOHOUN (E.), « Végétation des savanes et rochers découverts en Côte-d'Ivoire centrale », *Mémoire O.R.S.T.O.M.*, n° 7, Paris, 1964, 219 p.
2. AUBREVILLE (A.), « Les lisières forêt-savane dans les régions tropicales », *Adansonia*, t. VI, 1966, fasc. 2, p. 175-187.
3. AVENARD (J.-M.), *Une Année d'observation de l'eau dans le sol dans la région de Man (Côte-d'Ivoire) en relation avec l'étude du contact forêt-savane*, Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, 1967, 108 p. multigr.
4. AVENARD (J.-M.), « Réflexions sur l'état de la recherche concernant les problèmes posés par les contacts forêts-savanes. Essai de mise au point et de bibliographie », Bondy, *O.R.S.T.O.M., série Initiations, Documentations techniques*, 1969, n° 14, 154 p.
5. AVENARD (J.-M.), *La Répartition des formations végétales en relation avec l'eau dans le sol dans la région de Man-Touba*. Série : Recherches sur le contact forêt-savane en Côte-d'Ivoire, O.R.S.T.O.M., série Travaux et Documents, Paris, 1972, n° 12, 159 p.
6. BONVALLOT (J.), *Étude du régime hydrique de quelques sols de Lamto (Côte-d'Ivoire)*, Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, 1968, 51 p., multigr.
7. DAUDET (F. A.), LESPINAT (P.), *Étude des éléments du bilan hydrique naturel d'une culture et de leurs interactions*, O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, 1968, 22 p., multigr.
8. ELIDIN (M.), DAUDET (A.), *Notice explicative des cartes climatologiques de Côte-d'Ivoire*, O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, 1967, 18 p., multigr.
9. FEODOROFF (A.), « Ressuyage du sol et capacité de rétention par l'eau », *Ann. agronom.*, 162, 1962, 13-6, p. 523-547.
10. FOCAN (A.), FRIPIAT (J.), « Une année d'observation de l'humidité du sol à Yangambi », *Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, XXIV, 1953, 3, p. 971-984.
11. GRAS (R.), « Quelques observations sur les relations entre les propriétés physiques du sol et la croissance du pêcher dans la vallée du Rhône entre Vienne et Valence », *Ann. agronom.*, 1962, 13-2, p. 141-174.
12. HILLS (Th.), « Les limites savanes-forêts tropicales : colloque du Venezuela », *Nature et ressources*, vol. I, 1965, n° 4, p. 5-10.
13. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), « Nature et origine du relief de la dorsale guinéenne », *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 235, 1952, p. 1144-1146.
14. LEMÉE (G.), « Effets des caractères du sol sur la localisation de la végétation en zones équatoriale et tropicale humide », in *Sols et végétation des régions tropicales*. Travaux du Colloque d'Abidjan, 1959, Paris, Unesco, 1961, p. 25-39.
15. ROUGERIE (G.), « Le façonnement actuel des modelés en Côte-d'Ivoire forestière », *Mémoire I.F.A.N.*, n° 58, Dakar, 1960, 542 p.
16. SCHNELL (R.), « Structure et évolution de la végétation des monts Nimba (A.O.F.) en fonction du modelé et du sol », *Bull. I.F.A.N.*, série A, VII, 1945, p. 80-100.
17. TURC (L.), « Le bilan d'eau des sols, relation entre les précipitations et l'écoulement », *Ann. agronom.*, sér. A, vol. 6, 1954, n° 1, p. 491-596.

Armand 38

Annales de Géographie

n° 446, vol LXXXI, 1972

EXTRAIT

LIBRAIRIE ARMAND COLIN

103, Boulevard Saint-Michel — PARIS-V^e

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28498, ex 1

Cote : B