OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre d'Adiopodoumé

Section SCIENCES HUMAINES

Laboratoire Géographie Physique

# UNE ANNEE D'OBSERVATION DE L'EAU DANS LE SOL DANS LA REGION DE MAN (COTE D'IVOIRE) EN RELATION AVEC L'ETUDE DU CONTACT FORET-SAVANE

par

J.M. AVENARD
Chargé de Recherches

Décembre 1967

# UNE ANNEE D'OBSERVATION DE L'EAU DANS LE SOL

# DANS LA REGION DE MAN (COTE D'IVOIRE)

# EN RELATION AVEC L'ETUDE DU CONTACT FORET-SAVANE

par

J-M. AVENARD

Introduction.

I - Le cadre naturel :

A - La répartition de la végétation et les différents aspects du contact forêt-savane dans la région de Man-Touba.

1 - description sommaire de la région

a) éléments du paysage

b) géologie

c) géomorphologie

d) les sols

2 - les paysages végétaux

a) les grands ensembles

b) les aspects du contact

B - Elements du climat

1 - caractéristiques générales

a) température

b) précipitations

2 - répartition des saisons et régime pluviométrique

3 - déficit hydrique

II - Les méthodes d'étude de l'eau dans le sol:

A - Méthode théorique

B - Réalisation pratique

1 - exécution des mesures

a) principe

b) matériel

c) les opération successives

2 - la mise en place des stations.

.../...

C - Interprétation des résultats.

1 - graphique représentant les variations de l'humidité du sol

2 - confrontation avec certaines données physiques du sol.

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

b) valeurs caractéristiques de l'eau

c) le régime hydrique

d) réserve d'eau du sol

III - Les données particulières à chaque station.

A - Les stations dans la zone de contact forêt-savane en bordure du Sassandra (sur terrasses ou épandages alluviaux anciens).

1 - station H 3 : forêt dense semi-décidue dégradée

2 - station H 4 : Savane

3 - station H 6 : lambeau forestier (forêt dense semi-décidue)

4 - station H 7 : savane

B - Les stations à l'intérieur de la zone de forêt dense semi-décidue

1 - station H 8 : forêt dense semi-décidue sur glacis cuirassé

2 - station H 9 : savane incluse sur dépression sableuse

3 - station H IO : plantation de teck

4 - station H II : Forêt dense semi-décidue sur versant sablo-argileux.

C - La mosaïque forêt-savane au nord de Man.

1 - station H 1 : savane sur glacis

2 - station H 12 : forêt dense sempervirente sur glacis

3 - station H 2 : forêt galerie.

IV - Conclusions provisoires sur le rôle des régimes hydriques des sols dans l'explication du contact forêt-savane.

A - Faits d'observation replacés dans le contexte.

1 - comparaisons des stations entre elles

2 - régime hydrique : cause ou conséquence des savanes

3 - le problème des savanes incluses

4 - la mosaïque de la zone montagneuse au nord de Man

B - Opérations ultérieures

1 - poursuite des observations

- valeur sur une seule année
- autres données

2 - augmentation du nombre des stations

3 - emploi d'autres méthodes.

Les problèmes que pose la répartition des ensembles végétaux dans les zones équatoriales et tropicales humides ont déjà fait l'objet de nombreux travaux (1). Cependant, de l'avis même de spécialistes venus de divers horizons scientifiques et réunis en mai I964 au Vénézuela pour confronter leurs idées sur la nature des limites entre forêt et savane, "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 (2).

Le Comité Technique de Géographie de l'O.R.S.T.O.M. ayant décidé en I965 que cet organisme pouvait apporter sa contribution à l'étude de ces problèmes, nous avons été chargé d'entreprendre une recherche d'ensemble sur les aspects du contact forêt-savane dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire, dans la région de MAN-TOUBA.

Dans l'ensemble du monde intertropical, il ne fait pas de doute que le climat joue un rôle déterminant dans la répartition des grands ensembles végétaux, mais que d'autres facteurs interviennent et peuvent parfois prendre un rôle

---

(1) - Une mise au point est actuellement en cours de rédaction sur ce sujet : J-M. AVENARD : Etat de la recherche concernant les problèmes posés par le contact forêt-savane. Essai de bibliographie.

(2) - Th.L. HILLS : Les limites savanes-forêts tropicales : Colloque du Vénézuela Nature et ressources, Bull. de la Décenie hydrologique intern. Vol. 1, n° 4, Décembre I965.

prépondérant : l'intervention humaine, les variations paléoclimatiques, les influences édaphiques. Notre région n'échappe pas à cette règle générale. Mais quelle est la part respective de chacune de ces influences ? C'est, dans un premier temps, ce que nous devons nous efforcer de connaître, et pour cela, entreprendre une recherche tendant à définir les milieux en présence par un bilan systématique de leurs caractères. Diverses orientations ont ainsi été prises en vue de préciser les données de base : par exemple, une étude géomorphologique a été entreprise pour déceler les éventuelles variations paléoclimatiques. Une autre direction de recherche concerne les influences édaphiques, et parmi celles-ci, une place spéciale a été faite à l'eau du sol. C'est cet aspect du problème que nous voudrions aborder dans ces quelques pages.

Position du problème : La quantité d'eau se trouvant dans le sol à un moment donné représente déjà une synthèse puisqu'elle est la résultante de toute une série de phénomènes : elle correspond à la somme algébrique de la pluviométrie, du ruissellement, de l'infiltration en profondeur, de l'évaporation, de la consommation de la plante .... Il serait certes utile d'avoir le détail, c'est-à-dire la part de chacun de ces éléments, mais la connaissance de cette donnée, à une date précise, et celle de sa variation tout au long de l'année, n'en sont pas moins capitales. En effet, le rôle écologique du régime d'humidité est essentiel car il commande l'alimentation 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 la caractère limitant pour la plante ; la végétation peut se développer dans les conditions optima.

- 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'entrainer 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 (structure et surtout texture) ; il faut par exemple beaucoup d'eau dans un sol argileux pour que la plante puisse prospérer, alors que sur un sol sableux, le pourcentage d'eau peut être beaucoup plus faible.

Cependant une question vient tout de suite à l'esprit : N'est-il 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 pas alors être un des éléments d'explication de la répartition de ces formations ?

Une autre attitude pourrait être 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 du sol serait-elle 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, en mettant en place une série de stations de mesure de l'eau dans le sol ; notre propos est de décrire ces stations et les méthodes qui ont été employées, puis de présenter les résultats obtenus au cours d'une première année d'observation. Nous essaierons ensuite de replacer ces faits dans un contexte général en comparant les stations entre elles et tirerons les conclusions provisoires et réflexions que suggère cette étude.

Préalablement, il nous a cependant paru nécessaire de présenter brièvement la région dans laquelle ont été faites ces observations, en insistant essentiellement sur la répartition des formations végétales et sur l'aspect physionomique du contact forêt-savane. Nous compléterons cet aperçu général par une donnée essentielle, à savoir les éléments du climat indispensables à la compréhension de l'alimentation en eau du sol.

# I - LE CADRE NATUREL

## A - LA REPARTITION DE LA VEGETATION ET LES DIFFERENTS ASPECTS DU CONTACT FORET-SAVANE DANS LE REGION DE MAN-TOUBA.

Située à l'extrémité Nord-est de la Dorsale Guinéenne (approximativement entre 7° I5' 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 et à l'Est par le fleuve Sassandra, tandis que les limites Nord et Sud sont beaucoup moins nettes et ne sauraient être données avec précision. 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 (par exemple la savane de KOUIBLY), d'autre part, vers le Nord, des forêts-galeries et des ilôts forestiers importants remontent très haut.

Cette région correspond à la zone couverte par la feuille MAN et la moitié Sud de la feuille TOUBA au I/200.000 de l'I.G.N. (feuilles NB 29-XXIII et NB 29-V).

### 1 - Description sommaire de la région.

#### a) Eléments du paysage.

Deux types de paysages s'opposent radicalement : la majeure 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 et empruntée par le fleuve

Sassandra (esquisse topographique au I/500.000 d'après les cartes au I/50.000 de MAN et I/200.000 I.G.N. et la carte aéronautique au I/I.000.000).

- La zone montagneuse.

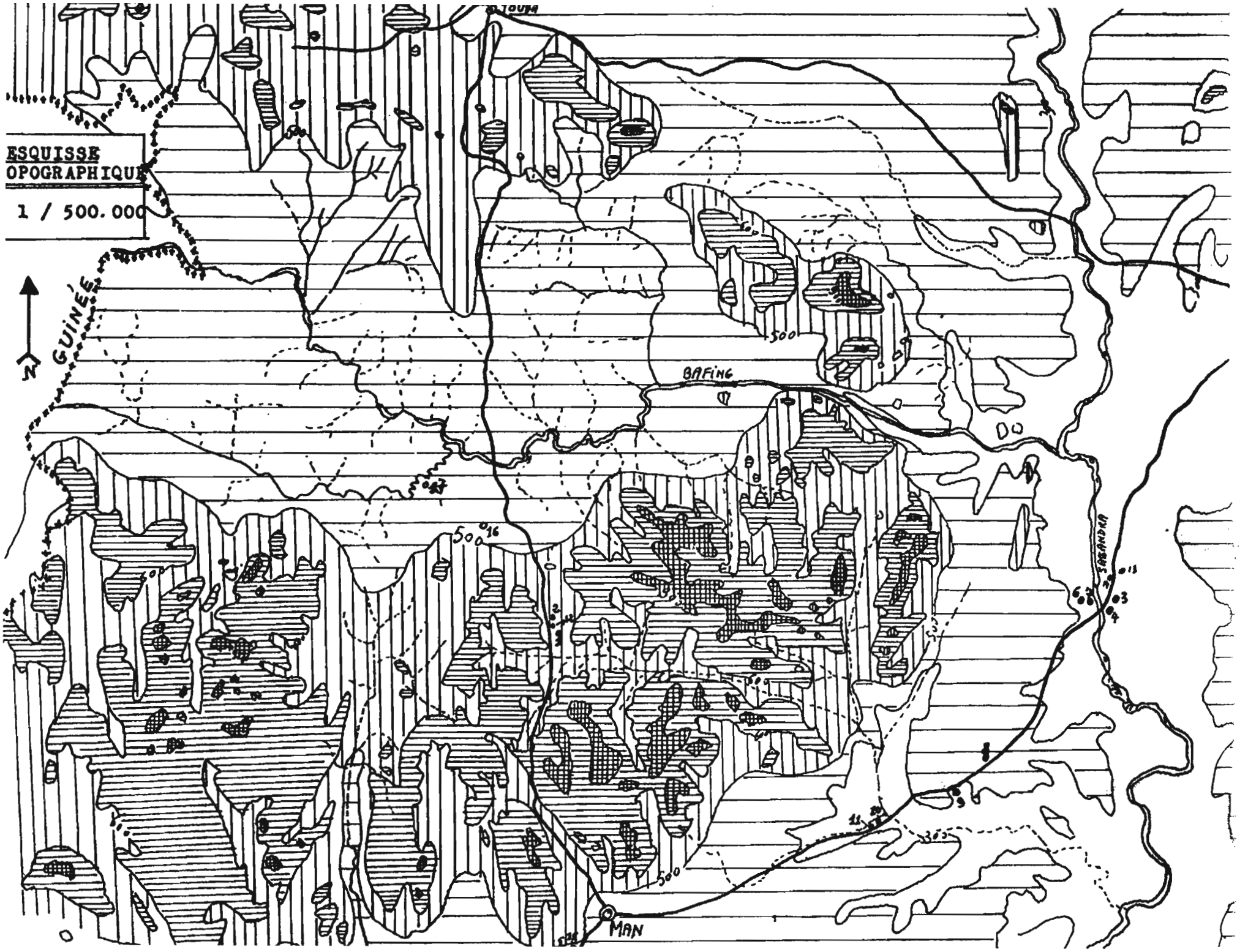
Le Massif de Man lui-même est loin de constituer une unité. Au Sud, une zone très montagneuse comprenant des DANS et des TOURAS forme un ensemble, d'une altitude variant de 500 à I.000 mètres, avec quelques pointements dépassant même cette altitude (Le mont TONKOUI par exemple atteint I.I89 m). Les vallées se situent entre 350 et 700 mètres : "l'ensemble donne une impression de vraie montagne, plus précisément, une montagne familière, apparentée aux vieux massifs des mondes tempérés. C'est un paysage très mamelonné, un foisonnement de lourdes croupes comprises pour la plupart entre I.I00 et I.200 m, avec des vallées montagnardes, des cols, des ballons." (1)

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 en lambeaux ou ilôts, aux pentes ou sur quelques sommets. Plusieurs facteurs doivent certainement être invoqués : que ce soit à la suite d'influencesédaphiques, climatiques ou même souvent anthropiques, une fait est certain : cette forêt se trouve dans des conditions d'existence précaire.

Au nord, la région de Touba est formée d'une succession de collines et de chainons, soit à sommets tabulaires, soit au contraire à crêtes relativement aigües.

---

(1) - G. ROUGERIE : La Côte d'Ivoire ; collection "Que sais-je" n° II37 ; PUF I964.


ESQUISSE
OPOGRAPHIQUE
1 / 500.000
N
GUINÉE
BAFING
500
MAN

## LEGENDE DE L' ESQUISSE TOPOGRAPHIQUE au 1 / 500/000.

Eléments du relief.

inf. à 300m.

300-500 m.

500-600m.

600-900 m.

sup. à 900m.

Pistes principales

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

- Campagne 1966-67 ●
- Stations mises en place pour 1967-68 o

---

## LEGENDE DE LA CARTE DES PAYSAGES VEGETAUX au 1/500 000

FORÊT DÉGRADÉE

**FORET** Dense,humide, sempervirente

Dense,humide, semidécidue

Dense ,sèche

Forêt galerie caractéristique

**Savane** boisée ou forêt claire

arborée ou arbustive

Dominance de savane à "Pennisetum purpureum"

Végétation de dômes et rochers découverts

L'altitude moyenne se situe entre 600 et 700 m, malgré quelques sommets s'élevant aux environs de I.000 m. Cette zone donne plutôt l'impression d'un haut plateau que rend d'ailleurs bien l'esquisse au I/500.000 ; elle s'oppose ainsi fortement à la partie montagneuse du sud. Le paysage végétal y est lui aussi très différent, puisque c'est ici la forêt claire qui domine 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 y est partout légèrement inférieure à 500 m ; seules quelques buttes isolées, généralement cuirassées, dominent faiblement le paysage. C'est dans cette zone que se fait le contact forêt-savane comme nous aurons l'occasion de le voir plus loin.

- La "gouttière" du Sassandra.

A l'est de la région considérée, le fleuve Sassandra court du Nord au Sud et occupe une vaste zone légèrement ondulée s'inclinant du Nord vers le Sud de 350 à 200 m. Son cours, au régime irrégulier, avec une saison de basses eaux allant de décembre à juillet et un courant fort tout le reste de l'année, n'est en fait qu'une succession de biefs reliés par des rapides qui abaissent brusquement le niveau des eaux de quelques mètres. Des terrasses anciennes, dont quelques unes sont très caillouteuses, se retrouvent de part et d'autre de son cours actuel ; elles jouent un rôle important dans la répartition de la végétation, tout comme les nombreux bas-fonds sableux occupés par les affluents venant du massif des Dans.

b) Géologie.

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

Ce sont les granites à hypersthène qui dominent dans le Massif de Man. Ils présentent des faciès très divers et sont souvent grossièrement structurés. Leur composition chimique les rend certes très sensibles à l'altération, mais leur structure joue dans le sens contraire, si bien que des boules et affleurement rocheux apparaissent parfois à travers un épais manteau de débris. (1) Des affleurement d'amphibolite sont plus nombreux dans la gouttière du Sassandra et vers le sud du massif de Man, tandis que des zones dioritiques et quartzitiques sont fréquentes quoique peu étendues. Elles jouent cependant un rôle non négligeable dans la différenciation des sols, et peuvent ainsi entrainer des variations dans la couverture végétale.

c) Géomorphologie.

Les actions morphogénétiques qui ont contribué à façonner ces paysages sont diverses et variées. Elles se rattachent certes à l'ensemble des processus qui donnent tant de particularité à l'ensemble des zones équatoriales et tropicales humides. L'altération chimique y est partout présente et souvent prépondérante. Cependant des variations importantes apparaissent, liées pour une grande part au caractère montagneux de cette région.

---

(1) - LAMOTTE M., ROUGERIE g. : Nature et origine du relief de la Dorsale Guinéenne. C.R. Ac. Sc. t 235, pp. II44-II46 ; I952.

Dans tout le massif de Man, des débris grossiers inhabituels en cette zone climatique se rencontrent parmi le manteau d'altération beaucoup plus familier. Les creusements verticaux et l'érosion linéaire sont parfois importants, l'érosion latérale des marigots qui deviennent ici de véritables torrents n'est pas négligeable, et les fonds de vallées sont parcourus par des lits aux dimensions respectables et parsemés de gros blocs, tandis que débouchent sur eux des vallons affluents se terminant très souvent par des ébauches de cônes terreux et caillouteux. "C'est là un ensemble original, qui doit certes beaucoup à la variété locale du matériel rocheux de la famille des granites à hypersthène, mais assurément aussi à des vicissitudes d'ordre tectonique qui semblent avoir perturbé, jusqu'à une date assez récente, les conditions d'équilibre entre façonnement des modelés et évacuation des débris" (G. Rougerie, La Côte d'Ivoire, op. cité).

A ces vicissitudes d'ordre tectonique, il y a lieu d'ajouter une évolution paléoclimatique complexe, car les indices de changements climatiques ne manquent pas dans cette région, même en dehors de la zone montagneuse. Il y a tout d'abord les importants systèmes d'épandage du Sassandra, puisque l'on retrouve des nappes de galets, de part et d'autre du fleuve, et sur une largeur atteignant parfois plus de vingt kilomètres. Ces nappes de cailloutis sont généralement étagées en terrasses. Bien plus, on retrouve des galets au caractère nettement fluviatile dans les berges des petits marigots en zone montagneuse et sur sa bordure, alors que ces marigots sont actuellement envahis par une végétation abondante, et leurs berges fixées ; ils ne charrient plus que des sables. C'est l'indice bien sûr de phases plus sèches où la désagrégation mécanique devait être plus importante qu'actuellement.

L'étagement et la présence de différents types de cuirasses, tant en savane qu'en forêt, est un autre indice de ces changements climatiques, ainsi que la forme des versants, dont certains par exemple sont de véritables glacis, même au coeur du massif de Man. Nous voudrions ouvrir ici une parenthèse pour faire remarquer l'importance de ces éléments de géomorphologie. La compréhension générale du contact forêt-savane de cette région ne saurait en effet se passer de ces éléments : la végétation 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 dirigés, en dehors de celle exposée dans cette présente note. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de voir plus loin 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 répartition de l'eau dans le sol.

d) Les sols.

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 que nous venons de définir.

Trois complexes de sols peuvent être distingués (voir croquis pédologique) :(1)

1) les sols de la zone montagneuse de Man

- Région de Man proprement dite (partie sud)

Nous trouvons une association de :

+ sols ferrallitiques fortement désaturés, rajeunis, modaux par érosion et remaniement, série humique, issus de granite à hypersthène. Ils se localisent sous forêt, au sommet des montagnes. Ce sont des sols brun noir à brun ocre, très humifère sur 30 cm, argileux. L'horizon d'altération et la roche saine sont à faible profondeur.

+ sols ferrallitiques fortement désaturés, remaniés-rajeunis, issus de granite à hypersthène. Ils se localisent sur les pentes des collines et montagnes, sous forêt. Ce sont des sols bruns à brun rouge, graveleux, argileux. L'horizon d'altération C est assez proche de la surface. Ils sont bien drainés (absence d'argile tachetée) et à horizon humifère bien développé.

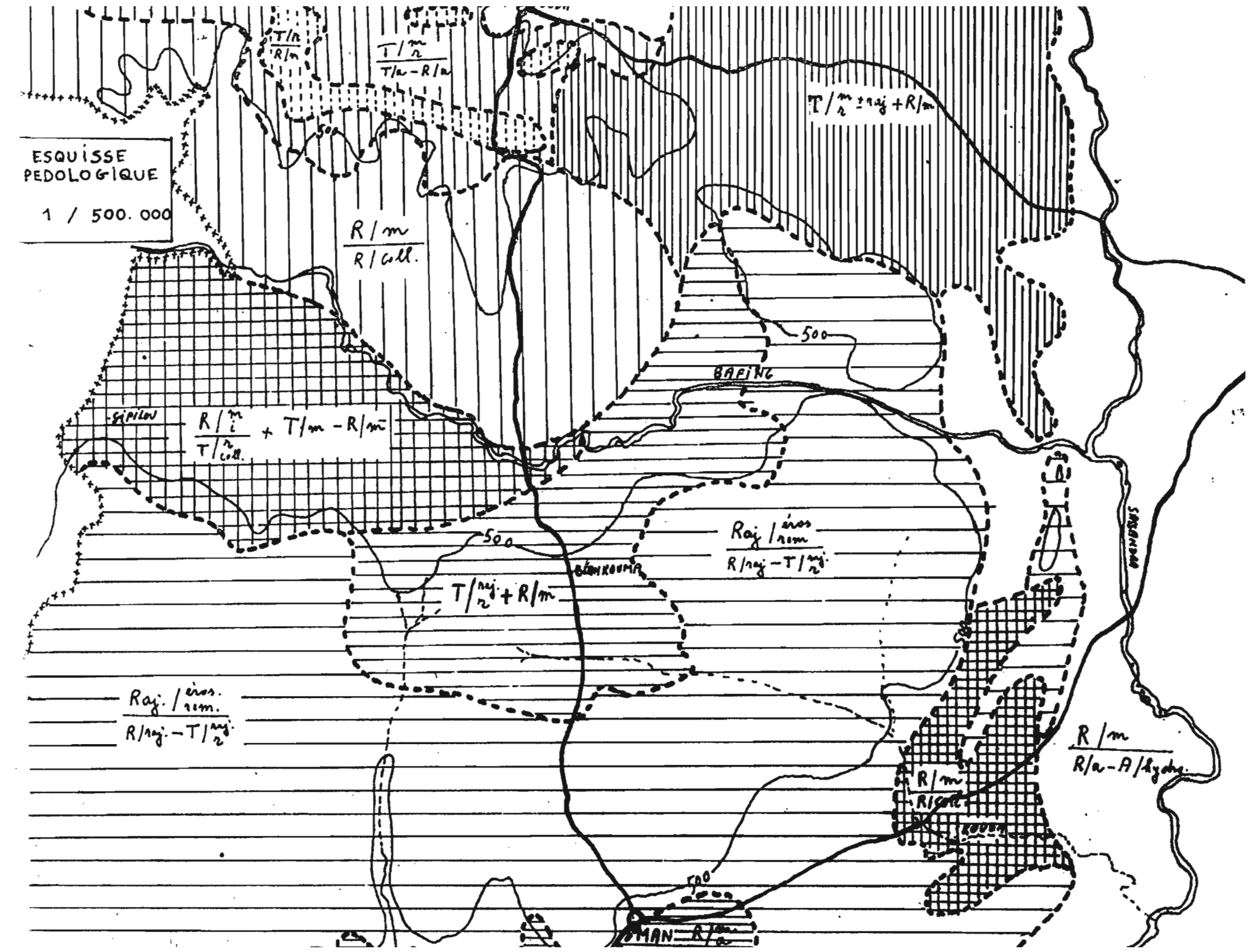
- Région de Biankouma

Il y a juxtaposition de :

+ sols ferrallitiques fortement désaturés, typiques-remaniés, issus de granite à hypersthène, sur pente

---

(1) - Cette partie a été rédigée grâce à des communications orales et à une note écrite de M. A. PERRAUD, pédologue, que nous remercions bien sincèrement. Elle tient compte de la dernière version de la classification française des sols de MM. AUBERT et SEGALEN. La prospection pédologique de reconnaissance avait été effectuée par M. PERRAUD dans cette région, en vue d'une carte au I/500.000 dans le cadre d'une convention.


ESQUISSE PEDOLOGIQUE
1 / 500.000
T/n / R/n
T/m n / T/n - R/n
T/m n ± raj + R/m
R/m / R/coll.
500
BAFING
GIPILOU
R/m i / T/n coll. + T/m - R/m
Raj / éros rem / R/raj - T/raj n
BÉNKOUMA
T/raj n + R/m
Raj. / éros. rem. / R/raj. - T/raj n
R/m / R/a - A/hydro.
R/m / R/coll.
KOUDA
OMAN R/m n
SOUKHOUMA

# LEGENDE DE L' ESQUISSE PEDOLOGIQUE.

Cette esquisse a été établie d'après des documents fournis par M A. PERRAUD, pédologue de l'ORSTOM.

- SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT DESATURES (dans l'horizon B)

  + Association de
    = sols Rajeunis par érosion ou remaniement
    = sols Remaniés rajeunis et sols Typiques remaniés ou rajeunis série humique

  $\frac{Raj./\text{éros.}/\text{reman.}}{R./raj - T/^{raj.}_{r}}$

  + Juxtaposition de sols Typiques remaniés ou rajeunis et de sols Remaniés modaux, série humique.

  $T/^{raj}_{r} + R/m$

  + sols Remaniés modaux ou appauvris

  $R/^{m}_{a}$

- SOLS FERRALLITIQUES MOYENNEMENT DESATURES (sur amphibolites) et FORTEMENT DESATURES (sur granite)
  (Complexe de sols de la région de SIPILOU)

  + Association de sols ferr. fortement désaturés
    = sols Remaniés modaux ou indurés
    = sols Typiques remaniés ou colluviaux
    juxtaposés avec des sols ferr. moyennement désaturés
    = sols Typiques modaux et sols Remaniés modaux série humique

  $\frac{R/^{m}_{i}}{T/^{r}_{coll.}} + T/m - R/m$

- SOLS FERRALLITIQUES MOYENNEMENT DESATURES.

  + Association de
    = sols Remaniés modaux
    = sols Remaniés colluviaux

  $\frac{R/m}{R/coll.}$

  + Association de
    = sols Typiques modaux ou remaniés
    = sols Typiques appauvris et sols Remaniés appauvris

  $\frac{T/^{m}_{r}}{T/a - R/a}$

  + Association de
    = sols Typiques remaniés
    = sols Remaniés modaux

  $\frac{T/r}{R/m}$

  + Juxtaposition de sols Typiques modaux ou remaniés, plus ou moins rajeunis et de sols Remaniés modaux

  $T/^{m}_{r} + R/m$

  + Association de
    = sols Remaniés modaux ou indurés
    = sols Remaniés appauvris et sols Appauvris hydromorphes

  $R/T/R/a - A/hydr.$

- JUXTAPOSITION de SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT et MOYENNEMENT DESATURES.

  = sols Remaniés modaux ( moyennement désaturés)
  = sols Remaniés colluviaux (fortement désaturés)

  $\frac{R/m}{R/coll.}$

N.B.: la lettre majuscule indique le Groupe et la lettre minuscule le Sous-groupe.

et glacis, sous savane. Ce sont des sols brun ocre, argilo-sableux, légèrement graveleux et concrétionnés, sous un horizon humifère très épais. Ils sont bien drainés et l'horizon d'altération est à moyenne profondeur.

+ sols ferrallitiques fortement désaturés, remaniés-modaux, issus de granite à hypersthène sur les sommets de collines subaplanies, sous forêt et sous savane. Ce sont des sols brun ocre, argileux à argilo-sableux, gravillonnaires et graveleux, sous un horizon humifère épais, bien drainés.

- Région de Sipilou.

Il y a juxtaposition de deux chaines de sols :

+ sols ferrallitiques fortement désaturés

- issus de granite, remaniés-modaux et indurés, sur sommets de collines et pentes fortes et courtes, sous savane et forêt. Ce sont des sols brun rouge, argileux, gravillonnaires sur une grande épaisseur, pouvant être indurés en profondeur.

- issus et dérivés de granite, typiques-remaniés et colluvionnés sur pente faible et longue, sous savane. Ce sont des sols brun ocre à brun jaune, sablo-argileux à argilo-sableux, à horizon gravillonnaire enterré ou inexistant et horizon humifère épais.

+ sols ferrallitiques moyennement désaturés, issus de granite enrichi en amphibole et d'amphibolites,

- typiques-modaux sur pente et replat de collines et sous savane ; ce sont des sols brun rouge, argileux, profonds, à horizon d'altération à moyenne profondeur avec un horizon humifère épais.

- remaniés-modaux sur sommet et pente de collines, sous savane ; ce sont des sols brun rouge, argileux, gravillonnaires sur une grande épaisseur, à horizon d'altération à moyenne profondeur.

2) Autour de la zone montagneuse de Man, les mêmes processus se développent, mais les sols deviennent moyennement désaturés car, bien que la roche-mère soit un granite leucocrate, la pluviométrie est moins importante (I600-I700mm)

- Vers le nord, le passage des sols de la zone montagneuse aux sols des collines de Touba se fait par l'intermédiaire de la dépression du Bafing où l'on retrouve l'association de sols typiques des zones peu ondulées de la Côte d'Ivoire Centrale :

+ sols remaniés-modaux, gravillonnaires sur les sommets et pentes supérieures des collines.

+ sols remaniés-colluvionnés sur les pentes inférieures.

- Les sols des collines de Touba se différencient en fonction de la roche-mère :

+ sols ferrallitiques moyennement désaturés, typiques-remaniés et remaniés-modaux, issus de dolérites, sur pente forte et sommet des collines élevées.

+ sols ferrallitiques moyennement désaturés, issus de granite sur collines subaplanies avec

des sols typiques-modaux et remaniés sur les pentes et les sommets,

des sols typiques appauvris et remaniés-appauvris sur les pentes inférieures.

- Vers l'est, le passage est beaucoup plus brutal. Les sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés-modaux de la forêt de Kouin font la transition entre les sols du massif de Man et les sols de la gouttière du Sassandra. Sur les sommets et les pentes supérieures des collines,

les sols remaniés-modaux s'indurent en profondeur et au fur et à mesure que l'on se rapproche du Sassandra, les cuirasses deviennent plus fréquentes.

Sur les pentes, les sols remaniés sont appauvris en argile et les sols appauvris hydromorphes occupent les pentes inférieures et les bas de pente. Ce sont sur ces sols qu'apparaissent les savanes incluses.

## 2 - Les Paysages végétaux.

### a) Les grands ensembles.

Certains aspects physionomiques ont déjà été abordés dans la description de la région. Reprenons plus en détail les types de végétation rencontrés ; ils 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 superficie.

Le croquis au I/500.000 des "Paysages végétaux" rend compte de la répartition de ces différents types. Il a été réalisé à partir des minutes d'une esquisse botanique au I/500.000 de la Côte d'Ivoire actuellement en cours de rédaction par le Laboratoire de Botanique de l'O.R.S.T.O.M. (Centre d'Adioposoumé), dans le cadre d'une convention. Nous tenons à remercier ici tout particulièrement M. J.L. Guillaumet pour l'aide et les conseils qu'il a bien voulu nous prodiguer.

- Forêt dense humide.

Rappelons qu'à la suite de l'accord de Yangambi sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale, la forêt dense humide est une forêt "au peuplement fermé, pluristrate, constituée d'une strate supérieure de grands arbres ; le tapis graminéen est en général absent ou formé d'espèces à larges feuilles."

+ Forêt dense humide sempervirente.

Cette forêt occupe le coin sud-ouest de notre région et correspond à la partie Sud du Massif de Man. Les parties basses sont constituées par la forêt à Uapaca ssp. et Chrysophyllum perpulchrum. La forêt de montagne, à Parinari excelsa n'occupe que les sommets au dessus de I.000 m.

+ Forêt dense humide semi-décidue.

D'après l'accord de Yangambi, cette forêt est celle "dont les grands arbres sont partiellement et inégalement caducifoliés et dont le sous-bois est toujours sempervirente. Pratiquement, cette forêt est localisée à la périphérie de la forêt dense humide sempervirente dont elle diffère plus par sa composition floristique que par son aspect. Elle colonise des régions où la pluviométrie est généralement un peu plus faible (I200 à I500 mm), et dont l'amplitude thermique annuelle maximale est un peu plus élevée. Cette forêt occupe donc les parties les moins humides de l'aire générale de la forêt dense humide" (Trochain, I957).

Cette forêt se localise dans la partie sud-est de notre zone et remonte le long du Sassandra. Elle présente deux faciès : à Aubrévillia kerstingii et Khaya grandifolia d'une part et à Celtis ssp. et Triplochiton scleroxylon d'autre part.

PAYSAGES
VEGETAUX
1/500.000
TOUBA
BAFING
SASSANDRA

Cette forêt dense humide est très dégradée par les cultures, et présente très souvent l'aspect d'une forêt secondaire. Un signe spécial a été utilisé dans notre croquis pour dégager les zones les plus attaquées.

- Forêt dense sèche.

Cette forêt au peuplement fermé pluristrate a une stature moins élevée que le type précédent. La plupart des arbres des étages supérieurs perdent leurs feuilles. Elle est caractérisée par Anogeissus leiocarpus. Ecologiquement, ce n'est plus une forêt hygrophile, mais une forêt mésophile. Comme dans l'ensemble de l'Afrique intertropicale, cette forêt a été détruite par le feu et n'existe plus qu'à l'état de reliques isolées. Quelques uns de ces ilôts se rencontrent dans le coin nord-est de notre croquis.

- Savane boisée et forêt claire.

La forêt claire est "une forêt ouverte, à strate arborescente décidue de taille petite ou moyenne dont les cimes sont plus ou moins jointives, l'ensemble du couvert demeurant clair, à strate graminéenne parfois peu dense ou en mélange avec une autre végétation herbacée ou suffrutescente" (Trochain, 1957). La strate graminéenne fait que ces forêts sont très exposées aux feux de brousse, et elles se transforment en savanes boisées. Les limites entre ces forêts claires et savanes boisées ne peuvent être données avec précision. C'est la raison pour laquelle ces deux formations ont été regroupées sur le croquis.

- Savane herbeuse, arbustive ou arborée.

On appelle savane "une formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure continue d'au moins 80 centimètres de hauteur, qui influence une strate infé-

rieure ... ordinairement brulée annuellement ; plantes ligneuses ordinairement présentes. La savane, suivant l'importance ou l'absence du peuplement forestier devient :

- une savane arborée
- une savane arbustive
- une savane herbeuse".

Ces savanes occupent la partie centrale et le coin nord-est de la zone considérée. Elles sont en outre parcourues par de nombreuses forêts galeries et possèdent des ilôts forestiers où l'on retrouve les espèces d'arbres des forêts denses. Elles ont été définies comme des savanes guinéennes dont M. Adjanohoun a donné la définition suivante : " Les savanes guinéennes sont des étendues de hautes herbes enclavées dans les forêts denses ou comprises entre les forêts et les forêts claires ; elles sont parsemées d'arbres et de rôniers ; elles sont parcourues par de nombreuses forêts-galeries et contiennent des ilôts reliques de forêts denses ; sans brûlis, elles évoluent en forêts denses de type semi-décidu ; elles sont pauvres en faune des mammifères. Ces savanes forment une étroite bande plus ou moins discontinue sur le pourtour du massif forestier guinéo-congolais".(1)

Signalons enfin un dernier type de savane dit à "pennisetum purpureum (ou herbe à éléphant) qui représente un stade post-cultural et se rencontre au Nord de Man, sur des zones anciennement défrichées.

---

(1) - E. ADJANOHOUN : Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire Centrale ; Mémoire ORSTOM Paris 1964, N° 7.

b) Les aspects du contact forêt-savane.

Comment se fait le passage de l'une à l'autre des formations que nous venons de décrire ? M. ROUGERIE, parlant de la limite de la forêt dans la région de Man, écrit : " la lisière (venant de l'Ouest) moulée en Guinée autour du 8ème parallèle sur des affleurements d'amphibolites, descend d'une trentaine de km vers le Sud, en pénétrant en Côte d'Ivoire, jusqu'au contact des granites à hypersthène des montagnes de Man avec les granites et les quartzites situés plus au Nord. Au pied septentrional de ces montagnes s'étend par ailleurs la dépression du Bafing, jusqu'aux buttes de Touba.

Après avoir inclus dans l'aire forestée un large affleurement dioritique, la lisière s'infléchit encore vers le Sud, en direction de Man, le long d'un couloir intérieur qui traverse le massif de nord en sud, laissant vers l'est une série de reliefs montagneux seulement vêtus de rares lambeaux forestiers... De Man, la limite remonte en oblique à travers granites à hypersthène et granites à biotite. La langue de forêt projetée dans les savanes à l'Ouest de la Sassandra correspond à un affleurement de pyroxénite."(1)

Le croquis représentant les paysages végétaux montre qu'il ne s'agit pas en fait d'une ligne régulière 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

---

(1) - G. ROUGERIE : Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière, Mémoire I.F.A.N. n° 58, 1960.

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 de petits marigots, tantôt enfin, il y a une véritable imbrication par "taches", forêts et savanes étant intimement mêlées...

Les problèmes que posent cette distribution sont ainsi fort variés. Sans entrer dans le détail, ils peuvent se ramener à un double aspect : il s'agit en effet d'expliquer:

- l'aspect général du contact forêt-savane, c'est à-dire l'anomalie apparente que constitue le passage de la forêt dense humide aux boisements à feuilles caduques (forêt claire et savane boisée) à travers une ceinture de savanes herbeuses arbustives ou arborées.
- l'aspect local posé par la distribution pseudo-anarchique des différents types de végétation de part et d'autre d'une ligne générale.

Il y a lieu de penser que des explications historiques (changements climatiques, actions anthropiques) viendront interférer avec des explications "fonctionnelles" (géomorphologie, sols...). Chacun de ces éléments doit donc être étudié séparément. C'est ce qui nous a amené à considérer parmi les explications fonctionnelles, le rôle d'une donnée essentielle, à savoir l'eau dans le sol.

## B - ELEMENTS DU CLIMAT.

L'eau du sol est évidemment grandement tributaire du climat et plus particulièrement des précipitations. Quelles sont les données climatiques dont nous disposons dans cette région ?

Aucune station climatologique n'est installée sur la zone du contact forêt-savane ; nous ne pouvons nous référer en effet qu'à deux postes d'observations, l'un situé au Sud (Man-aérodrome), l'autre au nord (Touba). On peut cependant y adjoindre le poste de Séguéla, légèrement à l'est de la zone étudiée. Les données climatiques utilisées sont celles fournies par l'A.S.E.C.N.A. . Seule la station de Man à un équipement complet.

### 1 - Caractéristiques générales.

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 (I949). Il se caractérise par :

- une hauteur de précipitations annuelles comprise entre I600 et I200 mm.
- 2 à 4 mois secs consécutifs (moyenne des précipitations mensuelles inférieure à 50 mm).
- des variations de température très atténuées, oscillant autour de 25°.
- une nébulosité très forte en saison des pluies.
- une hygrométrie moyenne annuelle de l'ordre de 60 à 70% dans la journée, plus forte encore le matin.

Par ailleurs, la zone montagneuse présente de nombreux micro-climats.

a) Températures.

Nous ne disposons que des relevés de Man. Cet élément intervient pour situer la région du point de vue climatique, mais il n'apporte pas de modifications sensibles dans le régime hydrique du sol par suite de sa régularité et de sa constance toute l'année. En effet :

- les températures moyennes maximales et minimales (TM et Tm) varient peu d'un mois à l'autre.
- la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et du mois le plus froid n'est que de 3 à 4°.
- L'écart TM-Tm passe par un maximum en janvier (I5 à I7°) et un minimum en juillet-août (5 à 7°). Ce fait est dû à une p particularité commune à toute la zone intertropicale chaude : d'une part, les écarts entre la température diurne et la température nocturne sont plus importants que les écarts annuels, d'autre part, cette amplitude thermique journalière est la plus marquée en saison sèche.

Relevé des températures à Man (I966 et I967)

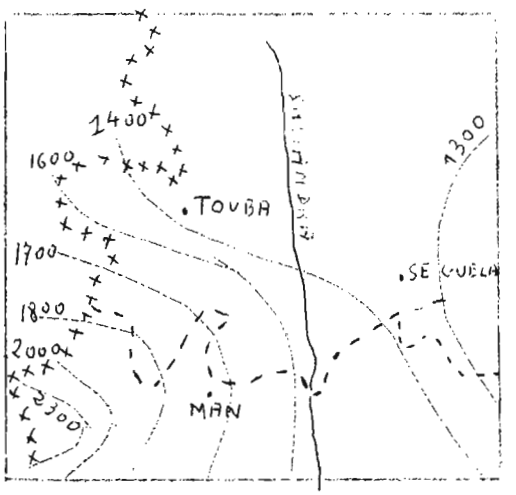
| | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T. MOYENNE | 1966 | 24,3 | 25,8 | 27 | 26,3 | 26,1 | 25 | 24,8 | 24,1 | 24,2 | 24,6 | 24,9 | 23,8 |
| | 1967 | 22,5 | 25,9 | 26,5 | 26,1 | 25,9 | 24,5 | 23,2 | 23,8 | 24 | | | |
| T. max. moy. | 1966 | 32,9 | 33,3 | 33,4 | 31,3 | 30,9 | 29,3 | 28,9 | 27,5 | 28,1 | 29,2 | 30,1 | 30,3 |
| | 1967 | 32,0 | 33,8 | 32,8 | 31,5 | 30,9 | 28,5 | 26,6 | 27,1 | 27,9 | | | |
| T. Minim moy. | I966 | I5,6 | 18,2 | 20,6 | 21,2 | 21,2 | 20,7 | 20,6 | 20,7 | 20,3 | 20,0 | 19,6 | 17,2 |
| | I967 | I3,0 | I8,0 | 20,2 | 20,7 | 20,9 | 20,5 | I9,7 | 20,5 | 20,1 | | | |

b) Précipitations.

- Données générales.

La quasi-totalité des pluies tombe entre mars et octobre (inclus). Ces précipitations ont une double caractéristique :

+ Décroissance de la pluviométrie du sud vers le nord.




Man a un total pluviométrique moyen de I769 mm, Touba n'atteint que I362 mm et Séguéla I387 mm. Le croquis ci-joint indique grossièrement la répartition des isohyétes. Celles-ci sont à peu près orientées nord-ouest / sud-est, avec une légère courbure correspondant à l'ensemble montagneux du massif de Man.

+ Irrégularité d'une année à l'autre.

Les totaux pluviométriques annuels obtenus à la station de Man révèlent une irrégularité interannuelle assez forte : sur une période de 30 ans, I951 a été l'année la plus sèche avec I200 mm, alors que I966 a été l'année la plus humide avec 2195 mm. On obtient ainsi un intervalle de variation de :

$$\frac{2195}{I200} = I,8$$

Bien que l'on ne possède pas le même nombre d'années d'observation pour Touba, il semble que la variation interannuelle y est moins forte : 986 mm pour I96I, I400 mm pour I966, soit un intervalle de variation de :

$$\frac{I400}{986} = I,4$$

Ceci s'expliquerait par un effet d'écran dû au massif montagneux par rapport aux vents du Sud-ouest chargés d'humidité. Ce fait rejoint d'ailleurs la première observation concernant la décroissance de la pluviométrie du sud vers le nord, alors que plus au nord, au de à des limites de la région considérée, la pluviométrie redevient plus importante.

- Données particulières à l'année d'observation de l'eau dans le sol.

Le tableau ci-après illustre la variation interannuelle. La variation des pluies en I966 a été beaucoup plus humide que la moyenne (par exemple 597 mm en Août contre 263,8 mm en moyenne). Par contre, celle de I967 a été plus sèche, tandis que le mois de septembre plus humide a légèrement rattrapé le retard. Le nombre de jours de pluie permet de préciser ces données. Ce ne sont pas seulement des averses de plus forte intensité dans le cas de la pluviométrie plus élevée que la moyenne, puisque le nombre de jours de pluie est lui-même plus élevé.

Il est évident que ces variations entraînent des modifications dans le régime hydrique du sol dont il faudra tenir compte.

# TABLEAUX DE LA PLUVIOMETRIE ANNUELLE

## MAN

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moyenne pluviométr. | I6,3 | 58,2 | II6,2 | I56,6 | I60,0 | 2I5,7 | 2II,4 | 263,8 | 3I8,7 | I72,4 | 57,5 | 22,2 | I.769 |
| Pluviométrie I966 | Tr | 23 | 60 | I37 | 227 | 406 | 2II | 597 | 254 | I7I | 97 | I2 | 2.I95 |
| Pluviométrie I967 | I0 | 7 | II5 | 253 | I08 | I38 | 38 | II6 | 367 | | | | |
| Nombre moyen de jours pluv. | I,6 | 4,0 | 8,I | I0,I | II,7 | I4,3 | I5,2 | I9,5 | 20,2 | I3,I | 5,3 | 2,I | I25,2 |
| Nombre de jours pluviom. I966 | 0 | 5 | 8 | I3 | I4 | I9 | I9 | 24 | 25 | I2 | 7 | 3 | I49 |
| Nombre de jours pluviom. I967 | I | 3 | 9 | I0 | I3 | I4 | I4 | 2I | 27 | | | | |

## TOUBA

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moyenne pluviométr. | II,9 | 3I,6 | 68,3 | I2I,5 | I46,2 | I6I,3 | I77,0 | 206,6 | 264,7 | II9,6 | 39,7 | I4,2 | I362,6 |
| Pluviométrie I966 | 0 | 2 | I04 | 207 | 202 | I66 | I5I | 204 | I88 | 87 | 69 | 20 | I400 |
| Pluviométrie I967 | 0 | 3 | 56 | I50 | I44 | I65 | 77 | I82 | 433 | | | | |
| Nombre moyen de jours pluv. | 0,8 | 2 | 5,2 | 6,3 | 7,9 | 9,3 | 8,8 | 9,5 | I3,I | 7,5 | 2,8 | I,0 | 74,2 |
| Nombre de jours pluv. I966 | 0 | I | 6 | 8 | I0 | 9 | 9 | 9 | II | 9 | 2 | I | 75 |
| Nombre de jours pluv. I967 | 0 | I | 4 | 6 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | | | | |

SEGUELA

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moyenne pluviométr. | I8,3 | 40,5 | IOI,3 | I04,5 | I35,6 | I45,6 | I29,0 | I75 | 264,9 | I89,6 | 60,0 | 23,I | I387,4 |
| Pluviométrie I966 | 0 | 0 | 54 | 97 | | Pas de relevés pour cette période | | | | | | | |
| Pluviométrie I967 | Pas de relevés | | | 77 | I2I | 57 | 67 | 2I4 | 294 | | | | |
| Nombre moyen de jours pluv. | I,2 | 2,5 | 5,2 | 6,5 | 8,2 | 9,0 | 6,9 | 9,9 | I4,3 | II,2 | 4,6 | I,6 | 8I,I |
| Nombre de jours pluv. I966 | Pas de relevés | | 2 | 7 | | Pas de relevés pour cette période | | | | | | | |
| Nombre de jours pluv. I967 | Pas de relevés | | | 8 | 7 | 6 | 3 | I6 | 2I | | | | |

2 - Répartition des saisons et régimes pluviométriques.

La répartition des saisons est la suivante : une grande saison sèche allant de novembre à fin février, une grande saison des pluies allant de mars à octobre, avec en juillet et août une légère baisse de la pluviométrie qui ne justifie pas toujours le terme de petite saison sèche. Cette région correspond bien à la zone intermédiaire entre les climats subéquatoriaux à deux saisons des pluies et les climats tropicaux à une seule saison sèche.

Ces caractères sont essentiels car en définitive ce n'est pas la quantité totale des chutes d'eau annuelle mais la durée de la saison sèche qui détermine les limites du secteur des savanes arborescentes ouvertes.

Si nous relevons dans le tableau précédent les mois consécutifs écologiquement secs ou demi-secs, c'est-à-dire les mois où il tombe respectivement moins de 50 mm et moins de I00 mm, nous avons en valeur moyenne :

| | mois secs | demi-secs |
|---|---|---|
| MAN | 2 | 2 |
| TOUBA | 4 | I |
| SEGUELA | 2 | 3 |

Cette donnée fort intéressante en elle-même doit cependant être complétée par celle du déficit hydrique.

3 - Déficit hydrique.

Les déficits hydriques ont été calculés mois par mois par le Laboratoire de Bioclimatologie de l'O.R.S.T.O.M. (Centre d'Adiopodoumé)(1). Ils représentent la différence

(1) Travail effectué par MM. ELDIN M. et DAUDET A. dans le cadre de la convention déjà citée dans le chapitre précédent.

entre l'évapotranspiration potentielle ETP et la pluviométrie P (D = ETP - P).

L'ETP mensuelle a été elle-même calculée d'après la formule de TURC, corrigée de I5 % en fonction des mesures d'ETP faites (lysimètre pesé) à Adiopodoumé.

Les évapotranspirations potentielles (en mm/mois) de Man, de Touba et de Bouaké (devant sensiblement être identiques à celles de Séguéla) sont de :

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MAN | I44 | I44 | I49 | I38 | I32 | I07 | 89 | 87 | II5 | I38 | I29 | I30 | I.502 |
| TOUBA | I49 | I59 | I69 | I53 | I36 | I23 | I23 | I28 | I39 | I42 | I4I | I37 | I.699 |
| BOUAKE | I30 | I40 | I53 | I47 | I38 | I08 | 92 | 87 | I09 | I28 | I25 | I2I | I.478 |

Les mois où la pluviométrie est inférieure à l'ETP et où il y a donc déficit hydrique sont :

- pour MAN : janvier, février, mars, novembre et décembre, soit 5 mois ;
- pour TOUBA et SEGUELA : janvier, février, mars, avril, novembre et décembre, soit 6 mois.

Il est à remarquer que, pour I967, les mois de mai et juillet ont été déficitaires à Man, en plus des mois cités ci-dessus, tandis qu'à Touba, il y aurait lieu d'ajouter le mois de juillet pour cette même année.

Pendant ces mois déficitaires, la végétation doit puiser dans la réserve d'eau utile du sol. Si cette réserve est insuffisante, la plante ne pourra plus être alimentée jusqu'à ce que revienne une période excédentaire. "En fait, les facteurs édaphiques sont rarement constants ; en particulier, la réserve utile en eau du sol peut varier considérablement d'un type de sol à l'autre. Cette réserve qui se reconstitue en période d'excédent hydrique, est utilisée pour l'évapotranspiration dès que le déficit hydrique se manifeste. L'apparition du début de l'état de sécheresse est d'autant plus retardée que cette réserve est importante " (Notice des cartes climatologiques de Côte d'Ivoire, O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, Mai 1967).

## II - LES METHODES D'ETUDE DE L'EAU DANS LE SOL.

La mise au point des méthodes d'étude de l'eau dans le sol a posé deux séries de problèmes complémentaires : il était d'abord nécessaire de définir les méthodes théoriques, puis de voir quelle pourrait être la réalisation pratique des mesures d'humidité dans le sol.

Par ailleurs, les données brutes ainsi obtenues ne nous ont fourni qu'un premier élément, n'ayant pas toujours une grande signification en lui-même. C'est la raison pour laquelle, au stade de l'interprétation, nous avons été obligés de compléter cette méthode en faisant appel à d'autres éléments et plus particulièrement à des données physiques du sol.

### A - METHODE THEORIQUE.

Des stations d'observation de l'eau dans le sol ont été mises en place dans différents milieux dans la zone du contact forêt-savane en fonction :

- des types de végétation : forêt dense, savane, savane incluse, forêt galerie, défrichement, culture...
- de la topographie : plateau, versant, bas-fond ...
- de la lithologie, des sols et des formations superficielles : sables de bas-fond, dépôts de pente hétérogènes de la zone montagneuse, sols cuirassés à différentes profondeurs, sols non cuirassés, terrasses alluviales ...

Des relevés d'humidité ont été effectués mensuellement, à différentes profondeurs, pour essayer de déterminer quelles étaient les possibilités d'alimentation en eau pour la végétation dans ces différents milieux ; leur but était

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 végétation, des unités lithologiques et de la topographie.

## B - REALISATION PRATIQUE.

### 1 - L'exécution des mesures.

a) Le principe : le peu de matériel dont nous disposions nous a obligés à employer le procédé le plus rudimentaire qui consiste à effectuer des prélèvements, puis d'opérer le dosage, ce qui nécessite un très grand nombre d'opérations fastidieuses. Il est certain que cette méthode de mesure directe est incommode et peu pratique. Comme L. TURC, 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 des résultats est très délicate ; en terrain accidenté, une station à sol sec peut voisiner avec une station à sol humide" (1)

D'autres méthodes auraient été plus efficaces, mais n'ont pu être retenues pour des raisons financières. Nous avons par ailleurs pensé dès le début pouvoir utiliser

(1) TURC L.: Le bilan d'eau des sols - Annales Agronomiques, n° IV, 1954.

une sonde à neutrons, mais cet appareil n'a pu être mis à notre disposition qu'il y a quelques mois. Nous reviendrons plus loin sur son utilisation. Aussi, malgré certains défauts, la méthode de mesure directe a été la seule utilisable et nous a semblé malgré tout valable dans la majorité des cas, en s'entourant de quelques précautions.

b) Le matériel : l'équipement de base consiste en une série de boites à tare numérotées, à couvercle et fond rodés, ce qui assure une étanchéité suffisante. Nous avons fait des essais pour déterminer la perte d'humidité au bout de périodes allant de 1 à 4 jours dans des conditions variées de température ; la perte moyenne ne dépassait guère 1 % du poids total. Ces boites à tare sont placées dans des boites rectangulaires en bois et cloisonnées (à raison de 30 compartiments par boite). Le transport est ainsi facilité, et les pertes par casse ont été minimes. Une tarière complète l'équipement sur le terrain, tandis qu'une étuve et une balance de précision sont nécessaires au laboratoire.

c) Les opérations successives : la distance séparant Man d'Abidjan (environ 600 km) nous a obligé à limiter le nombre de nos mesures : elles n'ont pu être faites qu'une fois par mois. L'opération a consisté, pour chaque station, à creuser un trou à la tarière et à prélever, au fur et à mesure un échantillon tous les IO cm. Cet échantillon était immédiatemis dans une des boites à tare. Le temps nécessaire pour effectuer ces prélèvements était de deux journées complètes par suite des distances entre chaque station et de leur nombre. Si l'on ajoute la journée de retour sur Abidjan, les premiers échantillons prélevés étaient donc pesés trois jours après leur récolte. Dans ces conditions, nous avons vu que les erreurs par défaut ne dépassaient pas I %.

Ramenés au laboratoire, ces échantillons ont donc été pesés humides, puis mis à l'étuve et enfin repesés secs. Le poids des boites à tare étant connu, il était alors possible de calculer le pourcentage d'humidité.

2 - La mise en place des stations.

Les stations ont été placées le long de deux itinéraires ; une première série se situe le long de la piste de Man à Séguéla, c'est-à-dire, sur notre esquisse topographique, la piste partant de Man vers le nord-ouest : la seconde série se trouve sur la piste de Man à Touba. Elles s'ordonnent de la façon suivante :

| TYPE DE VEGETATION | TOPOGRAPHIE | GEOMORPHOLOGIE | Indicatif |
|---|---|---|---|
| Piste Man-Séguéla, dans la zone de contact forêt-savane en bordure du Sassandra : | | | |
| - Savane | zone plane | -zone d'épandage (basses terrasses en bordure du fleuve actuel, lit de galets à 30-40 cm) | H 4 |
| - Forêt dense semi décidue dégradée (ancienne caféière) | zone plane | -zone légèrement surélevée par rapport à la précédente induration en profondeur (moyenne terrasse ?) | H 3 |
| - Forêt dense semi décidue (lambeau) | sommet de croupe (dénivellation peu marquée | -moyenne terrasse ? induration en profondeur. | H 6 |
| - Savane | long versant à pente très faible | - raccordement de la croupe précédente à basse terrasse induration irrégulière en profondeur | H 7 |

| TYPE DE VEGETATION | TOPOGRAPHIE | GEOMORPHOLOGIE | Indicatif |
|---|---|---|---|
| A l'intérieur de la zone de forêt dense semi-décidue | | | |
| - Forêt dense semi décidue | long versant | Glacis, horizon induré en profondeur | H 8 |
| - Forêt dense semi décidue | versant | Dépot sablo-argileux sans induration | H 11 |
| - Plantation de Teck | Bas de versant | -id- | H 10 |
| - Savane incluse | dépression | Bas-fond sableux | H 9 |
| Piste Man-Touba, dans la zone montagneuse au nord de Man (mosaïque forêt-savane) | | | |
| - Savane | versant | Glacis avec concrétions en profondeur | H 1 |
| - Forêt-galerie | vallon | Bas-fond occupé par marigot permanent | H 2 |
| - Forêt dégradée | versant | Glacis | H 12 |

## C - INTERPRETATION DES RESULTATS

Avant d'aborder la troisième partie, c'est-à-dire les données relatives à l'humidité dans les sols de chacune des stations, il nous a semblé utile de regrouper les méthodes et techniques employées pour éviter une répétition fastidieuse.

### 1 - Graphiques représentant les variations de l'humidité du sol.

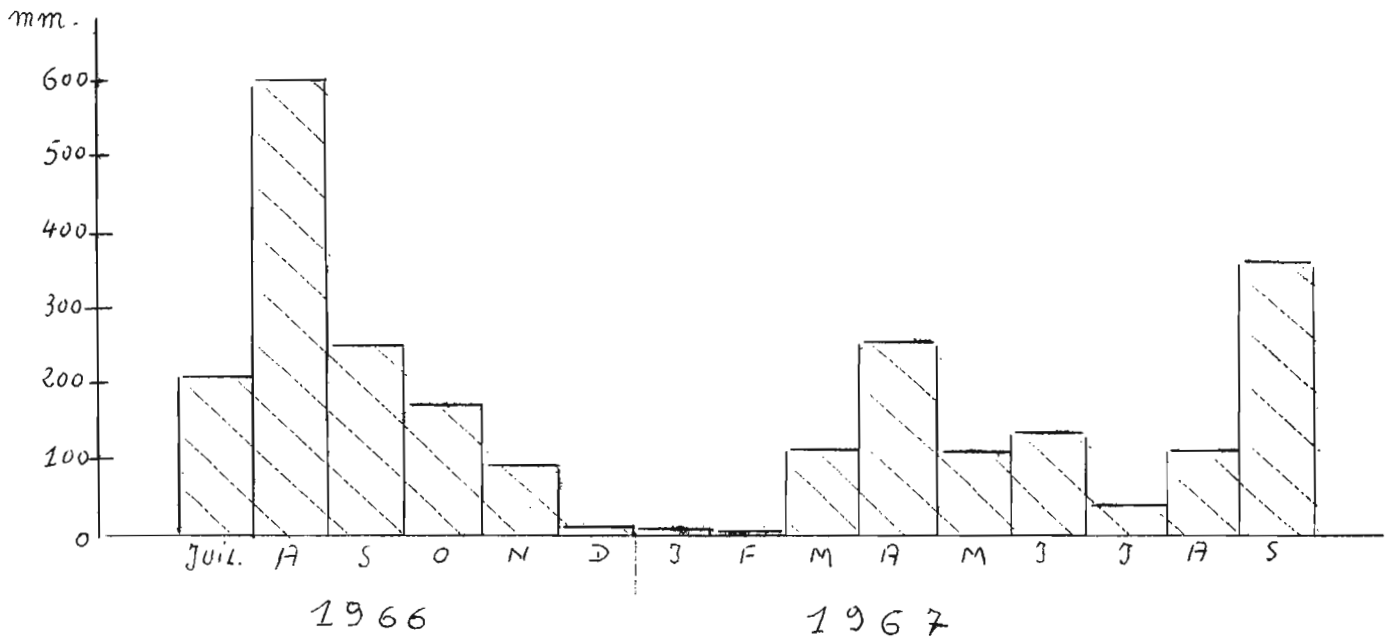
En portant sur un graphique les pourcentages d'éau rencontrés à chaque profondeur, nous obtenons, pour un mois

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 apparait 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. Nous avons pris des classes de 4 %, subdivisées parfois (pour les faibles humidités) en classes de 2 %.

Ce mode de représentation, certes très séduisant, n'est cependant pas très rigoureux, et présente une limite évidente : les relevés étant faits mensuellement, c'est-à-dire avec une périodicité de 30 jours, des variations importantes peuvent se produire dans cet intervalle, et ces variations ne pourront être enregistrées. Le graphique ainsi obtenu ne représente donc qu'un état moyen, et n'a qu'une valeur indicatrice ne donnant qu'une tendance générale. Nous verrons que dans le cas des sols sableux, par exemple, où les variations verticales d'humidité peuvent être brutales (sur quelques jours), ce type de graphique est très insuffisant. Des relevés plus fréquents (toutes les semaines ou tous les quinze jours) auraient pour effet de réduire ces incertitudes, mais ils n'ont pu être effectués pour des raisons matérielles évidentes.

Les physiciens du sol russes qui emploient très souvent ce genre de représentation, introduisent un autre élément. Ils portent sur le même graphique les relevés journaliers de pluviométrie, ce qui permet de suivre la pénétration et de voir la variation de l'humidité en fonction de la pluviométrie. Ils équipent pour cela leurs stations de mesure d'un pluviomètre (généralement, ce sont des périmètres gardés ou des stations agricoles). Diverses raisons ne nous ont pas permis d'utiliser un tel matériel, la plus évidente étant

qu'il aurait été impossible de faire ces relevés journaliers ou même hebdomadaires. Les seuls relevés dont nous disposons sont ceux déjà cités de la station de Man (Touba se trouvant trop au nord). Ils ne peuvent avoir qu'une valeur indicative par suite de l'éloignement de cette station par rapport à nos points de mesure dispersés dans la nature. Il peut cependant être utile de s'y reporter, et nous avons établi l'histogramme pour la période considérée.




Ajoutons enfin que les mesures d'humidité du sol ont toujours été faites entre le I5 et le 20 de chaque mois. l'histogramme doit donc être décalé d'un demi-mois par rapport au graphique.

2 - 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"(1).

Il est bien connu par ailleurs 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 : un sol sableux par exemple est susceptible de retenir une moins grande quantité d'eau qu'un sol argileux. En outre, toute l'eau contenue dans un sol n'est pas directement utilisable par la plante :

L'eau hygroscopique qui forme une mince pellicule autour des particules du sol est énergiquement retenue par celles-ci et n'est pas absorbable par les racines ; l'eau capillaire non absorbable qui remplit les pores capillaires les plus fins du sol est elle aussi retenue suffisamment énergiquement par le sol pour ne pouvoir être absorbée par les racines ; l'eau de gravité est celle qui remplit les pores les plus grossiers du sol ; elle obéit à la pesanteur et peut être divisée en deux parties : une partie qui s'écoule rapidement et une partie qui s'écoule plus lentement et qui peut saturer les pores non capillaires les plus fins. Seule la

(1) - R. GRAS : 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. Annales agronomiques, I3, 2, p. 141-274 ; I962.

seconde partie de cette eau peut jouer un faible rôle dans l'alimentation de la plante.

Enfin, l'eau capillaire absorbable est l'eau retenue par un sol ressuyé ; elle remplit les pores les plus fins, et c'est elle qui constitue la source essentielle de l'alimentation en eau de la plante.

b) Valeurs caractéristiques de l'eau.

Il résulte de ce qui précède que deux valeurs sont utiles : la capacité de rétention et le point de flétrissement.

- Capacité de rétention (ou capacité au champ).

C'est la quantité maximum 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 courante et la plus rigoureuse, c'est-à-dire la méthode par pression. Les déterminations ont été faites par le laboratoire central d'analyse des sols et des eaux d'Adiopodoumé.

Le point de flétrissement correspond à une pression de I6 atmosphères (Pf 4,2). La capacité de rétention est une valeur plus variable en fonction de la texture des sols. Elle se place généralement entre les pf 2,5 et S 3. Elle est d'autant plus élevée que la texture est plus fine. Les physiciens du sol ne sont pas d'accord entre eux ; la courbe établie par GRAS (op. cité) permet de déterminer le pf exact de la capacité au champ d'un sol donné (en fonction de la teneur en eau du sol à Pf 3). Mais il semble d'après JJ. FRIPIAT (1) que des différences existent entre les sols tempérés et les sols tropicaux. Nous avons pris quant à nous le Pf 2,5 comme valeur de la capacité au champ.

- Domaine de l'eau utile.

La différence entre ces deux valeurs permet d'évaluer la quantité d'eau utile dans le sol : c'est le domaine de l'eau utile Eu = PF 2,5 - Pf 4,2. Elle est la plus faible dans les sols sableux, la plus élevée dans les sols argileux bien structurés.

Il s'ensuit qu'en l'absence d'alimentation en eau, "l'évapotranspiration épuise plus rapidement les réserves d'eau disponibles au voisinage de la surface et dans la zone des racines dans une terre sableuse que dans les terres limoneuses ou argileuses (2).

(1) JJ. FRIPIAT : note sur le comportement vis à vis de l'eau de quelques sols du Congo Belge ; Bull. Agricole du Congo Belge, Vol XV n° 2, Juin I949. Conférence Africaine des sols, Goma, sect 1, groupe II, comm. n°I39

(2) G. LEMEE : Sur un facteur édaphique important dans la localisation des groupements végétaux en région tropicale humide : le régime d'humidité des sols ; in Rapport du sol et de la végétation, Société Botanique de France Masson Ed. I960.

c) Le régime hydrique.

La position de la courbe d'humidité du sol à un moment donné par rapport aux courbes correspondant aux différents Pf (donnant le domaine de l'eau utile) est intéressante à considérer, car elle permet de comparer l'humidité du sol à des humidités de référence. C'est une idée que nous avons appliquée pour chacune de nos 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 y avoir asphyxie de la plante.
- Humidité du sol entre la capacité de rétention et le point de flétrissement (entre Pf 2,5 et 4,2) : la plante est bien alimentée.
- Humidité du sol inférieure au point de flétrissement (Pf 4,2) : La plante se fane.

Dans le premier cas, il peut être intéressant de comparer l'humidité du sol (en volume) à l'indice des vides, afin de voir si le sol est saturé.

d) Réserve en eau du sol.

Pour que la plante soit dans des conditions optimales (vis à vis de l'eau du sol), il faut donc que l'humidité du sol se trouve dans le domaine de l'eau utile. Tant que l'apport d'eau par les pluies reste supérieur à l'évapotranspiration potentielle, cette alimentation est assurée, mais pendant la période dépourvue de précipitations, l'alimentation du végétal s'effectue aux dépens des réserves en eau du sol.

Cette réserve "R" peut être calculée. Elle a été évaluée par HALLAIRE (1).

$$R = h.\ d'.\ (C-f) + 30$$

où

C = Capacité au champ

f = point de flétrissement

h = profondeur de l'enracinement (en dm)

d'= densité apparente du sol.

R est exprimé en mm d'eau ; les 30 mm additionnels correspondent à l'ascension capillaire en dessous de l'enracinement. Ils ne peuvent pas toujours être pris en considération (cas des sols sur cuirasse par exemple). S'il y a plusieurs horizons distincts, avec des valeurs de d', C ou f variables, R sera la somme des différentes valeurs calculées par horizon. Enfin, la présence de cailloux en grande quantité peut modifier la formule.

(1) - M. HALLAIRE : Irrigation et utilisation des réserves naturelles ; Annales Agronomiques I2, 1, p. 87-97, I96I.

## III - LES DONNEES PARTICULIERES A CHAQUE STATION.

Rappelons tout d'abord que les observations ont été effectuées mensuellement. Elles ont débuté selon les stations entre les mois de juillet et septembre I966 et se poursuivent actuellement puisqu'elles doivent s'échelonner sur plusieurs années. Elles ont cependant été arrêtées pour cette note au mois d'octobre I967.

Nous donnerons la localisation de chaque station, puis une rapide description des conditions, avant de commenter les deux graphiques représentant d'une part le pourcentage d'humidité dans le sol et d'autre part, le régime hydrique. Les légendes communes à ces deux graphiques ont été regroupées et présentées dans la page suivante.

Nous réserverons les interprétations et conclusions d'ensemble pour notre dernière partie, car il est certain que c'est la comparaison des stations entre elles qui offre le plus de renseignements.

### A - LES STATIONS DANS LA ZONE DE CONTACT FORET-SAVANE EN BORDURE DU SASSANDRA.

1) Station H 3 : FORET DENSE SEMI-DECIDUE DEGRADEE.
Localisation : Piste MAN-SEGUELA, 72,6 Km de Man, I,6 Km au nord du pont du Sassandra.
Description : La topographie est légèrement ondulée et domine une autre zone plane en bordure du fleuve par une marche d'escalier (rebord net) ; des galets épars dans le profil semblent indiquer une terrasse ancienne ou au moins une zone d'épandage.

## LEGENDE COMMUNE aux Figures représentant le POURCENTAGE D' HUMIDITE DANS LE SOL .

Pourcentage d'eau dans le sol -

| | |
|---|---|
| 0 à 1,9 % | |
| 2 à 3,9% | |
| 4 à 5,9% | |
| 6 à 7,9% | |
| 8 à 11,9% | |
| 12 à 15,9% | |
| 16 à 19,9% | |
| 20 à 23,9% | |
| 24 à 27,9% | |
| 28 à 31,9% | |
| + de 32% | >32 % |

## LEGENDE COMMUNE aux FIGURES REPRESENTANT LE REGIME HYDRIQUE des SOLS.

| | | |
|---|---|---|
| Humidité du sol inférieure au point de flétrissement | | < Pf.4,2 |
| Hum. du sol comprise entre le pt. de flétrissement et la capacité de rétention. | | entre 2,5 et 4,2 |
| Hum. du sol supérieure à la capacité de rétention | | > Pf2,5 |

La courbe granulométrique des sables montre un triage certain mais très perturbé par les concrétions ferrugineuses, aux grandes tailles. L'observation au binoculaire révèle un pourcentage important de grains non usés picotés luisants avec quelques coins arrondis picotés luisants.

La profil pédologique se présente de la façon suivante :

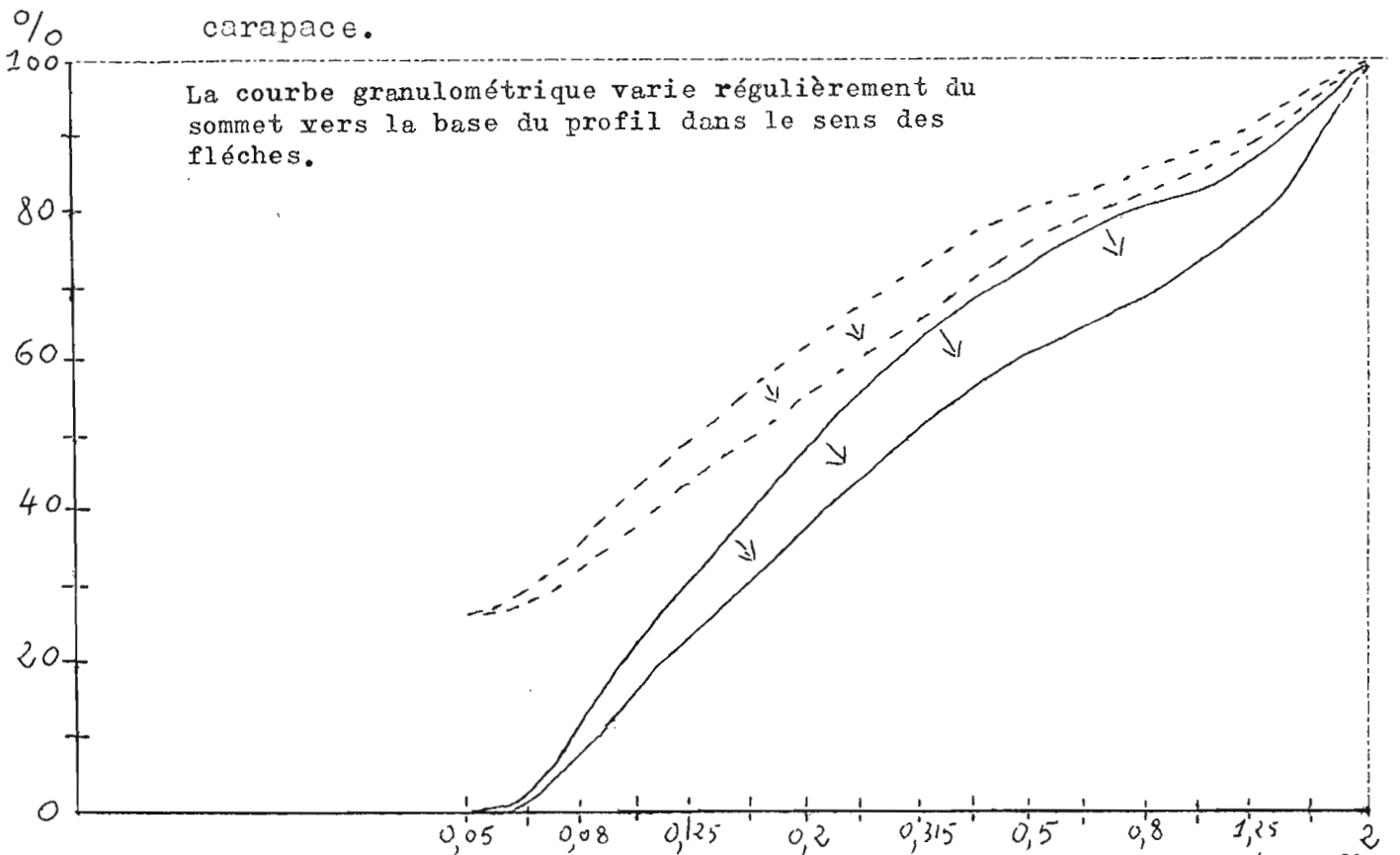
0 - 20 cm : horizon de couleur gris noir, sableux, à structure particulaire,

20 - 30 cm : brun ocre, sableux, quelques concrétions,

30 - 50 cm : Horizon très concrétionné, avec un enrobement sableux légèrement argileux,

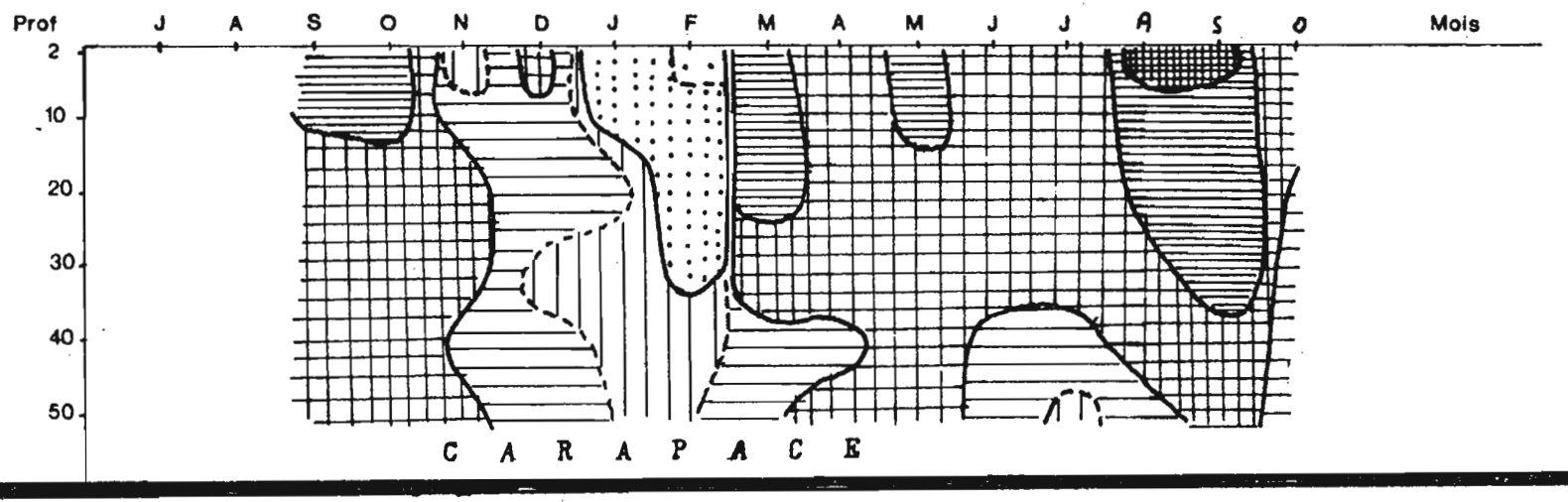
En dessous de 50 cm : carapace ferrugineuse.

L'enracinement est très bon mais ne semble pas franchir la carapace.

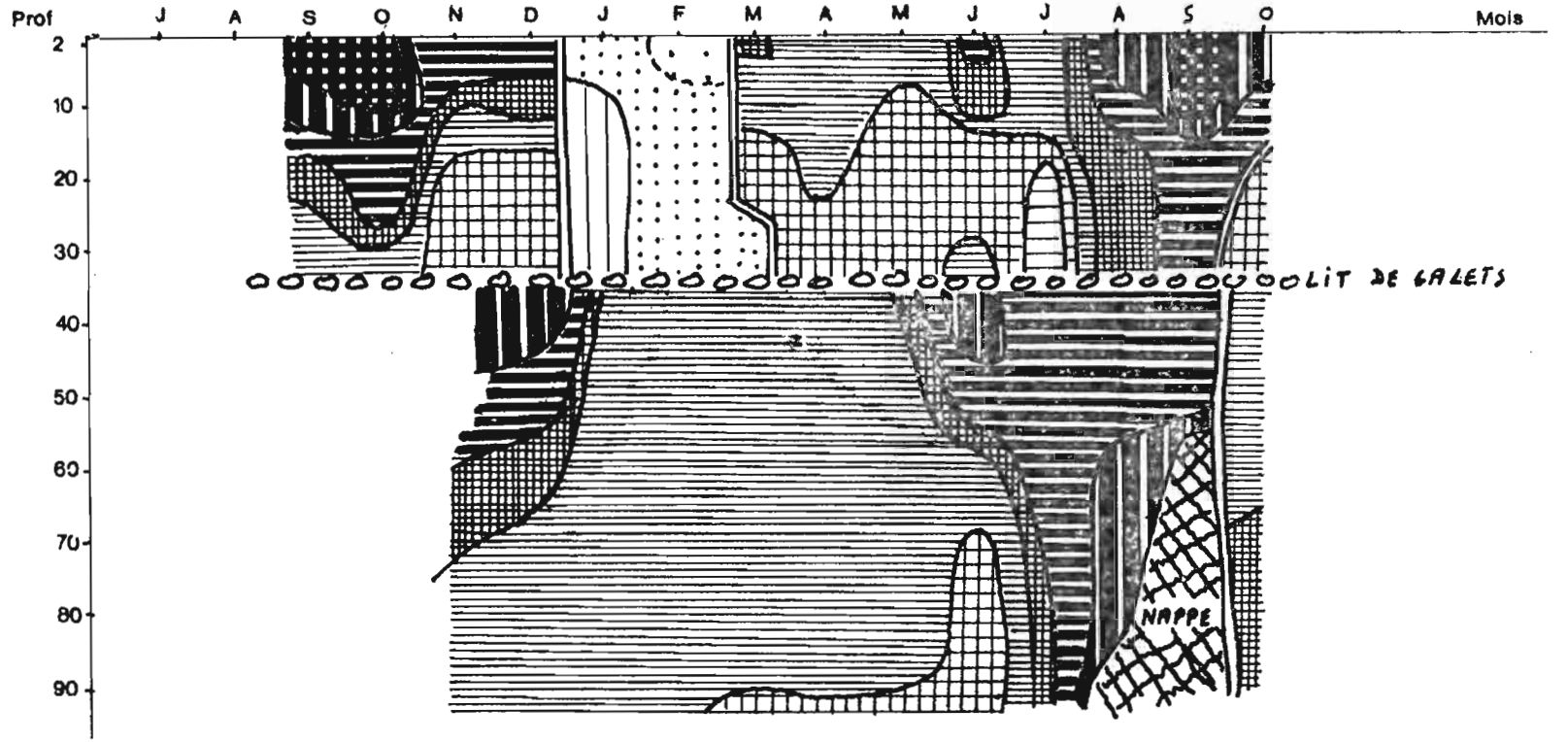



Courbe granulométrique des sables ; H 3

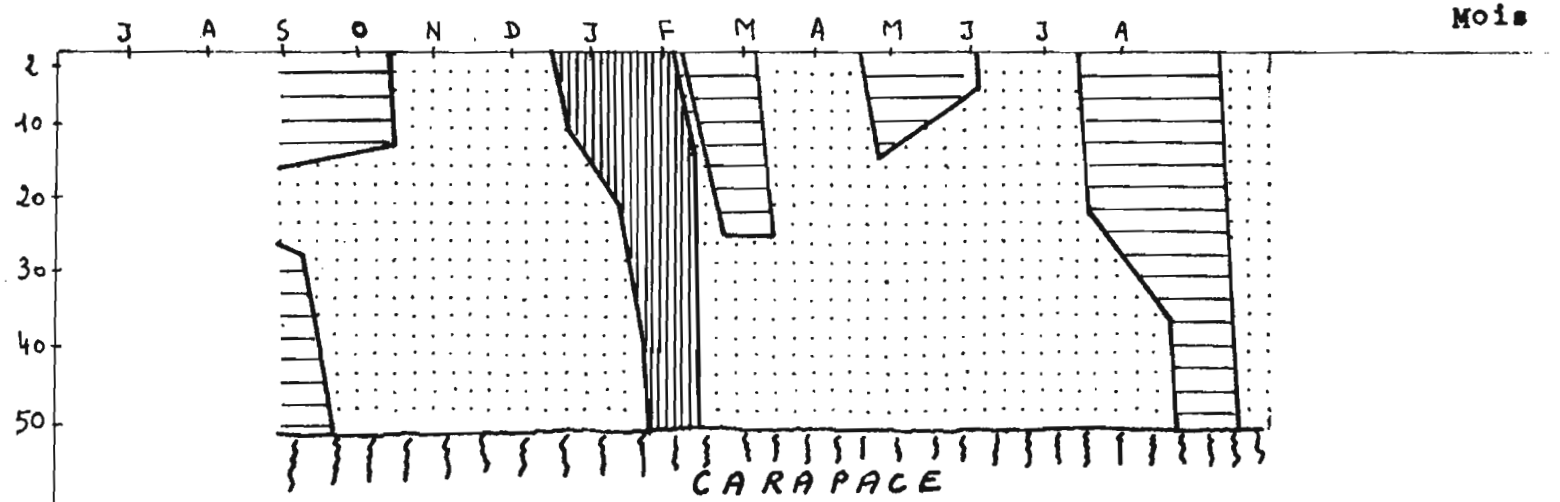
STATION H3 FORÊT DENSE SÈCHE DEGRADÉE



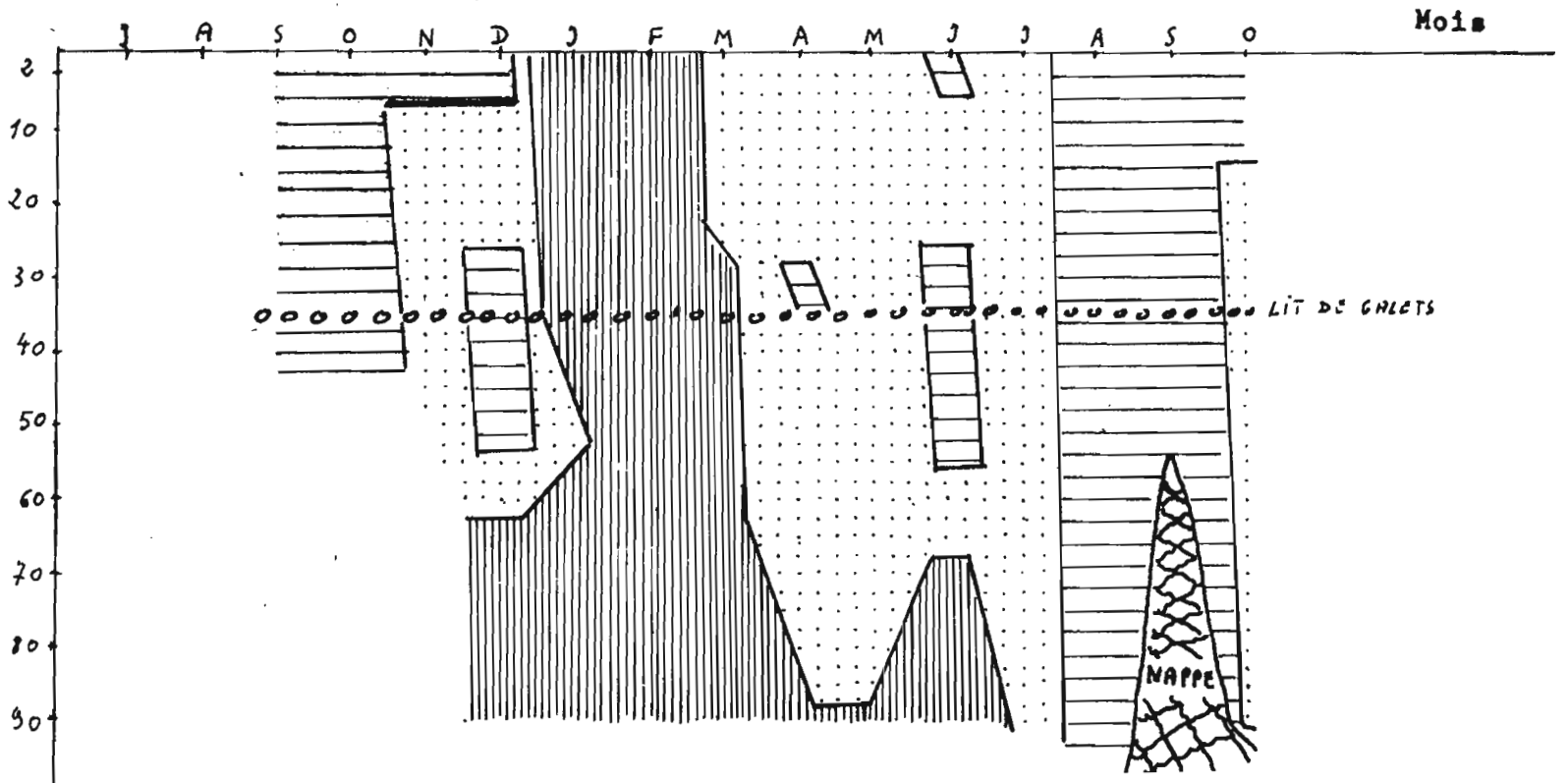

STATION H 4 SAVANE



STATION H 3 FORET DENSE SECHE DEGRADEE




STATION H 4 SAVANE



- Graphique d'humidité.

L'année se divise en deux parties :

+ de novembre à mars, l'humidité reste inférieure à 8 % et va en diminuant de novembre à février. Une petite pluie en décembre n'a fait que mouiller les premiers centimètres. La coupure brutale de la fin du mois de février correspond aux premières pluies qui réhumectent le sol.

+ le reste de l'année donne une humidité moyenne de 8 à I2%, avec une série de pointes de I2 à I5 %, mais celles-ci n'affectent jamais l'ensemble du profil. La faiblesse des pluies de Juin-juillet I967 s'est marquée par une baisse de l'humidité en profondeur ; ce phénomène doit cependant être exceptionnel. En résumé, ce graphique montre deux aspects bien tranchés, correspondant à la saison sèche et à la saison des pluies, et dans chaque cas, une assez bonne régularité dans la répartition des humidités.

- Régime hydrique.

Ce graphique fait ressortir du premier coup d'oeil que l'humidité de ce sol reste la plus grande partie de l'année dans le domaine de l'eau utile. Il n'y a guère qu'un mois (février) où cette humidité tombe en dessous du point de flétrissement, tandis que la capacité de rétention n'est dépassée que pendant de courtes périodes. La plante ne souffre donc qu'une faible partie de l'année.

- Réserve en eau du sol :

Le Pf 2,5 est en moyenne de 11,5 pour les 30 premiers centimètres et de 9 % de 40 à 50 cm. Le Pf 4,2 reste constant vers 4,5 %. La densité apparente étant de I,5 et les racines étant bloquées sur la carapace, la réserve en eau du sol est donc R = 45 mm.

2) Station H 4 : SAVANE.

Localisation : piste de MAN à SEGUELA, 7I,5 Km de Man, 0,5 Km au nord-ouest du pont du sassandra.(rive gauche).

Description : la topographie est très plane ; il s'agit d'une basse terrasse du Sassandra. En effet, une ligne de galets de 2 à 8 cm se rencontre dans le sol à une profondeur moyenne de 30 à 40 cm, de manière assez générale quoique discontinue (type lentille) et elle est recouverte par un matériel beaucoup plus fin, rappelant souvent celui de cuvettes de décantation (derrière une levée alluviale).

La profil pédologique s'établit comme suit :

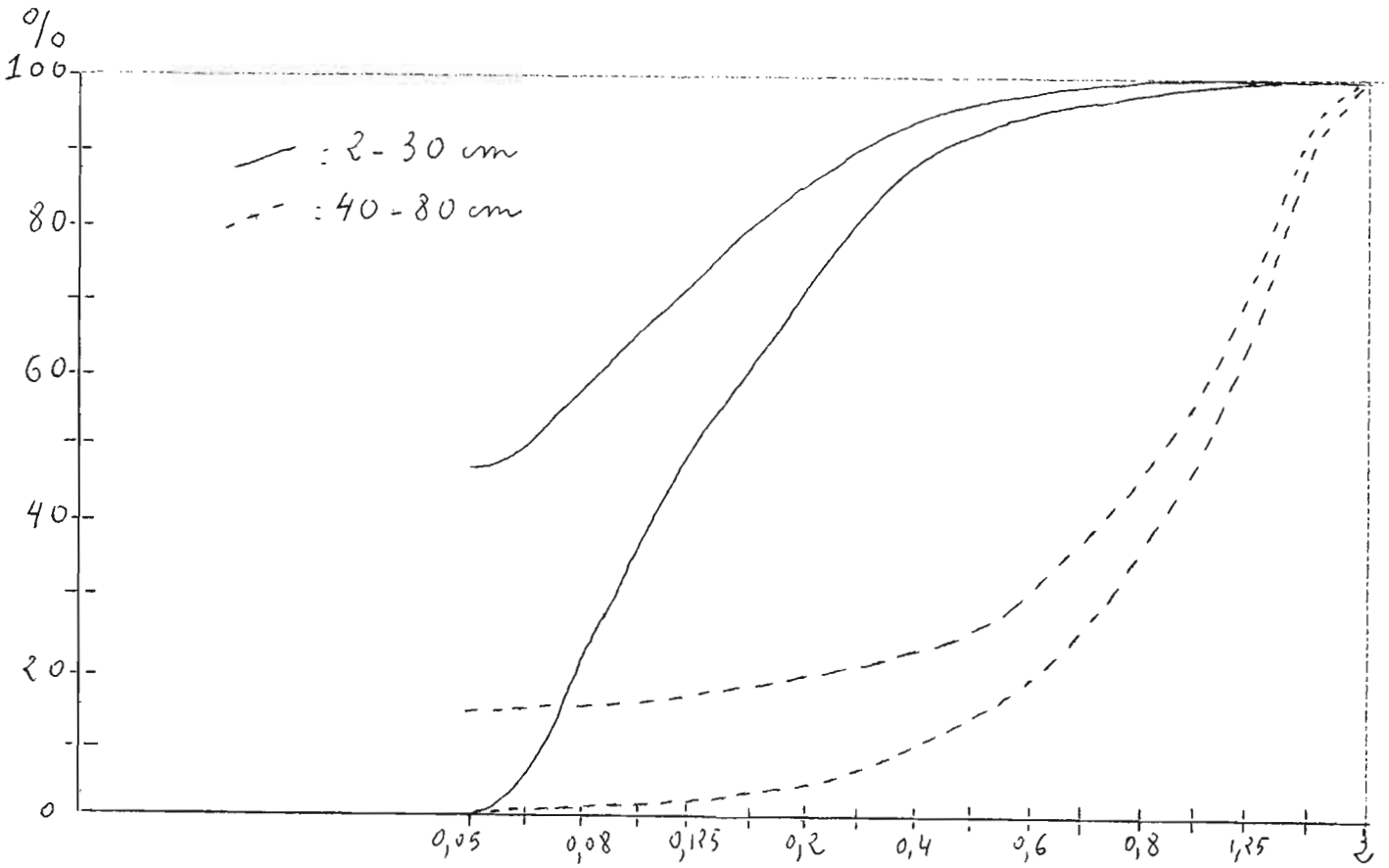
0 - I0 cm : horizon noir, très humifère, sable fin limoneux. gravelcux, humide meuble.

I0 - 30 cm : sable fin limoneux, noir avec traces d'hydromorphie, taches rouilles le long des racines.

30 - 40 cm : passage brutal à un lit de galets de quartz avec enrobement plus sableux et plus clair.

Au delà de 40 cm : passage brutal à un matériel plus blanc, sables grossiers avec poudre argilo-limoneuse ; les grains grossiers sont à arêtes vives. Ceci indique une altération en place du granite sous-jacent dont certains éléments encore frais se rencontrent à faible profondeur et répartis dans le profil en blocs de taille variable.

Les courbes granulométriques rendent bien compte de cette superposition. L'observation au binoculaire confirme ce qui précède : En surface, les grains de quartz ont des coins arrondis et sont arrondis et émoussés luisants (picotés) dans leur grande majorité, alors qu'en dessous de la ligne de galets, ils sont tous non usés et à éclat naturel ou sales. Les racines traversent la ligne de galets.




Courbes granulométriques des sables ; H 4.

- Graphique d'humidité.

La différence de matériel de part et d'autre de la ligne de galets donne une allure discontinue au profil hydrique. Dans la partie supérieure, deux zones très tranchées apparaissent :

+ fin décembre, l'humidité tombe brusquement alors qu'elle remonte aussi brusquement fin février. La zone ainsi délimitée est très sèche, l'humidité y étant toujours inférieure à 6 %.

+ le reste de l'année présente des humidités très variées et irrégulières atteignant plus de 30 % dans certains cas.

Sous la ligne de galets, une zone homogène allant de décembre à mai (I2 à I6 %) tranche nettement avec le reste de l'année où les humidités sont variables.

- Régime hydrique.

Le graphique divise l'année en trois parties ; la partie où l'humidité est inférieure au point de flétrissement frappe au premier abord par son importance. Elle est de 2 mois et demi à 3 mois en surface et de 4 mois en profondeur avec un appendice dû à l'année I967 exceptionnellement sèche en juin.

La zone où l'humidité est supérieure à la capacité de rétention est elle aussi assez développée. Dans l'ensemble cette station semble subir trois périodes bien distinctes :

- de 2 à 4 mois édaphiquement secs,
- 3 à 4 mois où il y a engorgement, sinon saturation,
- 5 à 6 mois où l'humidité reste dans le domaine de l'eau utile.

- Réserve de l'eau utile :

Pour les 30 premiers centimètres, les Pf moyens de 2,5 et 4,2 sont respectivement de I8 % et 5,5 % ; la densité apparente est de I,4 ; sous la ligne de galets, le Pf 2,5 est de 23 % en moyenne et le Pf 4,2 de I6 % tandis que la densité apparente est de I,7. La plus grande partie de l'enracinement atteint 70 cm mais il est possible d'ajouter les 30 cm additionnels de la formule HALLAIRE : donc R = I30 mm.

3) Station H 6 : LAMBEAU FORESTIER (forêt dense SEMI-DECIDUE).

Localisation : Piste de MAN-SEGUELA, puis piste prenant sur la rive droite du Sassandra à environ 2 Km du pont et allant à KOULIKORO. Un sentier part de cette piste sur la gauche à I,9 Km du carrefour. La station se trouve à IOO m sur ce sentier.

Description : la piste de Koulikoro longe un rebord de talus assez estompé séparant la basse terrasse (avec galets) d'une zone plus élevée. Il s'agit en fait d'un long versant à pente faible avec un ressaut dans sa partie inférieure. La station est installée sur la partie haute de ce versant dans un endroit où la pente est encore plus faible, ce qui donne une allure de sommet de croupe.

Le profil est le suivant :

0 - 25 cm : gris beige, assez humifère, sec grumeleux grossier, cohésion moyenne, débit particulaire, sableux à sableux grossier, argileux. Très bon enracinement.

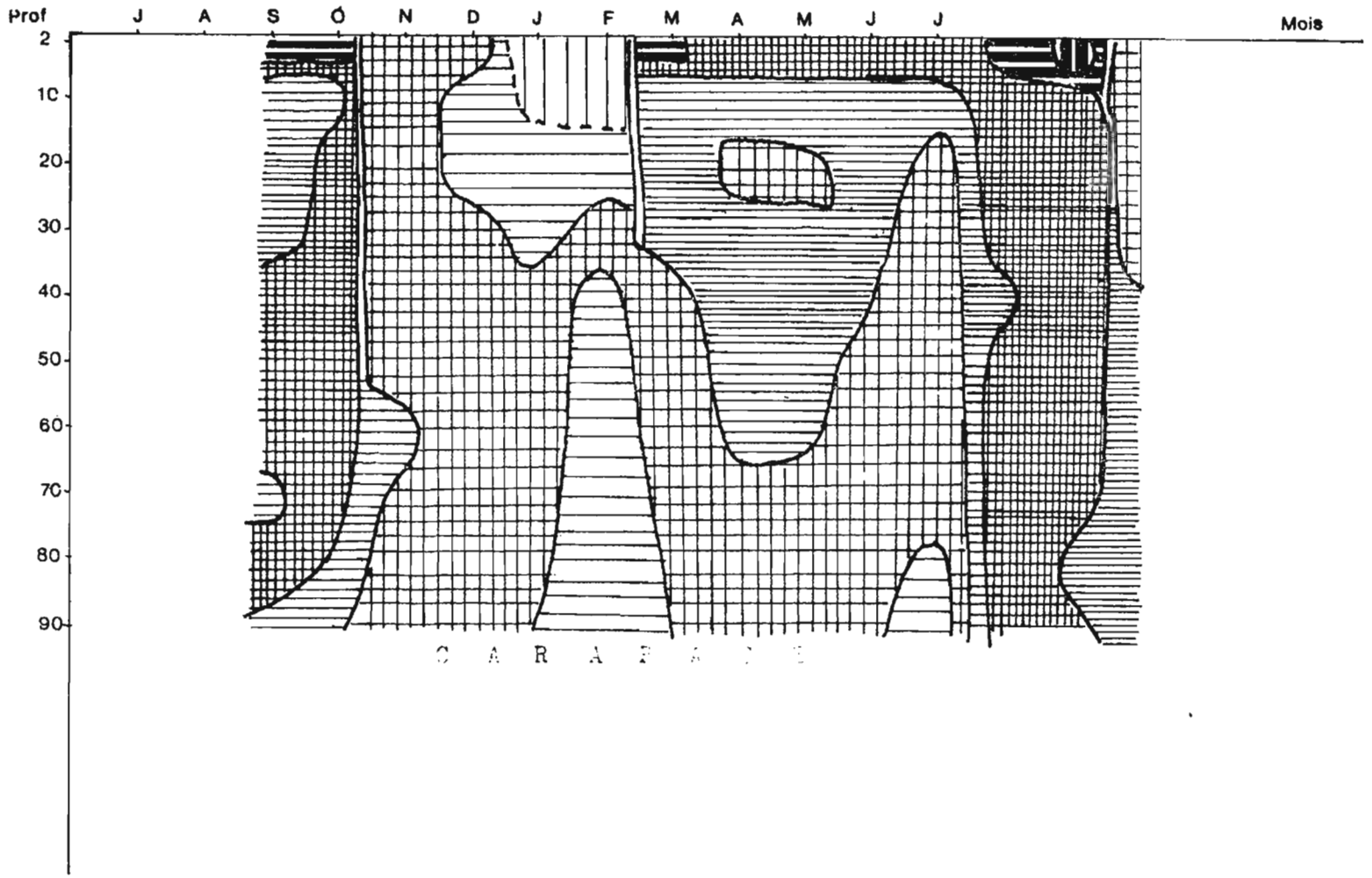
25 - 80 cm : jaune, sablo-argileux à argilo-sableux, meuble ; très bon enracinement.

Au delà de 80 cm : gravillon, puis cuirasse.

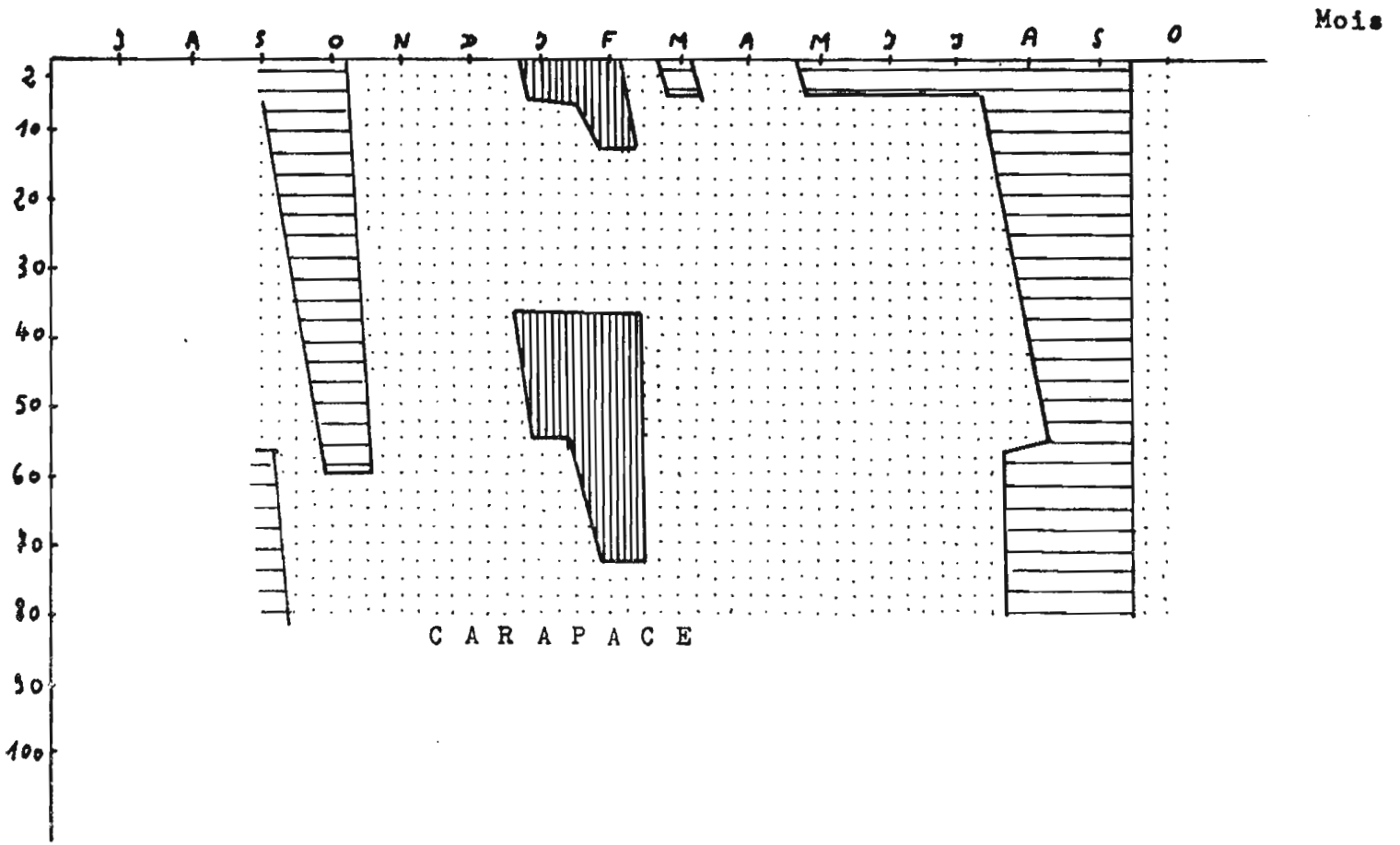
La courbe granulométrique des sables est identique dans tout le profil jusqu'à 70 cm où apparait le début du cuirassement. Elle indique un triage en S très aplati.

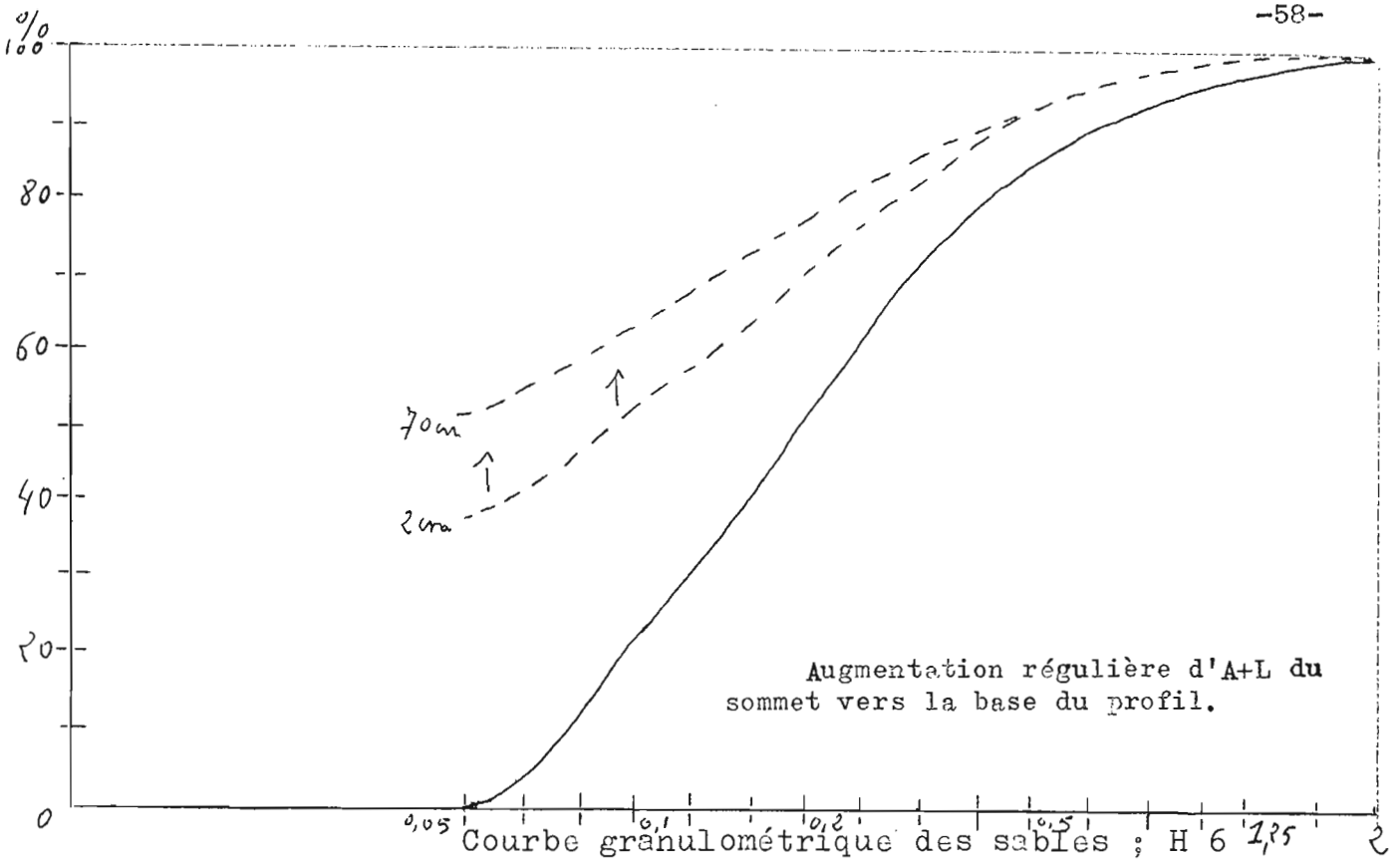
L'observation des sables au binoculaire semble confirmer le caractère fluviatile bien que les grains de quartz soient en majorité anguleux et à coins arrondis. Nous n'avons pas trouvé de galets dans le profil.

STATION H6 LAMBEAU FORESTIER



STATION H 6 LAMBEAU FORESTIER






Courbe granulométrique des sables ; H 6

- Graphique d'humidité.

La distribution des différentes classes d'humidité est assez irrégulière et n'est pas très parlante. Elle indique seulement une certaine constance en valeur absolue, avec une période plus sèche en janvier, février et une période plus humide en août, septembre et octobre. Là encore, le mois de juillet I967 semble exceptionnel.

- Régime hydrique.

La zone où l'humidité est inférieure au point de flétrissement est des plus réduites puisqu'elle n'occupe que deux taches en janvier et février. L'humidité se tient ainsi dans le domaine de l'eau utile pendant la majorité de l'année. Bien que la capacité de rétention soit dépassée pendant deux mois environ, le sol n'est pas saturé pendant cette période, parce que ce dépassement n'est que de quelques pour cent.

- Réserve d'eau utile.

Les Pf 2,5 et 4,2 moyens étant respectivement de I5 % et 7 % pour l'ensemble du profil, alors que la densité apparente est de 1,5 et que l'enracinement s'arrête au niveau de la cuirasse soit à 80 cm, la réserve d'eau utile est de 96 cm.

4) Station H 7 : SAVANE.

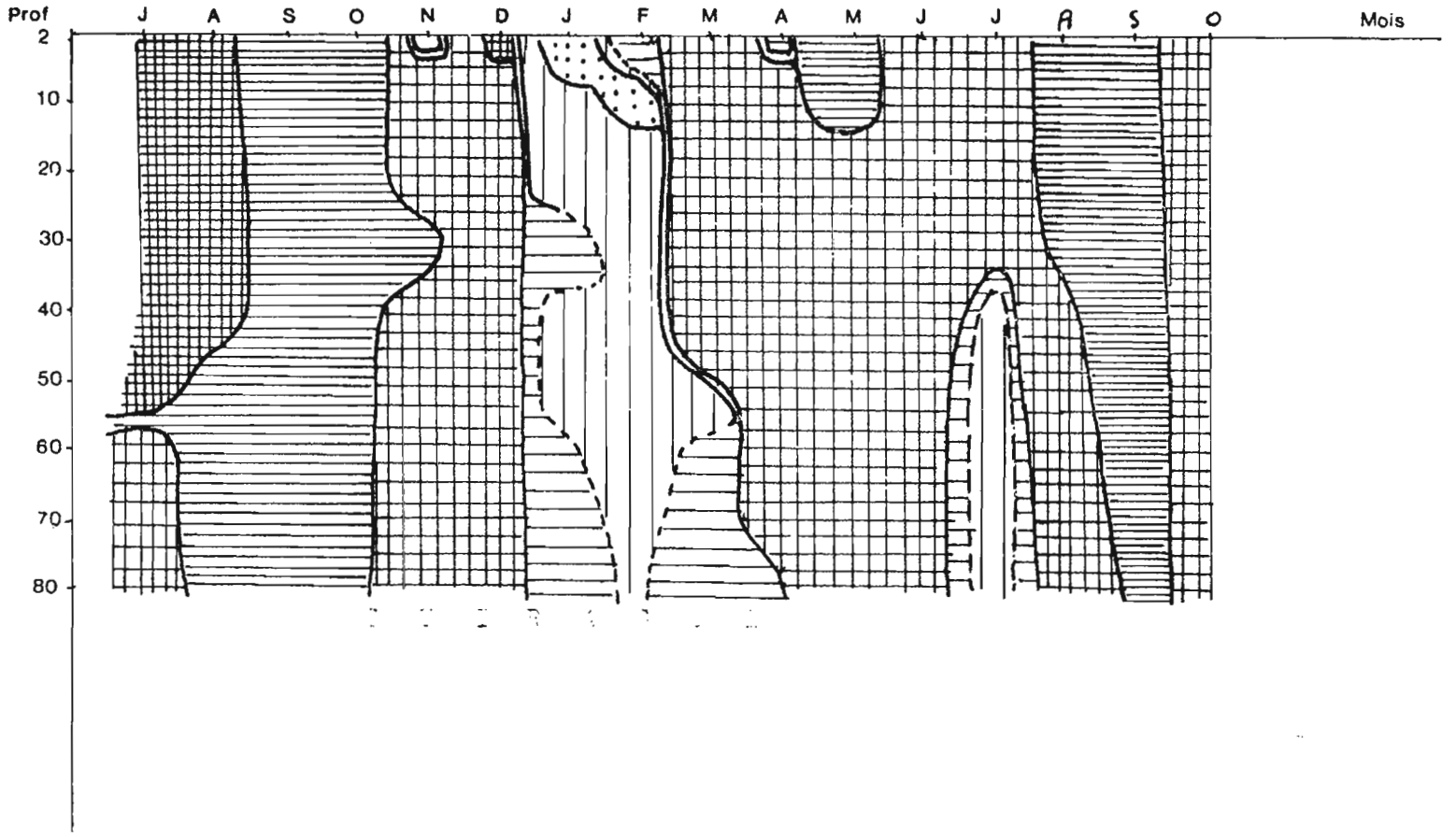
Localisation : près de H 6 : le sentier allant sur la gauche de la piste de Koulikoro vers H 6 se poursuit sur la droite de cette piste et mène à un puits de village. La station H 7 se situe à I50 mètres sur ce sentier.
Description : nous sommes ici sur le long versant décrit dans la station précédente ; les galets y sont fréquents. Le profil pédologique nous donne :

0 - 20 cm : horizon gris, sableux à sableux fin, structure grumeleuse à particulaire, limite graduelle.
20 - 55 cm : beige jaune, sableux légèrement argileux, friable, couleur homogène, peu humide.
55 - 70 cm : même horizon mais apparition de concrétions.
à 75 - 80 cm : cuirasse.

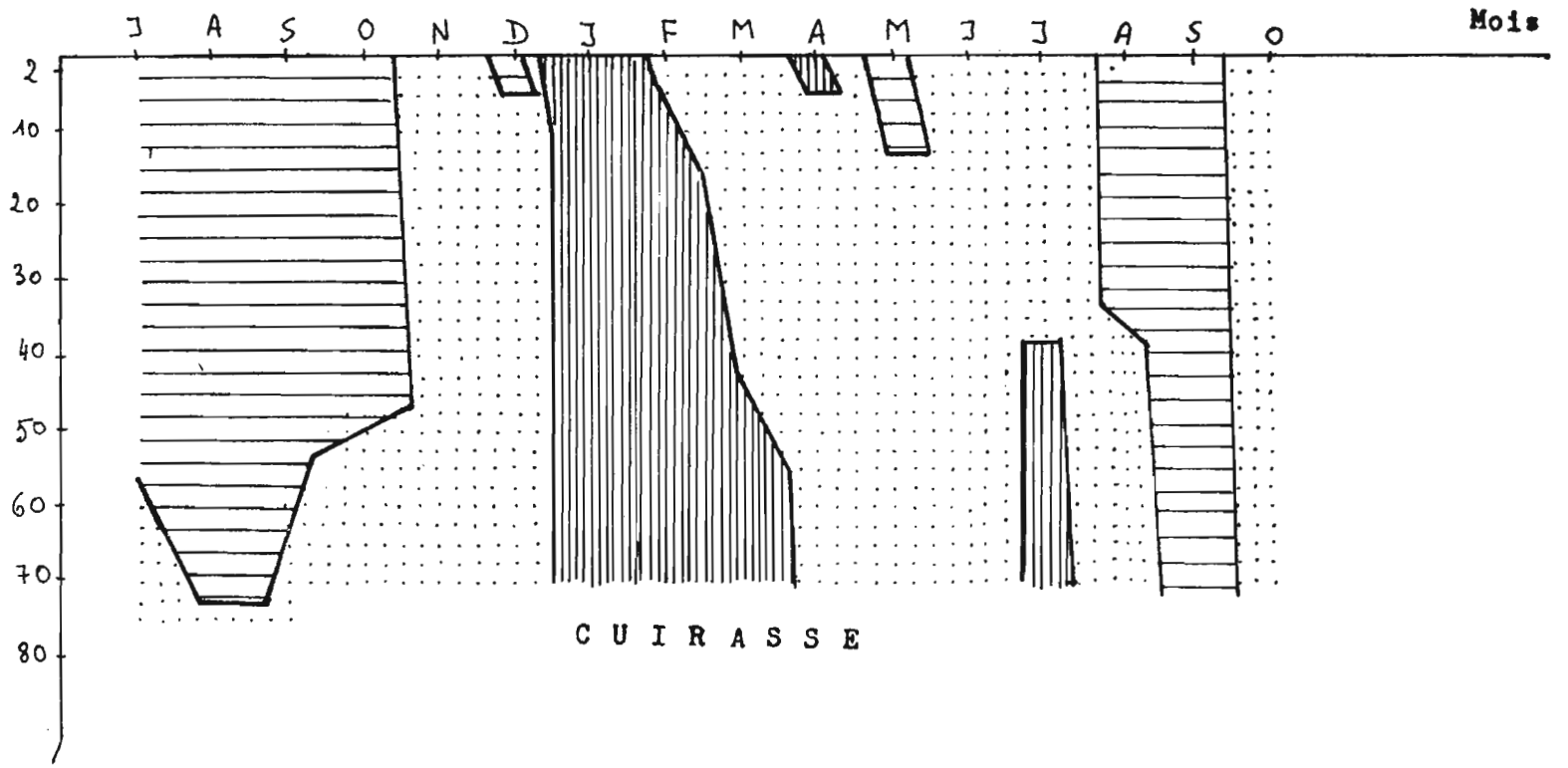
Cette cuirasse est assez irrégulière et peut se rencontrer tantôt plus haut, tantôt plus bas dans le profil.

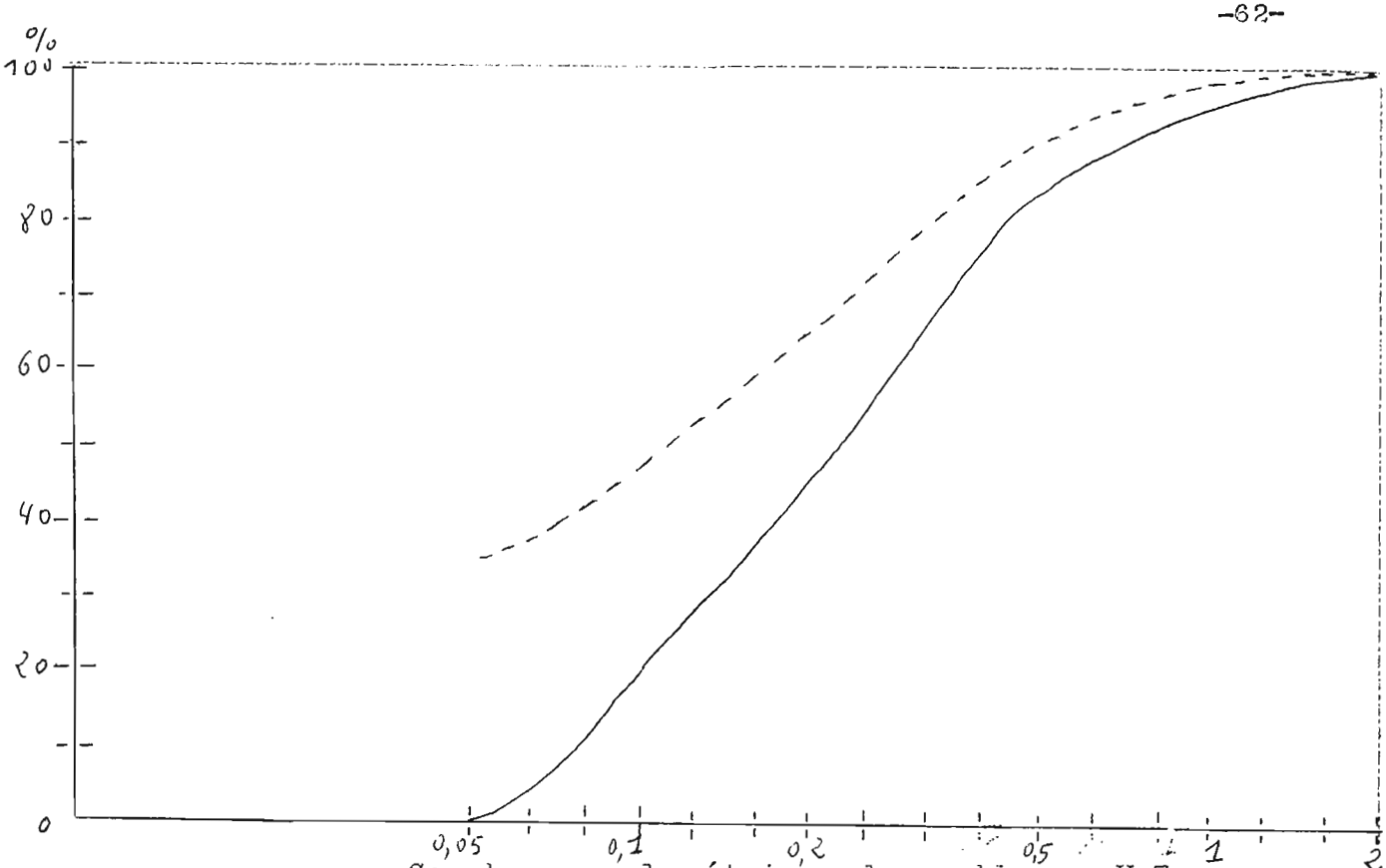
L'allure générale de la courbe granulométrique des sables est identique à H 6, et les mêmes éléments se retrouvent à l'observation au binoculaire.

STATION H7 SAVANE



STATION H 7 SAVANE





Courbe granulométrique des sables ; H 7

- Graphique d'humidité.

Le fait frappant de ce graphique est la variation verticale du pourcentage d'humidité, ce qui semblerait indiquer un régime contrasté. Une chute brutale de l'humidité apparait en décembre et en janvier dans les premiers centimètres du sol, alors qu'au contraire, une brusque augmentation correspond aux premières pluies de mars. Il est intéressant de comparer cette station avec H 6 qui se trouve sur le même type de sol mais sous forêt, car les différents pourcentages d'humidité ne se répartissent pas de la même façon.

- Régime hydrique.

Nous retrouvons, comme pour H 4, trois périodes bien tranchées. La zone où l'humidité est inférieure au point de flétrissement est importante (2 mois en surface, 3 mois en profondeur). La différence est donc bien marquée avec H 6.

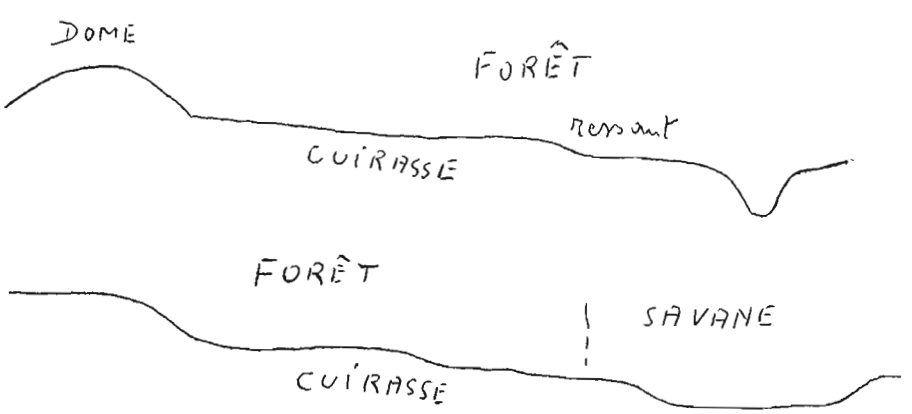
- Réserve d'eau utile.

Le pf 2,5 est de I3 % en moyenne, celui de 4,2 de 5,5 % ; la densité apparente est de I,5 et la hauteur d'enracinement de 70 cm ; la réserve d'eau utile est donc de 79 mm.

## B - LES STATIONS A L'INTERIEUR DE LA ZONE DE FORET DENSE SEMI-DECIDUE.

### 1) Station H 8 : FORET DENSE SEMI-DECIDUE.

Localisation : Piste MAN-SEGUELA, 45,2 Km de Man.
Description : long versant de type glacis, la station étant située dans la partie médiane du versant. Ce dernier fait partie d'un ensemble complexe, où se rencontrent des dômes granitiques surbaissés, des glacis longs et à pentes variables, des entailles relativement importantes de marigots. Parfois, les dômes n'existent pas et les sommets sont seulement aplanis. Ces versants sont cuirassés à plus ou moins grande profondeur (40 à I00 cm). Ils sont couverts de forêts ainsi que les sommets (à l'exclusion des dômes), tandis que les bas-fonds prennent deux aspects : ils sont soit assez incisés, en V aplati à sa base, soit au contraire très larges, à versants en faible pente et à fond plat. Dans ce dernier cas, ils sont généralement occupés par des savanes (voir H 9).



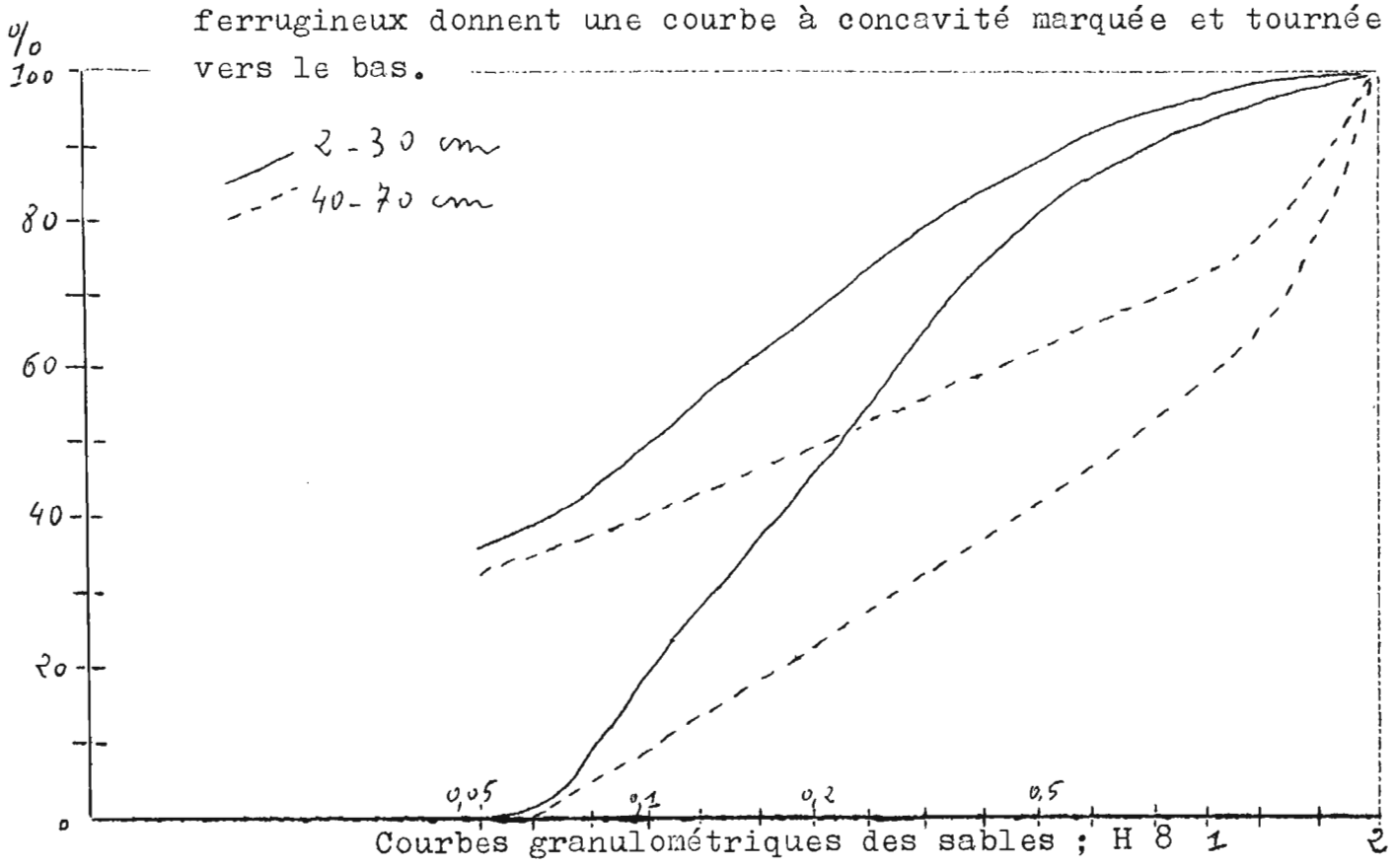
Le profil pédologique est le suivant :

0 - IO cm : h. brun foncé, sable argileux à sable fin, structure grumeleuse, moyenne à grossière, cohésion moyenne, friable. Limite graduelle.

IO - 30 cm : brun rouge, sablo-argileux à argilo-sableux, très humifère, structure grumeleuse moyenne, bien développée, cohésion moyenne, sec.

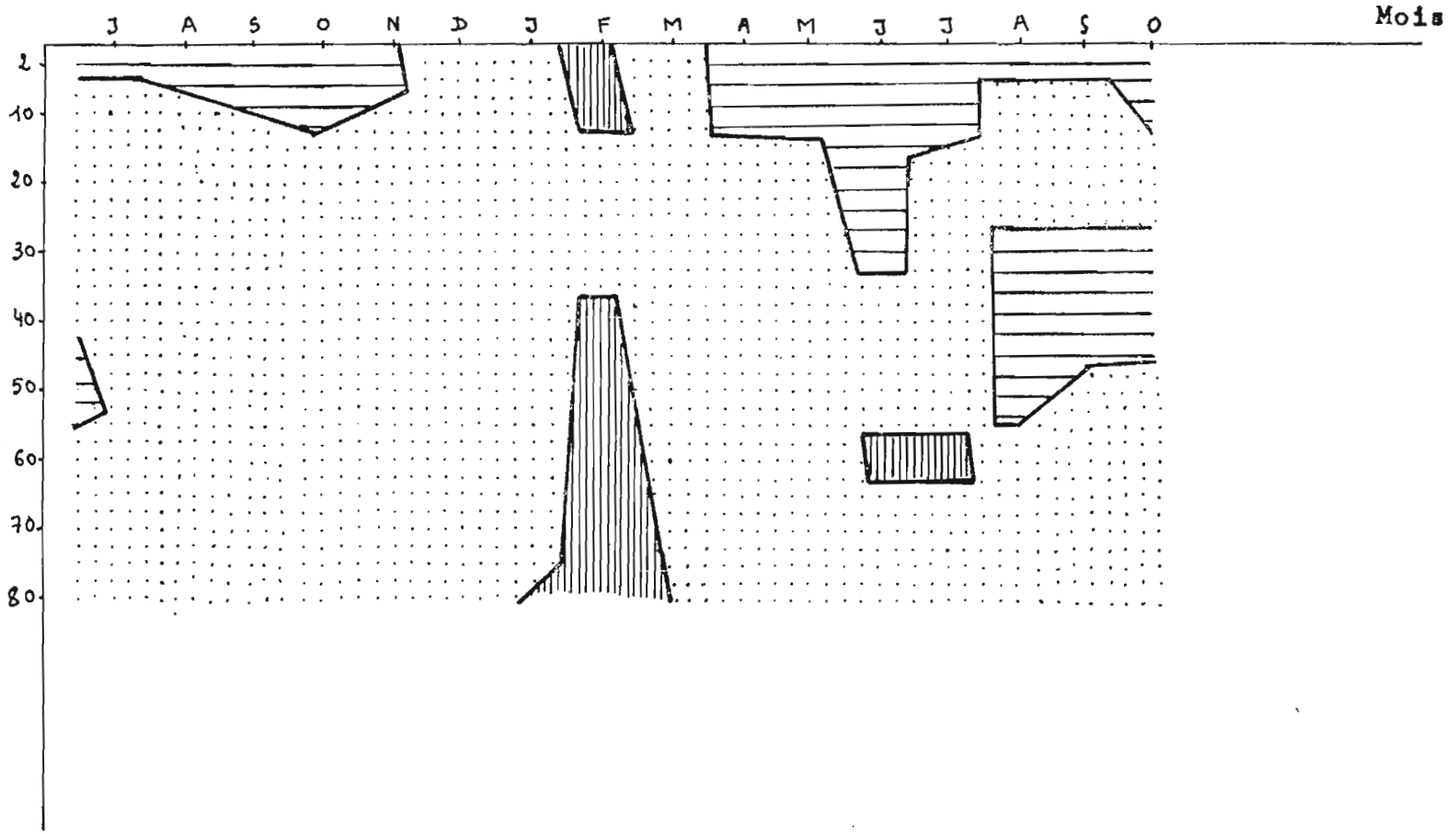
30 - 80 cm : brun rouge foncé, argileux, friable à ferme. 20 % de concrétions rondes, petites (5 mm) noires et rouilles ; argile indurée.

Les courbes granulométriques sont typiques de ces glacis (d'après ce que nous avons pu relever par ailleurs) : la surface montre un très léger triage,(migration des dépots de pente à la surface du glacis au moment de sa formation et remaniements de détail par la suite), tandis qu'en dessous, les concrétions et grains de sables soudés par un ciment ferrugineux donnent une courbe à concavité marquée et tournée vers le bas.

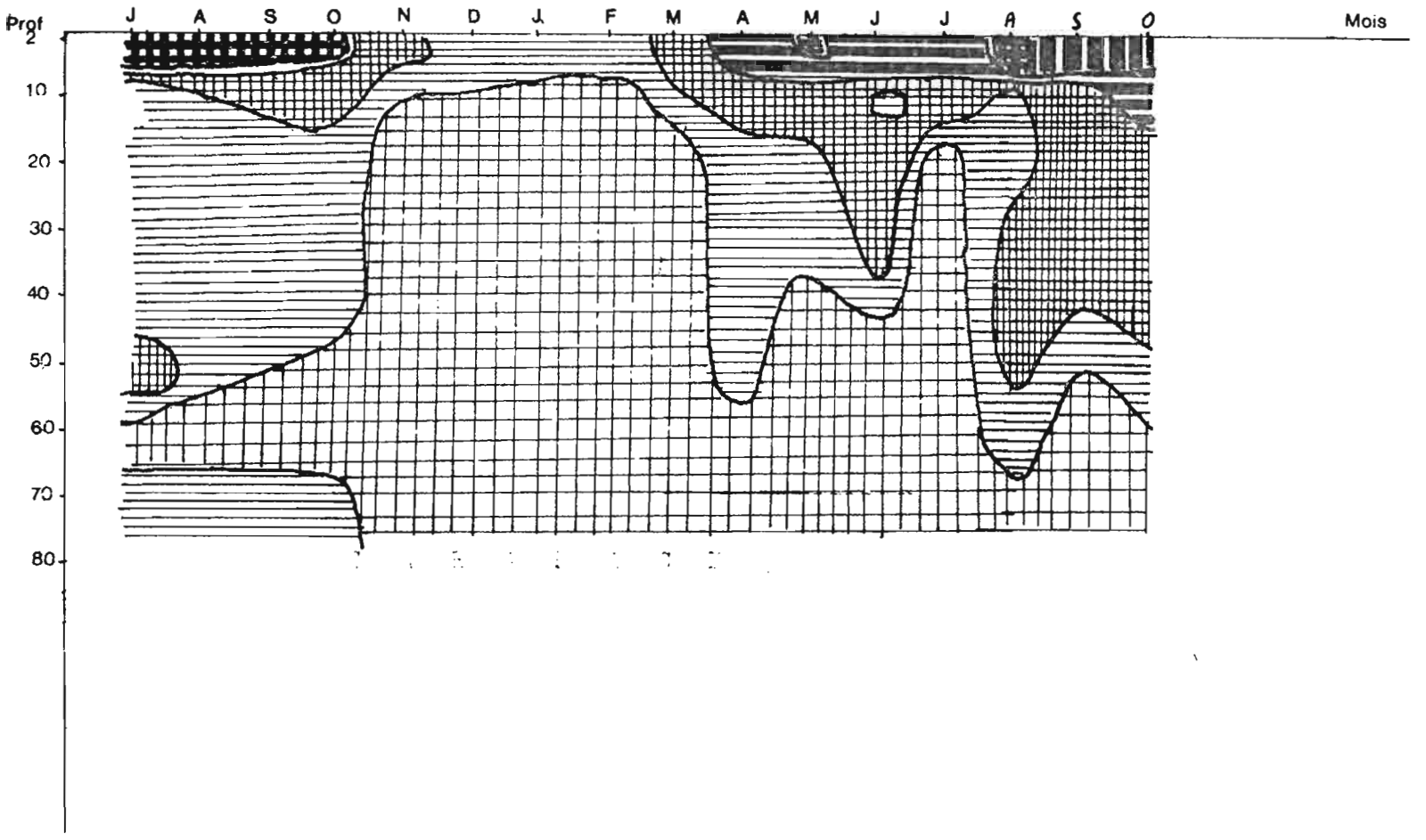



Courbes granulométriques des sables ; H 8

STATION H 8 FORET DENSE HUMIDE



STATION H8 FORÊT



- Graphique d'humidité.

Une humidité pratiquement constante se rencontre en profondeur tout au long de l'année, variant entre 8 et I2 % et remontant entre les mois de novembre et mars jusqu'à quelques centimètres de la surface.

Dans la partie supérieure du sol et le reste de l'année, les variations sont plus importantes, mais ne sont pas très contrastées : les pourcentages d'humidité vont en décroissant du sommet du profil vers la base.

- Régime hydrique.

L'humidité du sol reste toute l'année dans le domaine de l'eau utile sauf en surface et en profondeur pendant le mois de février où elle tombe en dessous du point de flétrissement, et en dehors de quelques points où la capacité de rétention est dépassée. Nous retrouvons approximativement le régime de H 6 et de H 3.

- Réserve d'eau utile.

Le Pf 2,5 étant de I5 %, celui de 4,2 de 8 %, la densité apparente de I,6 et la hauteur de l'enracinement de 80 cm, la réserve d'eau utile est de 89,6.

2) Station H 9 : SAVANE INCLUSE.

Localisation : piste MAN-SEGUELA, 4I,3 Km de Man.

Description : la station se trouve dans une zone déprimée par rapport à l'ensemble du paysage. Ce dernier est constitué par les versants décrits en H 8, tandis que la dépression correspond à un bas-fond très élargi, où se concentrent les

eaux en saison des pluies. De nombreuses dépressions du même type se rencontrent dans cette zone ; elles sont généralement alignées le long d'un axe, sans que l'écoulement forme un véritable réseau organisé. Un marigot intermittent les traverse parfois. Elles sont très sableuses sur une grande épaisseur ; ces sables proviennent d'un lent comblement par ruissellement sur les versants, et entrainement de l'argile, ce qui laisse supposer que ces formes ne sont pas actuelles, et qu'elles se sont mises en place à un moment où l'écoulement était organisé (ayant permis en particulier l'évacuation de l'argile).

Tout le profil présente la même courbe granulométrique indiquant un faible triage, le caractère local du matériel étant confirmé par l'examen des sables au binoculaire (exclusivement des non-usés).

Le profil pédologique se présente de la façon suivante :

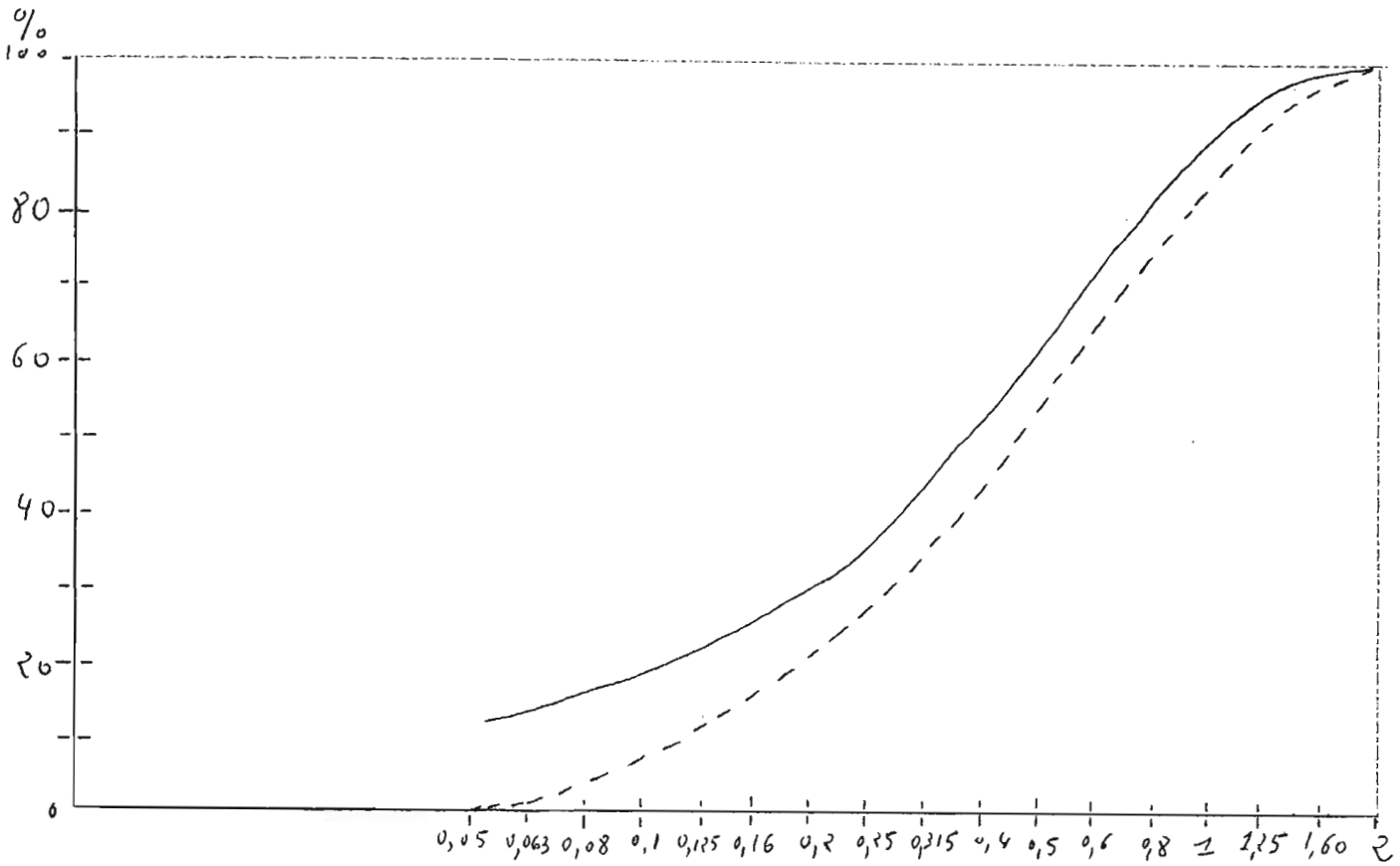
0 - 20 cm : horizon gris clair, sec, sableux massif, débit particulaire, enracinement bien réparti moyen.

20 - 45 cm : gris-beige, hétérogène, un peu plus humide, très friable, bonne pénétration des racines.

45 - II0cm : sableux à sable grossier, beige clair, avec quelques taches ocres d'hydromorphie diffuses quelques taches individualisées, quelques trainées ocre, structure particulaire, très friable.

II0 - I30cm : beige bleuâtre, sable très grossier à sable fin ; humide : la nappe se trouvait à I30 cm au moment de l'observation du profil.

Ce sol est donc très hydromorphe.




Courbe granulométrique des sables ; H 9

- Graphique d'humidité.

Nous avons déjà dit que dans les formations sableuses la variation verticale d'humidité est souvent très rapide, de l'ordre de quelques jours, le graphique d'humidité présentant ainsi des incertitudes considérables. Il y a lieu de retenir ici la brusque variation entre octobre et novembre qui se retrouve dans l'autre sens entre fevrier et mars. La seconde constatation que l'on peut faire concerne la faiblesse relative des humidités. Cette humidité n'atteint généralement pas I2 %. Ceci est dû au caractère sableux du matériel ; ce type de texture explique aussi le régime hydrique puisque nous allons voir que malgré ces faibles humidités en valeur absolue, le sol est souvent saturé. Le Pf 2,5 varie de 7 à 5 % tandis que le pf 4,2 baisse de 2,5 % à I,5 % du sommet du profil vers la base.

- Régime hydrique.

L'année peut être divisée en trois parties très inégales et on ne peut manquer d'être frappé par la faible importance de la zone où l'humidité est dans le domaine de l'eau utile. Ce sol est soit saturé soit sec. Nous verrons plus loin que ce caractère est très important pour expliquer les savanes incluses.

La zone où l'humidité est inférieure au point de flétrissement varie de 2 mois à plus de 3 mois à moyenne profondeur, c'est-à-dire dans la zone où il y a la plus grande quantité de racines. En profondeur, l'enracinement est en outre limité par le balancement de la nappe phréatique qui peut remonter (sans doute exceptionnellement) jusqu'à 50 cm comme en octobre I966.

- Réserve d'eau du sol.

Cette réserve est peu importante par suite du faible domaine d'eau utile. R = 74,1

3) Station H IO : PLANTATION DE TECK.

Localisation : piste MAN-SEGUELA, 34,5 Km de Man.

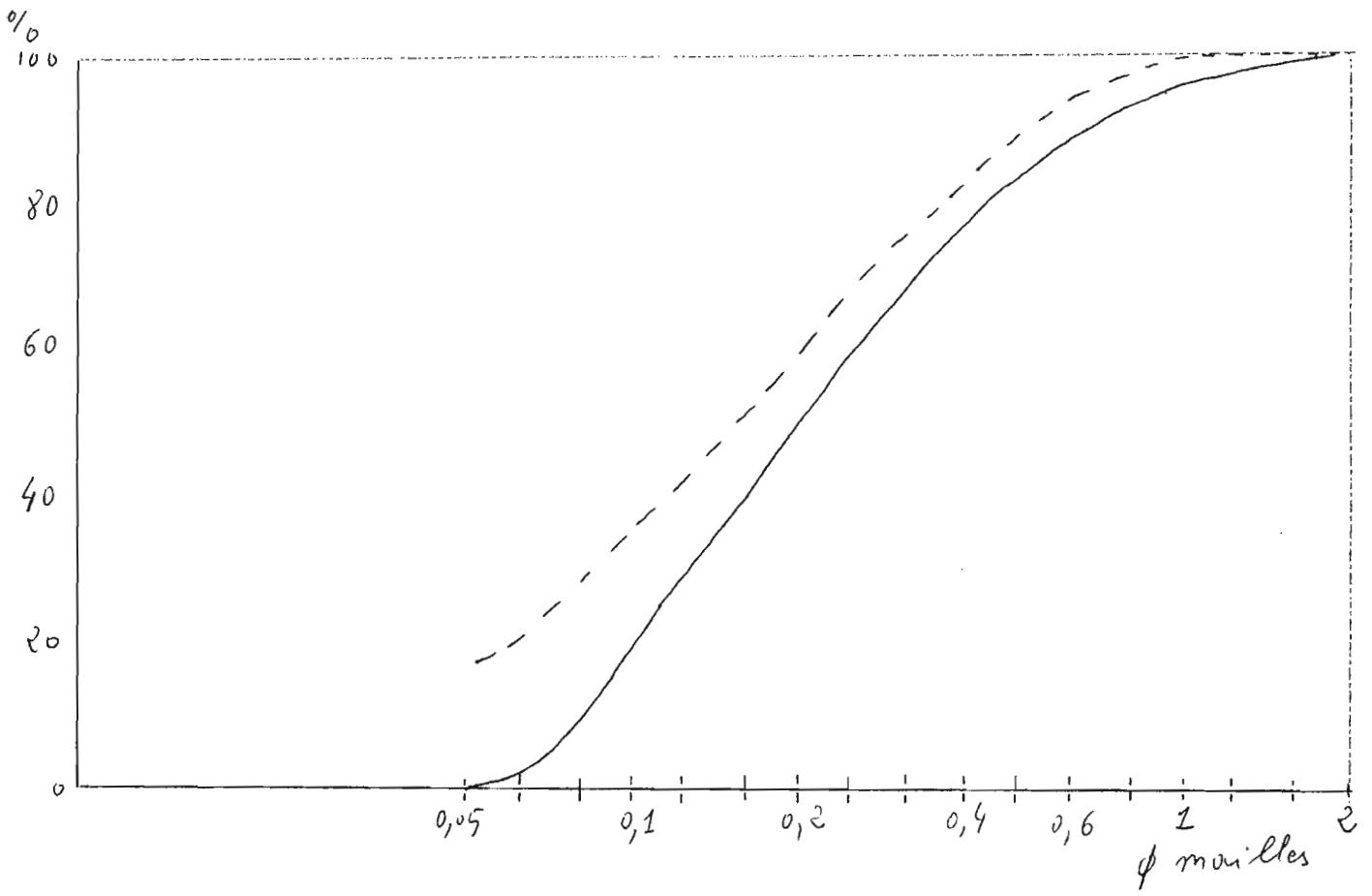
Description : Au milieu de l'ensemble décrit en H 8, et auquel appartient H 9, quelques grands axes de drainage introduisent des modifications ; c'est le cas de la rivière KOUEN. Un système d'affluents aujourd'hui à sec, s'est organisé de part et d'autre de cette entaille (ce qui ne peut manquer de poser des problèmes paléogéographiques) et les versants ne sont plus cuirassés. Ils sont essentiellement sableux à

sablo-argileux sur de grandes profondeurs. La station H IO est installée sur un bas de pente à 400 m environ de l'entaille actuelle du KOUEN. La forêt dense semi-décidue qui apparait tout autour a été remplacée ici par une plantation de teck.

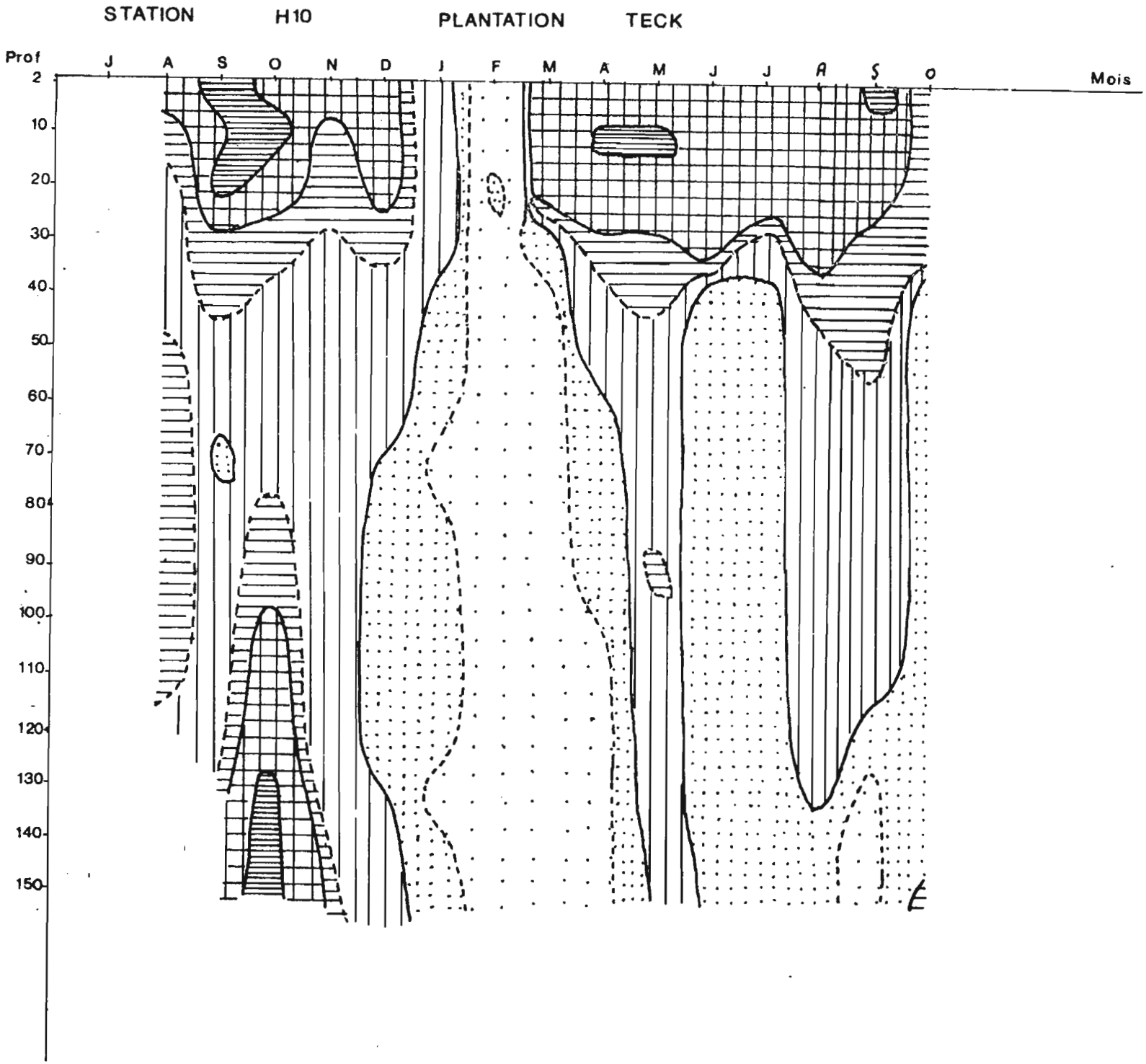
Le profil pédologique est homogène :

0 - 20 cm : sablo-argileux, gris noir, particulaire,
20 - 40 cm : gris beige, sableux (moyen) à sablo-argileux,
40 - 60 cm : beige, sableux,
60 - 90 cm : beige-blanchâtre, sableux plus humide,
90 - 200cm : beige-blanchâtre, sableux à sable grossier.

Cette homogénéité se retrouve dans la courbe granulométrique des sables qui indique un dépôt de versant avec remaniement et colluvionnement (les grains de quartz sont tous non usés).




Courbe granulométrique des sables ; H IO


STATION H10 PLANTATION TECK
Prof
J A S O N D J F M A M J J A S O
Mois
2
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150

STATION H 10

PLANTATION TECK

- Graphique d'humidité.

Les variations verticales propres aux formations sableuses apparaissent nettement à partir de 30 cm, alors qu'en surface une certaine constance se manifeste en dehors des mois de janvier et février qui sont plus secs (ceci est dû à une plus forte proportion d'argile). Les valeurs absolues ne sont pas très élevées (généralement inférieures à I2 %) comme dans le cas de la savane incluse H 9.

- Régime hydrique.

Cette variation verticale est encore plus nette dans le régime hydrique. L'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement pendant un seul mois pour l'ensemble du profil, et pendant deux mois entre 40 et 70 cm (février et mars). La période pendant laquelle les plantes ne seront pas alimentées est donc relativement courte.

- Réserve d'eau utile.

Dans les 30 premiers centimètres, les pf 2,5 et 4,2 sont respectivement de IO % et 3 % ; au delà, ils sont de 3,5 et 0,8 %. La densité apparente est de I,3 et la hauteur d'enracinement de I,8 m. La réserve d'eau utile est donc de IIO mm.

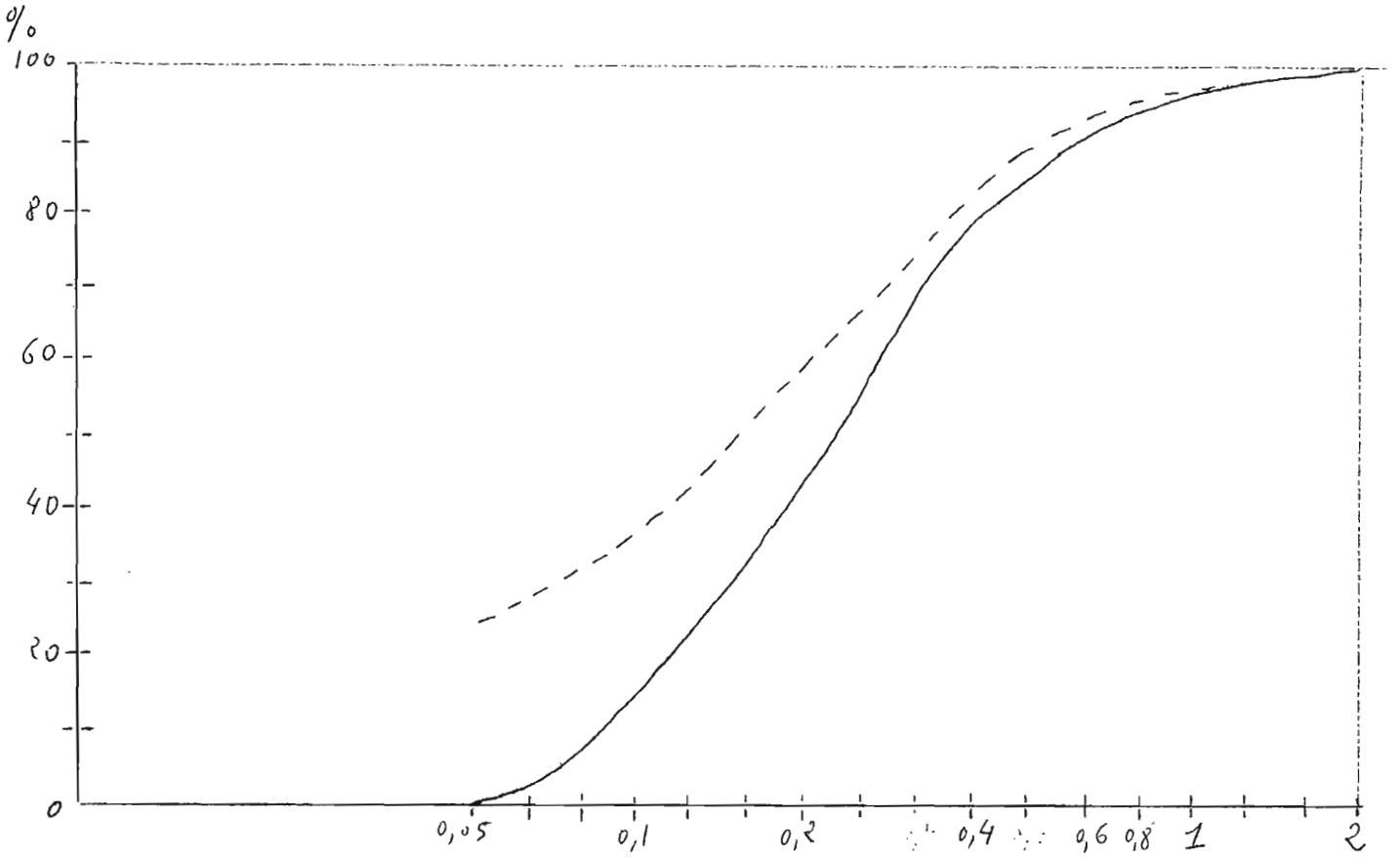
4) Station H 11 : FORET DENSE SEMI-DECIDUE.

Localisation : piste MAN-SEGUELA, Forêt classée du KOUEN, 43,3 Km de Man.
Description : Cette station se trouve sur le même système que H IO, mais plus haut sur le versant. Les premiers centimètres du profil sont identiques à H IO, mais en pro-

fondeur, nous ne retrouvons pas la même homogénéité :

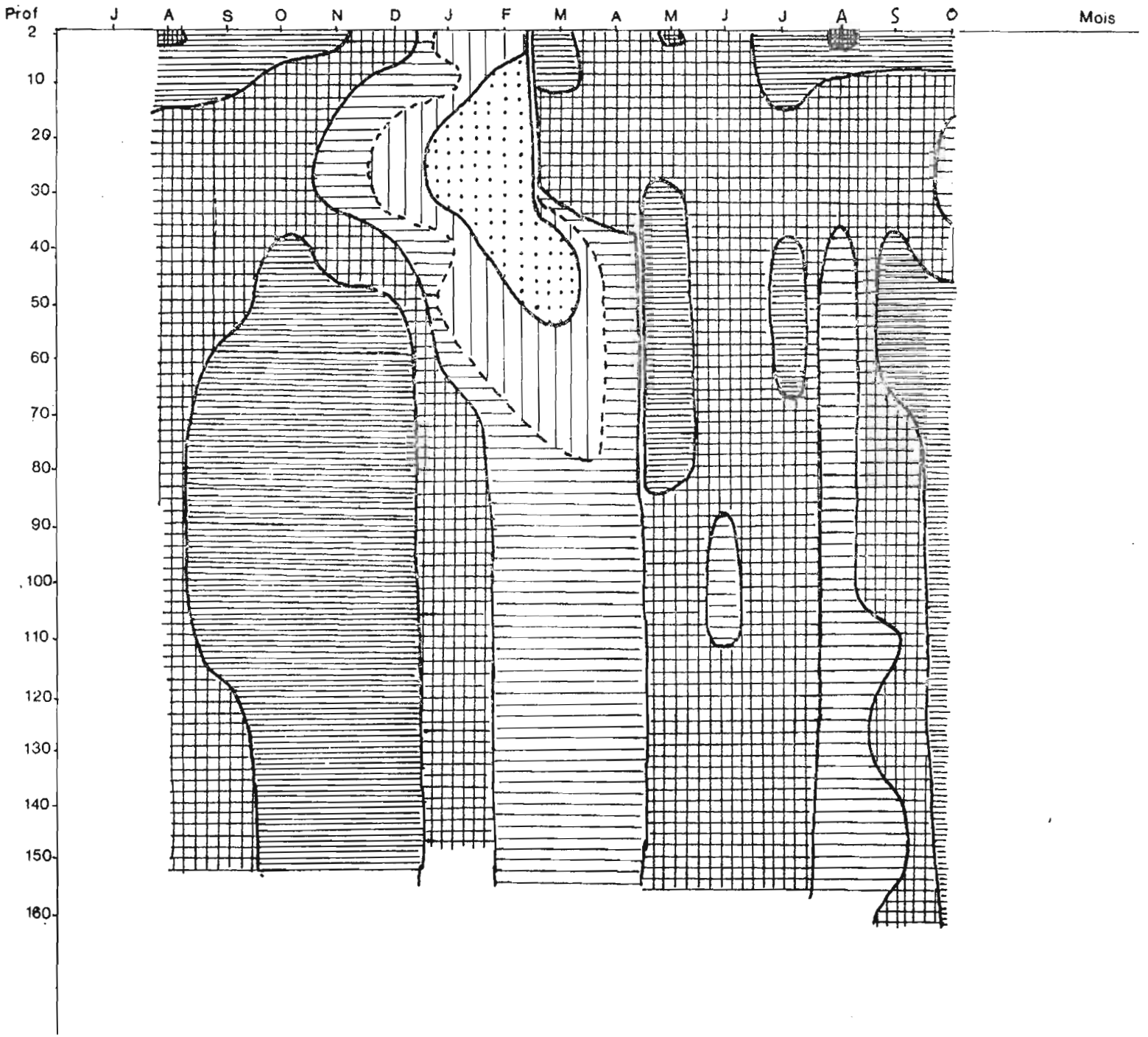
40 - 50 cm : couleur hétérogène, ocre à beige-jaunâtre, sablo-argileux à sableux grossier, friable, peu humide.
50 -I20 cm : beige blanchâtre, sableux (assez grossier)
I20 cm : quelques taches
I30-I50 cm : taches d'hydromorphie plus nette (rouille) sable légèrement argileux avec sable grossier.

La courbe granulométrique des sables est à peu près identique à celle de H IO.

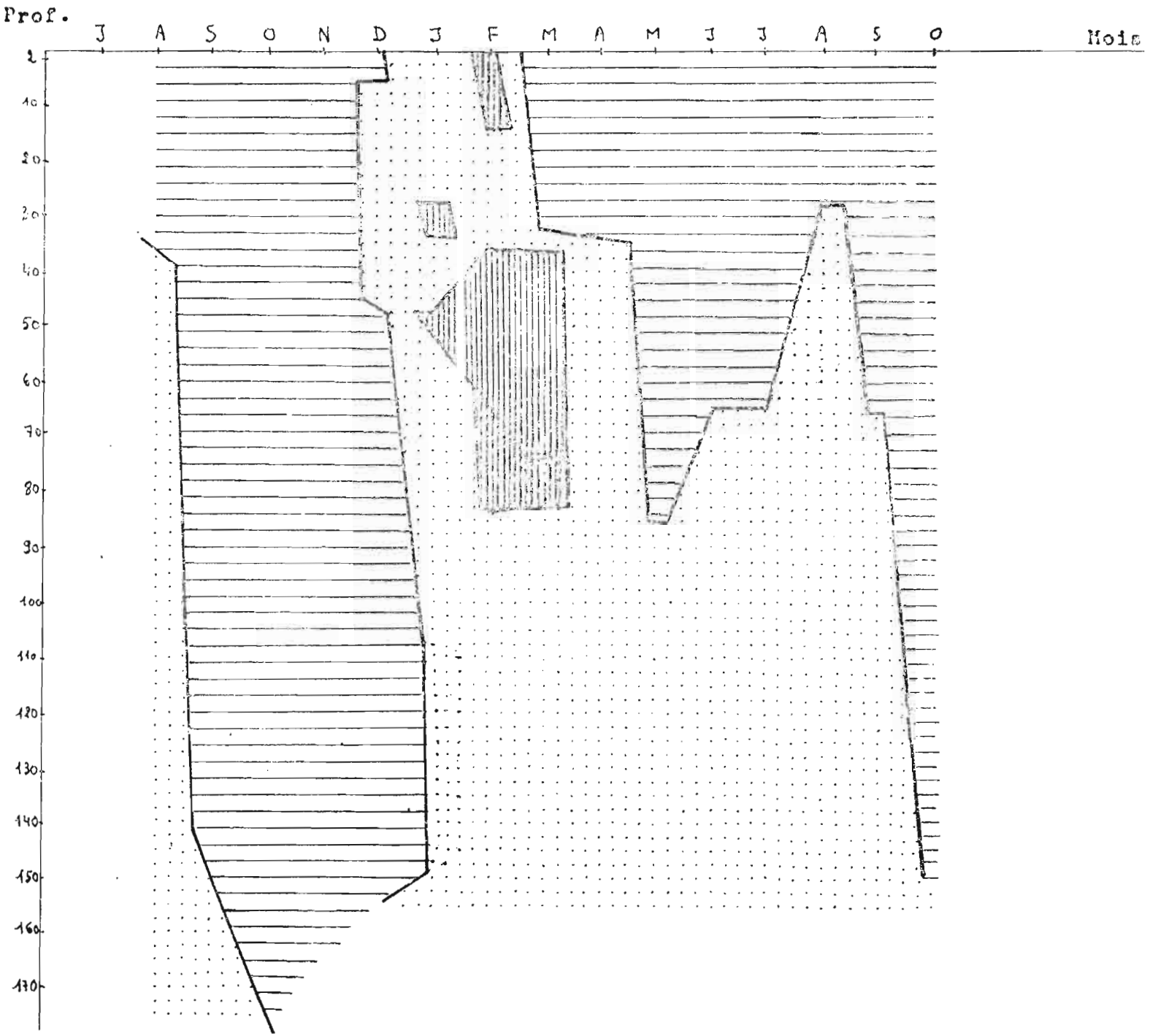



Courbe granulométrique des sables ; H 11

STATION H11 FORÊT



STATION [illegible]


Prof.
J A S O N D J F M A M J J A S O
Mois
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170

- Graphique d'humidité.

Les premiers décimètres présentent une variation d'humidité qui diffère de celle qui se rencontre en profondeur où nous retrouvons les bandes verticales. L'humidité reste d'ailleurs relativement constante sauf pour les 70 premiers centimètres de décembre à février où elle décroit régulièrement pour remonter brusquement dès les premières pluies de mars.

- Régime hydrique.

L'importance de la zone où l'humidité du sol est supérieure à la capacité de rétention demande une explication, car elle ne détermine certainement pas une saturation complète du sol. En effet, le pf 2,5 est de l'ordre de II %, alors que l'humidité du sol dans la zone considérée varie de II,5 à I3 % dans la majorité des cas. Il y a donc en fait une faible quantité d'eau libre (qui peut expliquer les quelques taches d'hydromorphie) qui n'engorge pas le sol et qui ne provoque donc pas d'asphyxie de la plante.

La zone où l'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement est par contre réduite puisqu'elle se limite entre 50 et 80 cm dans le profil, avec, il est vrai, une extension sur 2 mois. Ceci ne semble cependant pas nuire à la plante par suite d'un bon enracinement profond.

- Réserve d'eau utile.

Pour les 30 premiers centimètres, le pf 2,5 est de 7 %, le pf 4,2 de 3 % ; en dessous, les valeurs moyennes sont respectivement de I0 % et 6,5 % ; la densité apparente est de I,4 et l'enracinement descend à 2 m. La réserve d'eau utile est donc de I30 mm.

## C - LA MOSAIQUE FORET-SAVANE DU NORD DE MAN.

### 1) Station H 1 : SAVANE.

Localisation : Piste MAN-TOUBA, puis embranchement prenant à nouveau DINGOUIN (35 Km de Man) et allant vers TE. Ancienne parcelle d'expérimentation de l'opération "Terroirs de l'Ouest", à I,7 Km de DINGOUIN.

Description : Cette station se situe sur un versant qui a l'aspect d'un glacis représentant d'ailleurs le type général de cette région. Ce glacis raccorde par une pente plus ou moins régulière (mais à tronçons rectilignes) un relief plus accusé dominant le paysage, à un fond de vallon assez incisé et occupé par une forêt galerie. Certains de ces glacis sont couverts de forêts, d'autres de savane. Le profil pédologique est le suivant :

0 - 20 cm : gris, humifère, sablo-limoneux et argileux,

20 - 30 cm : brun foncé, sablo-limoneux, meuble,

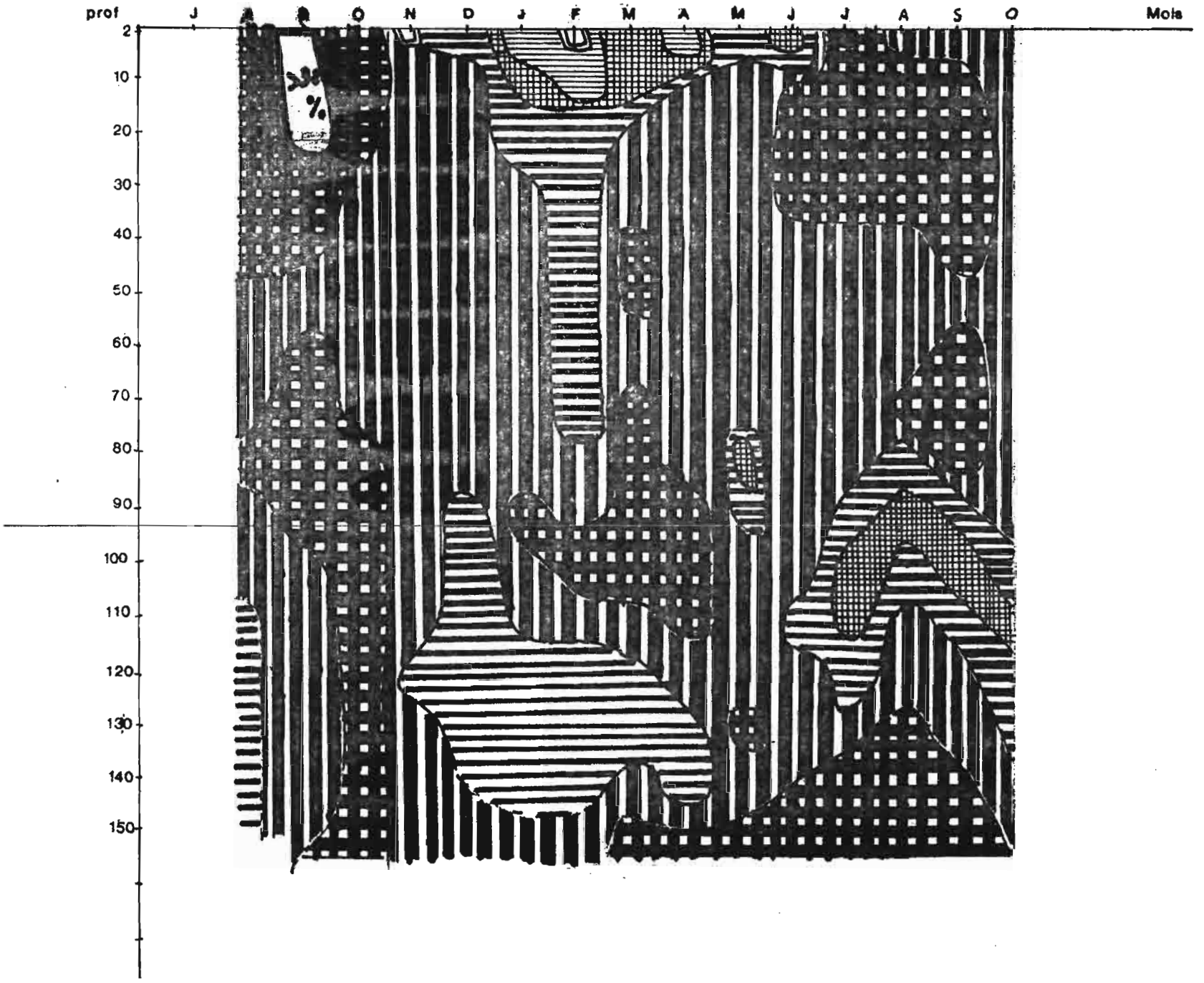
30 - 60 cm : brun clair à brun jaune, argileux à sableux très fin, passage graduel à

60 -II0 cm : jaune à brun jaune, argileux avec quelques petits grains de quartz et quelques petites concrétions,

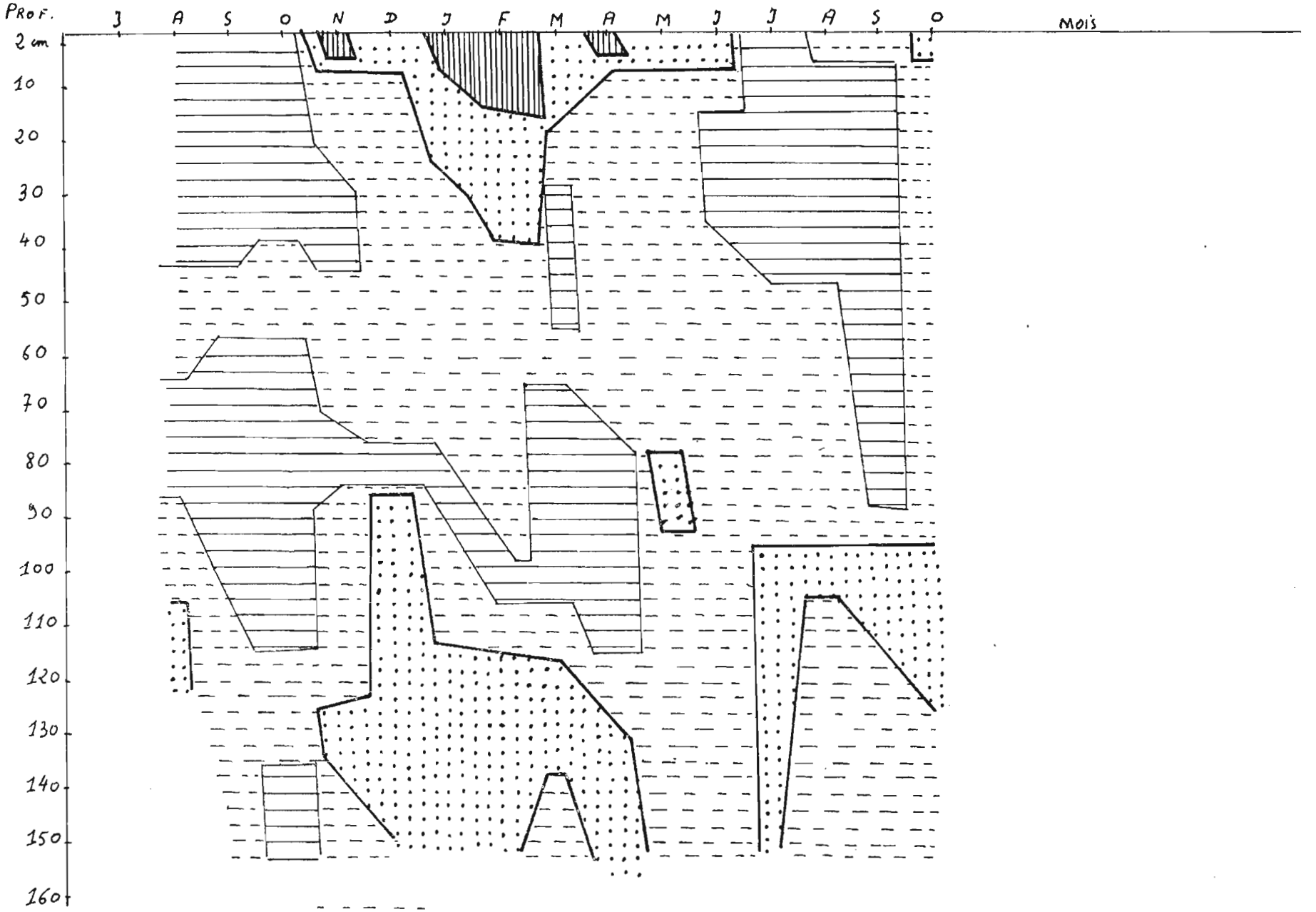
II0 -I30 cm : Horizon bariolé jaune-rouge, petites taches, argile avec 20 % d'éléments grossiers, induration assez prononcée.

Le matériel qui recouvre ce glacis est assez hétérogène, du type dépôt de pente non trié, ce que reflète bien la courbe granulométrique des sables. L'induration de la base modifie cette courbe. Nous sommes certainement en présence d'un ancien sol ferrallitique tronqué dans sa partie supérieure, mais le matériel qui est venu recouvrir ce reste d'ancien sol évolue lui aussi dans le sens de la ferrallitisation.

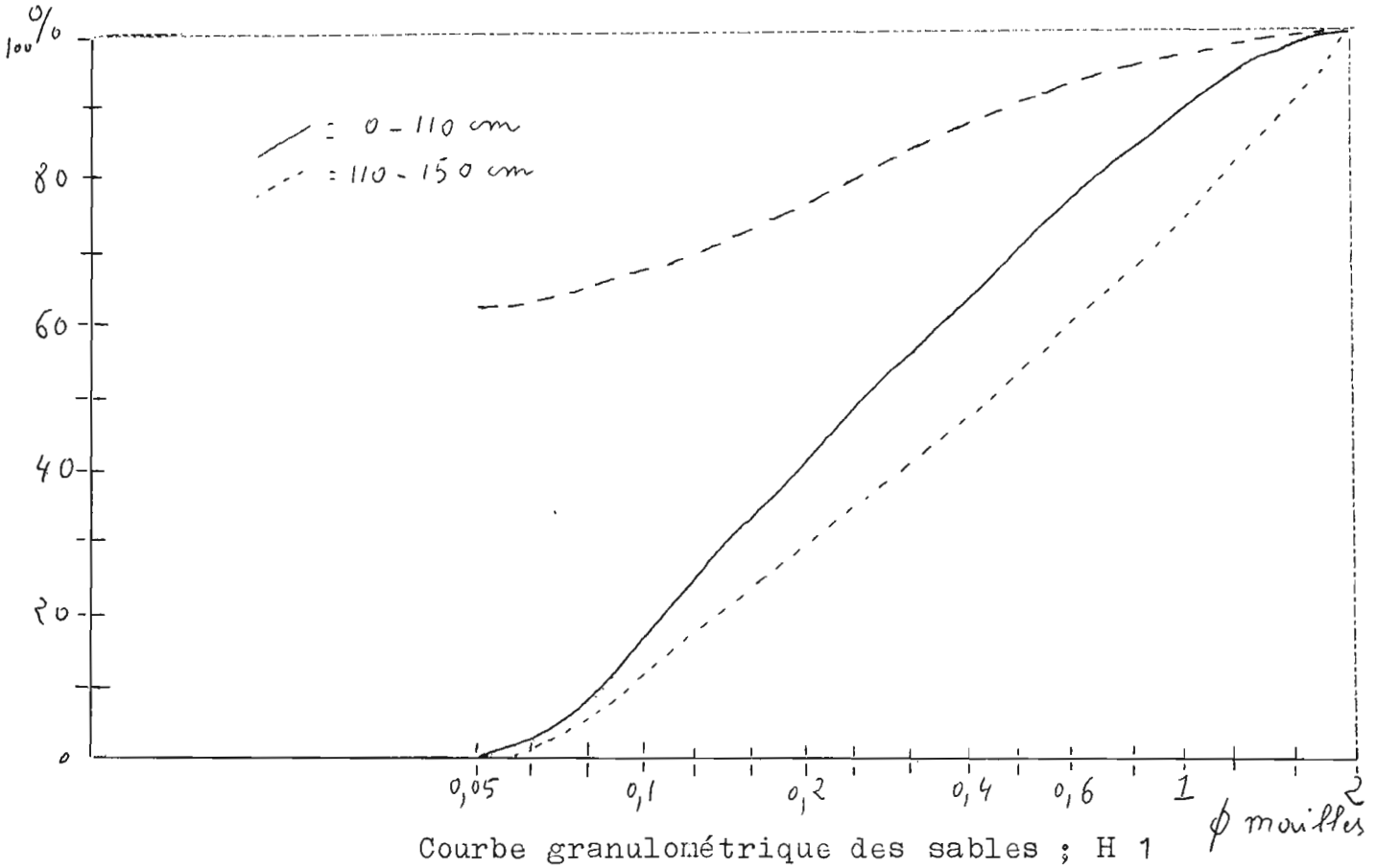
STATION M1 SAVANE



STATION H 1 SAVANE




N.B. : : Capacité de rétention dépassée de moins de 5%




Courbe granulométrique des sables ; H 1

- Graphique d'humidité.

La texture argileuse de ce matériel (60 à 70 % d'argile + limon par rapport aux sables de 0,05 mm à 2 mm) explique la forte rétention d'eau de ces sols. Le pourcentage d'humidité reste en effet presque toujours supérieur à I6 et atteint parfois 32 %.

Le second fait marquant est la grande irrégularité de cette humidité.

- Régime hydrique.

Le régime hydrique de ce sol est très particulier puisque l'humidité est presque partout supérieure à la capacité de rétention. Elle n'est inférieure au point de flétrissement qu'en janvier et février sur quelques centimètres.

Comme pour H 11, cela ne veut pas dire que le sol est saturé; en effet, d'une part, nous ne connaissons qu'approximativement la valeur de la capacité de rétention de ces sols très argileux (voir méthodes) et d'autre part, un dépassement de quelques pour cent provient de l'eau de gravité qui s'écoule lentement. Cette eau n'a guère d'influence sur l'alimentation de la plante, mais ne joue pas non plus de rôle néfaste.

Le fait essentiel à retenir de ce profil est donc l'absence de période où l'humidité est inférieure au point de flétrissement.

- Réserve d'eau utile.

Les pf moyens 2,5 et 4,2 sont respectivement jusqu'à I30 cm de 28 et I6 % et au delà de I30 cm de 30 et 20 %. L'enracinement atteint I80 cm et la densité apparente moyenne est de I,4. La réserve d'eau utile est donc de 275 mm.

2) Station H 12 : FORET DENSE SEMPERVIRENTE DEGRADEE (Plantation de caféiers).
Localisation : Piste MAN-TOUBA, 35,8 Km de Man, 0,8 Km au nord de DINGOUIN.
Description : Le versant est du même type que celui où est installé H 1, mais il est plus court et couvert d'une forêt dégradée (il ne reste que les grands arbres et quelques arbres de la strate moyenne). Une plantation de caféiers (indigènes) constitue la strate inférieure. La station est située à mi versant au dessus d'un ressaut induré qui amorce le fond de vallon peu large et occupé par une forêt galerie (station H 2). Elle se trouve sous un fromager (Ceiba pentandra).

Le profil pédologique est le suivant :

0 - IO cm : brun, sablo-argileux, grumeleux, bon enracinement,

IO - 40 cm : brun, argilo-sableux, quelques gravillons devenant de plus en plus nombreux vers le bas

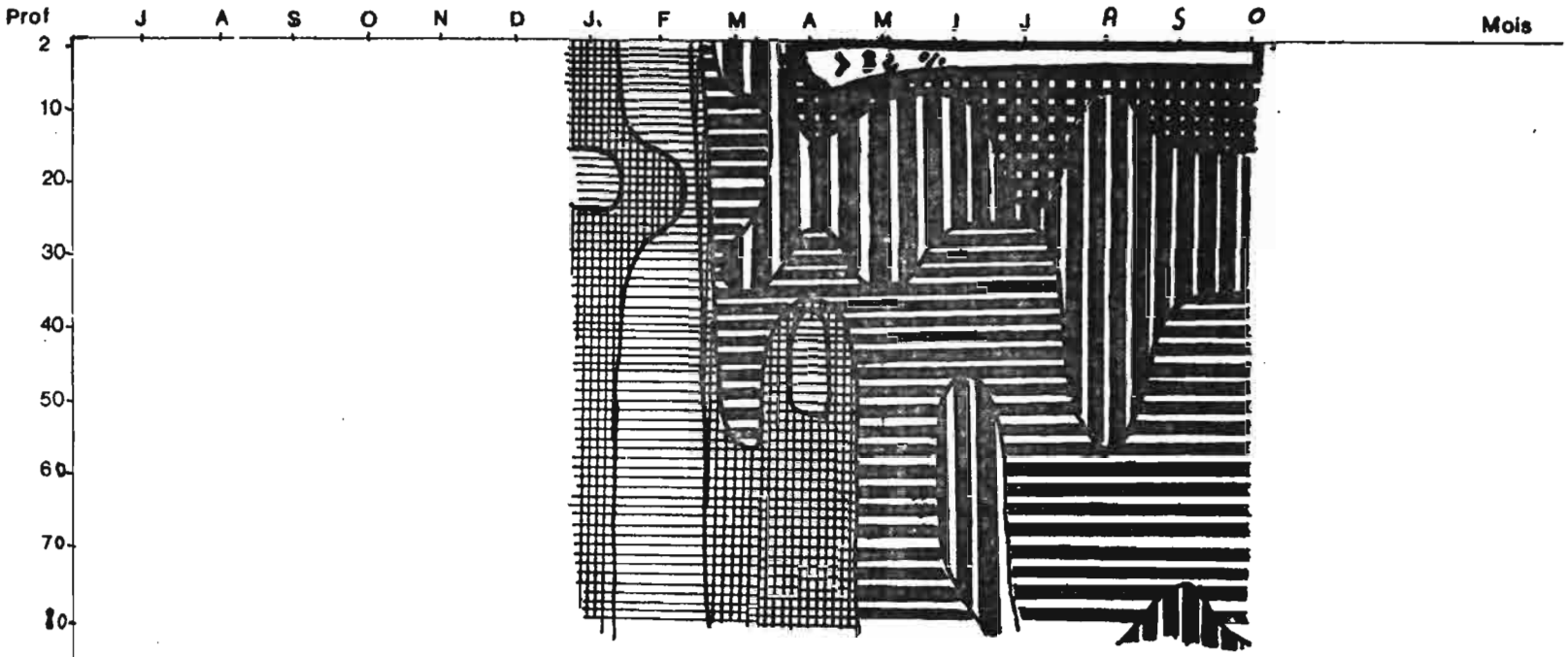
40 - 80 cm : brun rouge, gravillons dominants (gravillons ferrugineux, concrétions, quartz ferruginisés soudés entre eux) enrobement argileux.

au delà de 80 cm : concrétions et gravillons passant à un début de carapace.

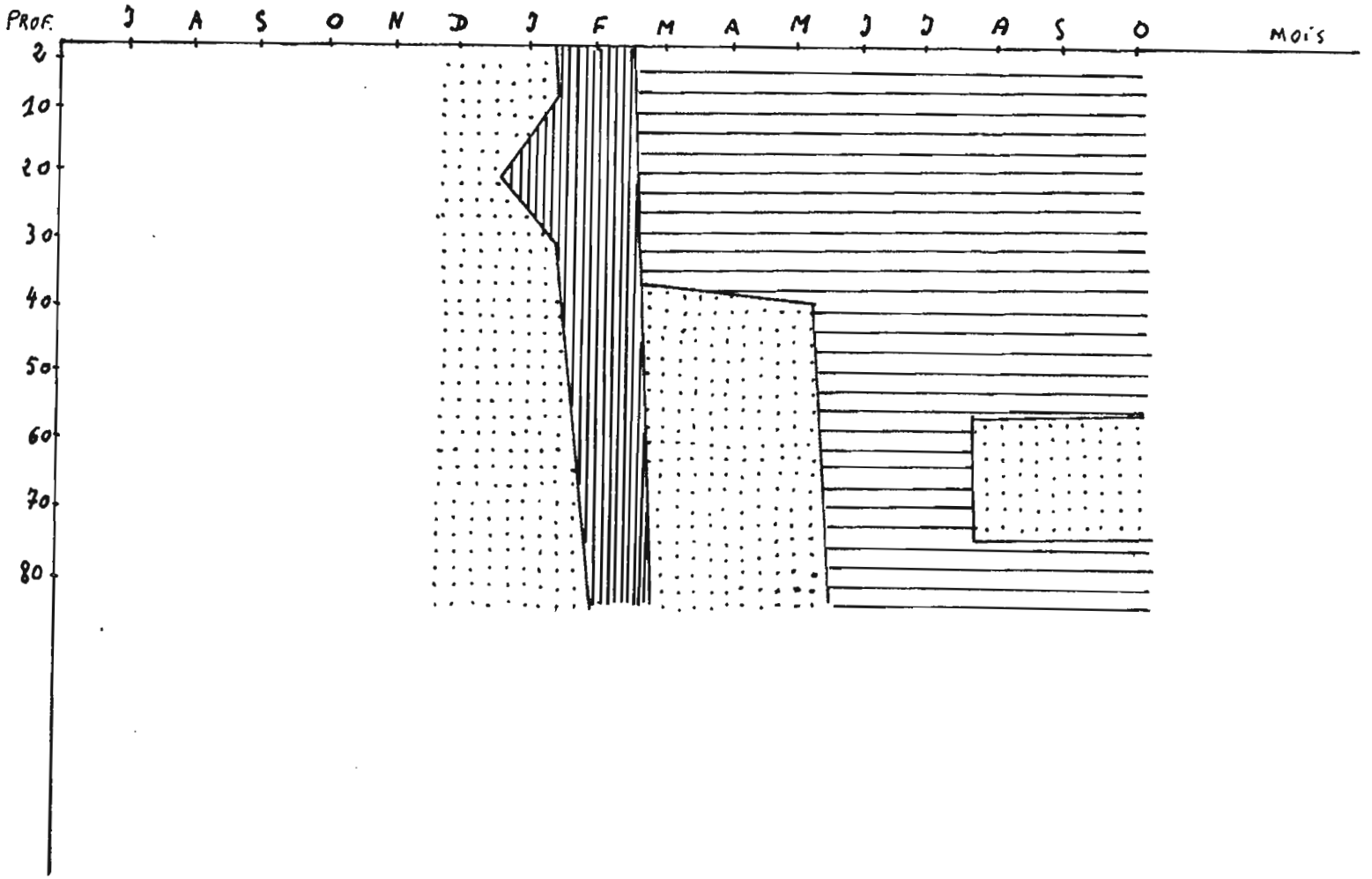
La courbe granulométrique des sables montre un matériel de versant non trié, tandis que l'examen des sables au binoculaire indique un mélange dès la surface de quartz ferruginisés anguleux, de concrétions et d'amalgames de fer et de grains de quartz (semblant provenir d'un démantèlement de cuirasse). L'allure de la courbe granulométrique et l'observation au binoculaire permettent de préciser l'évolution de ce versant. En effet, les concrétions et amalgames n'ont pas dû se former dans le profil actuel car nous aurions une courbe perturbée. Il faut admettre qu'ils étaient préexistants et qu'ils ont été repris en tant que matériel détritique et redistribués sur le versant. Il y aurait donc eu un "raclage" d'un sol ancien. La datation de cette mise en place est indéterminée (dernière période sèche quaternaire ?).

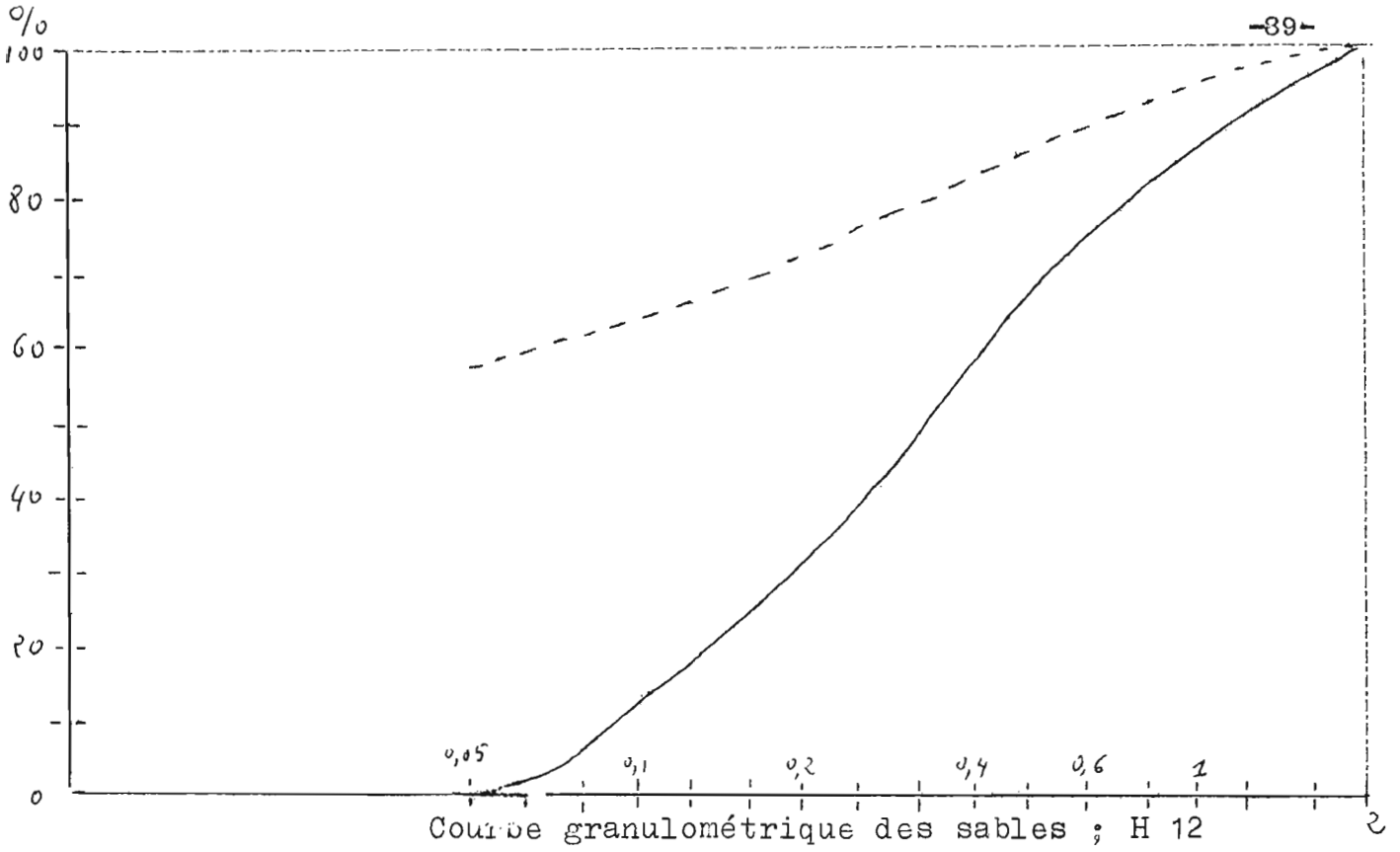
Le même raisonnement pourrait être tenu pour H 1.

STATION H12 FORÊT DEGRADÉE Caféiers



STATION H 12 FORÊT DEGRADEE : Caféier.






Courbe granulométrique des sables ; H 12

- Graphique d'humidité.

Ce sol très argileux (environ 50 % d'argile) sur les 80 premiers centimètres explique le fort pouvoir de rétention d'eau. Les pourcentages d'humidité sont élevés toute l'année. L'observation de l'humidité de ce sol n'a débuté qu'en janvier 1967, mais il semble que l'on puisse définir deux périodes bien tranchées :

+ une période de janvier à février (commençant peut-être en novembre ou décembre) où l'humidité se stabilise à une valeur moyenne pour l'ensemble du profil avec une décroissance régulière dans le temps ;

+ une période débutant avec les premières pluies de mars où l'humidité se situe en gros par tranches de valeurs décroissantes du haut vers le bas (bandes plus ou moins régulières parallèles à la surface du sol), l'ensemble donnant un pourcentage d'eau assez élevé (supérieur à 20 %).

- Régime hydrique.

Une zone où l'humidité est inférieure au point de flétrissement apparait en février mais ne dure qu'un mois ; la plante ne doit donc souffrir que modérément. A partir de mars, la zone où la capacité de rétention est dépassée appelle le même commentaire que pour H 1 ; cela ne veut pas dire que le sol soit saturé.

- Réserve d'eau utile.

Les pf 2,5 et 4,2 étant de 26 et I6 % jusqu'à 50 cm, puis de 22 et I7 % jusqu'à 80 cm, et la densité apparente de I,6, la réserve d'eau utile est de I35 mm.

3) Station H 2 : FORET GALERIE.

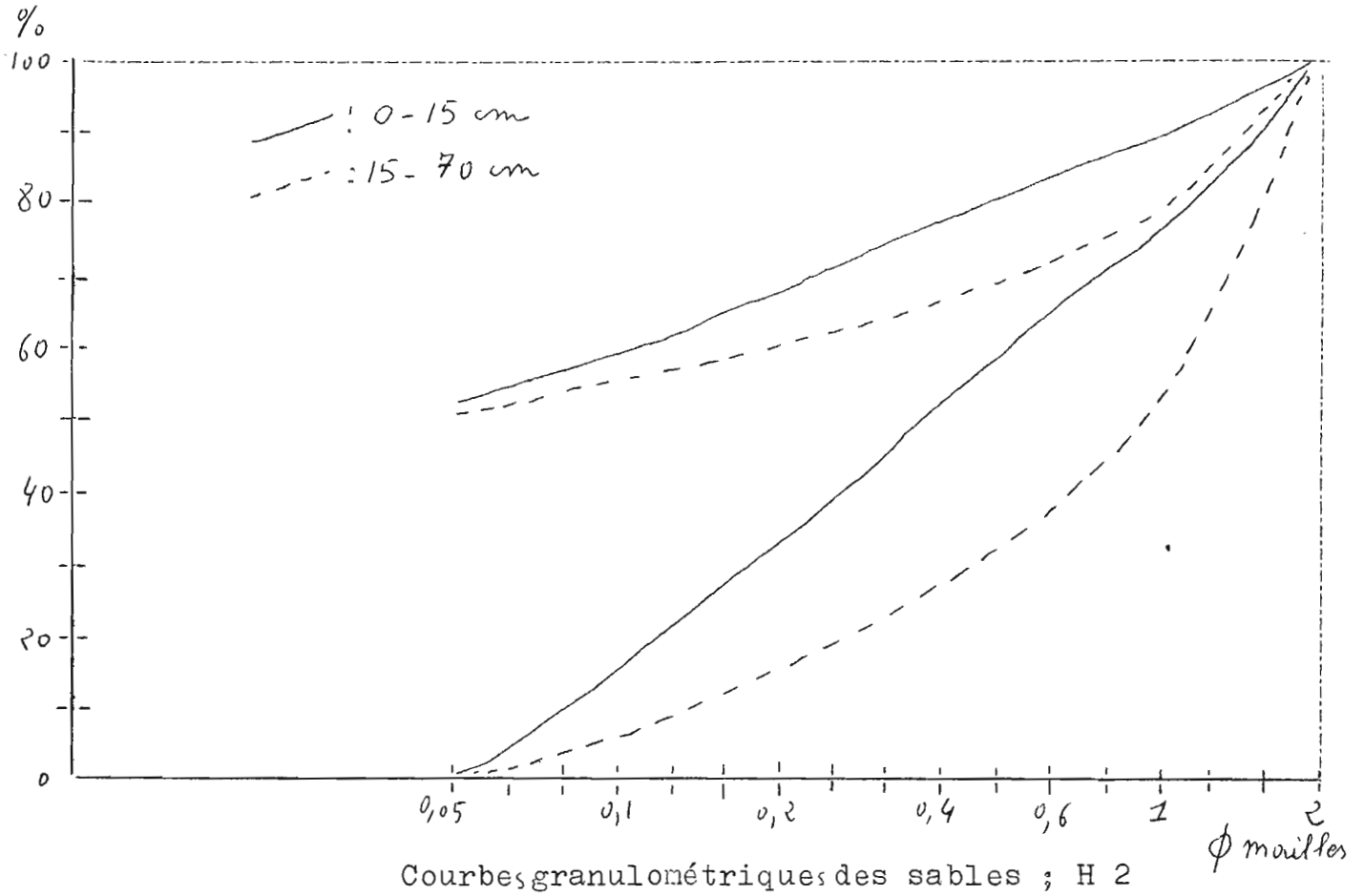
Localisation : piste MAN-TOUBA, 36 Km de Man, I Km au nord de DINGOUIN.

Description : il s'agit du vallon situé au pied du versant où est installé H 12. La rupture de pente très marquée délimite une zone où la forêt prend l'aspect d'une véritable forêt galerie avec ses espèces particulières. Un marigot de faible importance mais permanent coule dans ce vallon, tandis qu'une nappe se rencontre en profondeur.

Le profil pédologique s'établit comme suit :

0 - 30 cm : horizon sablo-argileux avec concrétions,
30 - 50 cm : pseudogley, taches grises dans un fond brun, argilo-sableux,
50 - 70 cm : gley, argile plastique et collante.

Les courbes granulométriques indiquent la double origine du matériel : en surface, il s'agit des produits du colluvionnement du versant, alors qu'en dessous, nous sommes sur le granite en place altéré.

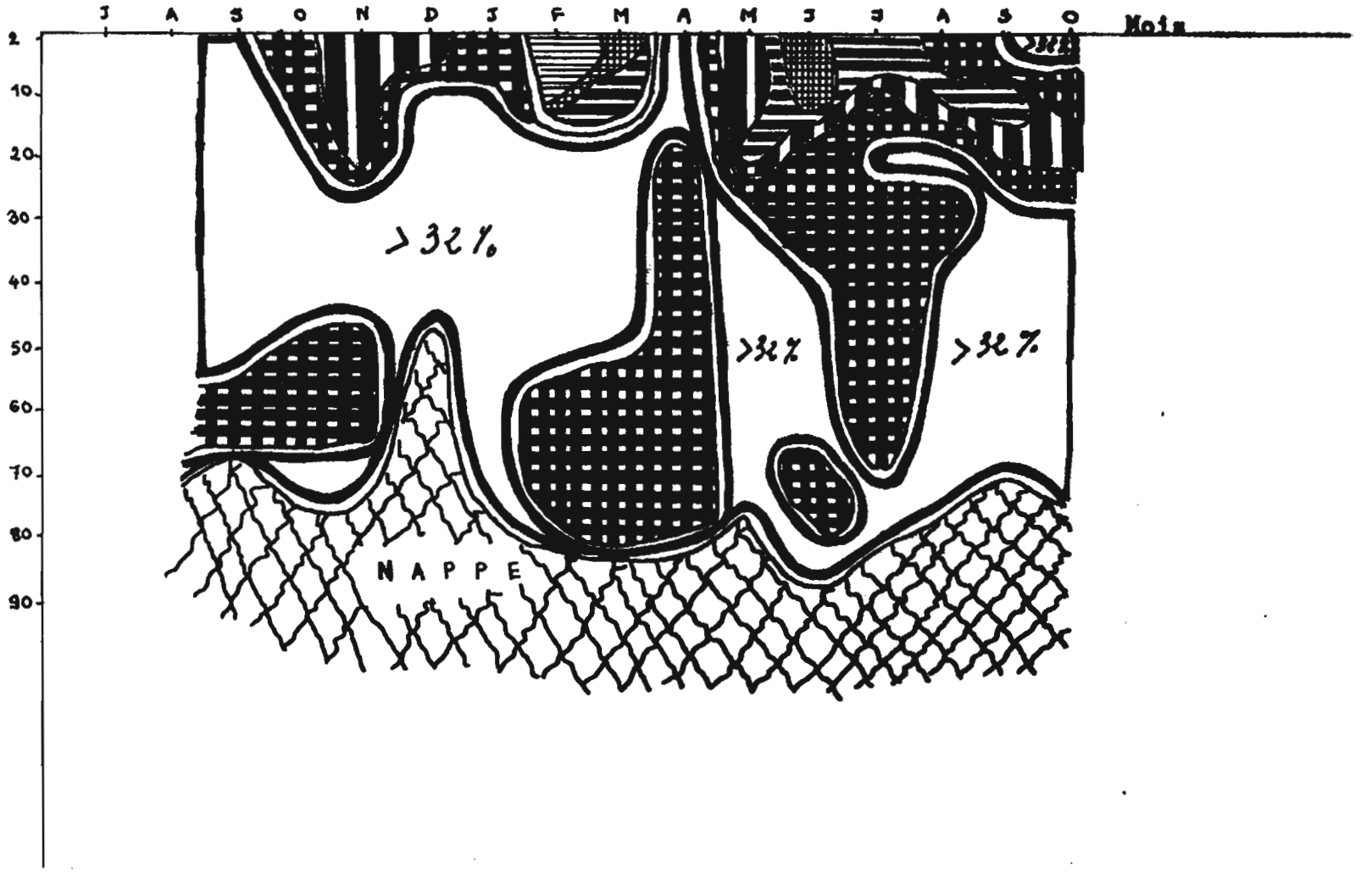



Courbes granulométriques des sables ; H 2

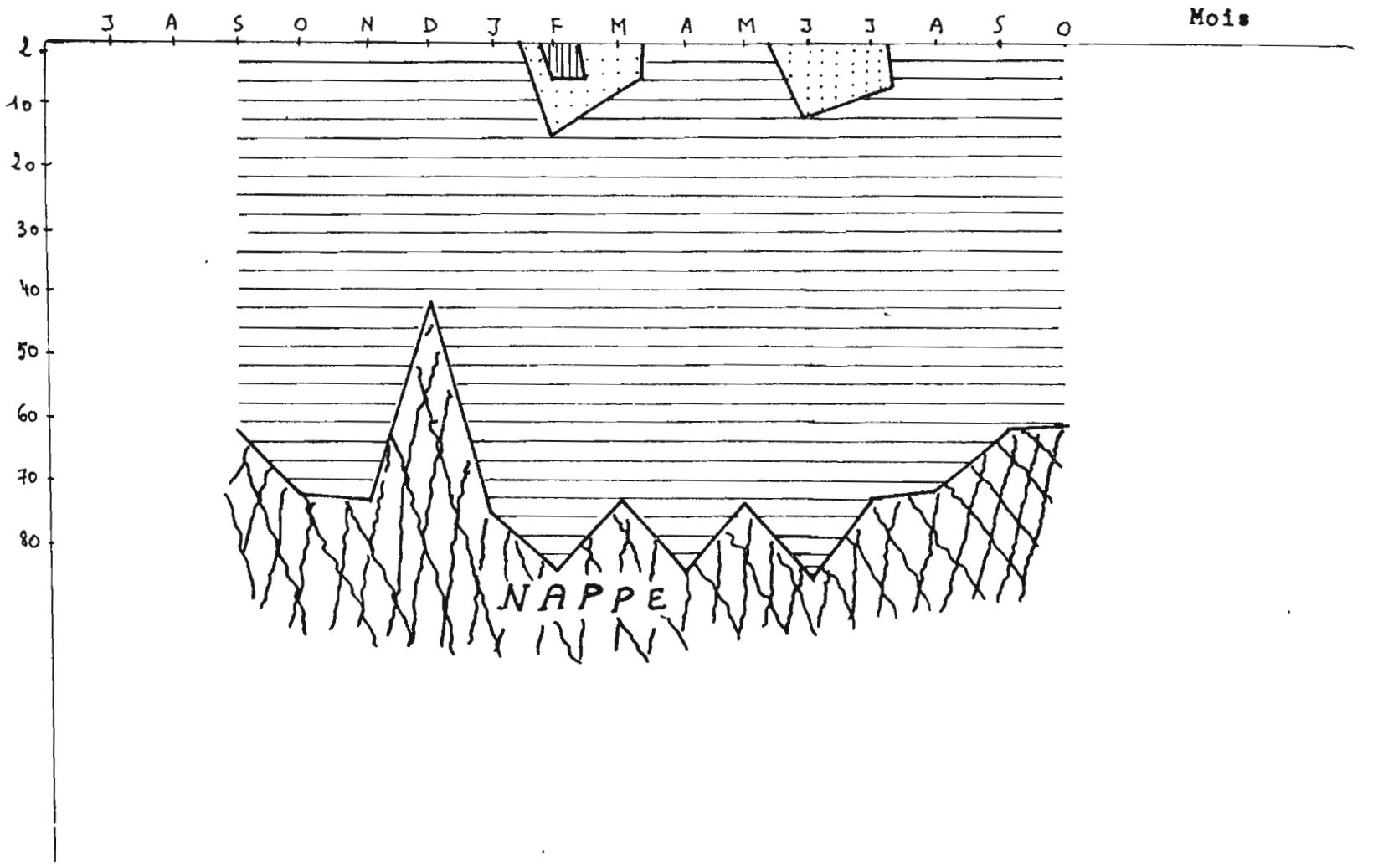
- Graphique d'humidité.

La proximité de la nappe permanente et la texture très argileuse de ce sol (plus de 50 % d'argile) déterminent une forte humidité. Celle-ci est en effet presque continuellement supérieure à 28 %. Les variations de détail ne semblent pas avoir dans ces conditions, une grosse importance.

STATION H 12 FORET GALERIE



STATION H 2 FORET GALERIE



- Régime d'humidité.

Le régime hydrique est constant toute l'année ; en effet, l'humidité du sol reste en permanence supérieure à la capacité de rétention, ce qui signifie qu'il y a tout le temps de l'eau libre. L'hydromorphie et la saturation temporaire ou plus ou moins permanente à faible profondeur obligent la plante à s'adapter à ces conditions. Seules les essences supportant de telles humidités peuvent résister, ce qui permet d'expliquer les différences d'aspect de cette forêt galerie par rapport à la forêt dense sempervirente des versants.

# IV - CONCLUSIONS PROVISOIRES SUR LE ROLE DES REGIMES HYDRIQUES DES SOLS DANS L'EXPLICATION DU CONTACT FORET-SAVANE.

Nous avons volontairement séparé les observations des reflexions et interprétations qu'elles peuvent susciter. Comme nous le disions au début de notre troisième partie, ce sont les comparaisons entre stations qui sont les plus instructives. D'autre part, les conclusions sont encore trop fragmentaires pour que nous puissions en tirer des lois générales. Nous estimons en effet que bien souvent ces données devront être complétées, d'une part, dans le temps, et d'autre part, dans le nombre des observations. Les quelques points qui vont suivre sont donc plus une prise de contact avec les problèmes qu'une réponse à la question.

## A - FAITS D'OBSERVATION REPLACES DANS LE CONTEXTE.

### 1) Comparaison des stations entre elles.

Nous ne nous attarderons pas sur les humidités en valeur absolue, c'est-à-dire sur le graphique d'humidité. Trois types principaux de graphiques peuvent être définis :

a) humidité plus ou moins constante dans le temps en fonction de la profondeur (bandes d'égale humidité parallèles à la surface du profil),

b) variation verticale de l'humidité dans le temps, c'est-à-dire que les variations à une même profondeur sont fréquentes (bandes d'égale humidité perpendiculaires à la surface du sol),

c) enfin, variation irrégulière, les taches d'humidité se répartissent dans le profil sans principe général dans l'ensemble du graphique.

Evidemment, des cas intermédiaires apparaissent, tel sol pouvant présenter le type "a" une partie de l'année et le type "b" le reste du temps par exemple. Il est certain que ces types sont liés principalement à la texture du sol, les sols sableux donnant le type "b". Y a-t-il aussi une relation entre ces types et la couverture végétale ? Nous n'avons pas assez d'arguments pour répondre affirmativement à cette question. En excluant les sols sableux, on peut tout au plus trouver, dans les sols argileux, une tendance au type "b" en savane et au type "a" et "c" en forêt.

L'observation des régimes hydriques apporte plus d'éléments, car les comparaisons des différentes stations en entre elles semblent parlantes en elles-mêmes.

Si nous mettons de coté la station H 1 sur laquelle nous reviendrons plus loin, une première constatation s'impose :

- les stations en forêt n'ont qu'un mois à un mois et demi où l'humidité du sol est inférieure au point de flétrissement sur tout ou partie du profil,
- les stations en savane ont au contraire de 2 et demi à près de 4 mois dans cette position pour l'ensemble du profil.

Il est certain que ces trois mois consécutifs écologiquement secs ne permettent pas à la végétation forestière de s'installer. Une première attitude serait donc d'admettre que ces savanes sont effectivement dues à cette période de sécheresse du sol, et nous aurions une explication immédiate de la répartition de la forêt par rapport à la savane par le régime hydrique du sol. Les choses ne sont pourtant pas si simples, car il faut bien envisager aussi la réciproque : n'est-ce-pas la présence de la forêt ou de la savane qui est la conséquence de ce régime hydrique ?

2) Le régime hydrique : cause ou conséquence des savanes?

Le rôle protecteur de la forêt est souvent avancé, et n'est d'ailleurs plus à démontrer dans certains domaines. Mais cette protection joue-t-elle aussi un rôle dans le régime hydrique du sol ou du moins un rôle à ce point important qu'il pourrait modifier aussi radicalement et aussi complètement le régime hydrique ? Dans l'état actuel de nos recherches, cette question reste en suspens. Elle est pourtant essentielle car elle pose le problème général de savoir si le régime hydrique des sols est une cause ou une conséquence de la répartition des forêts et des savanes.

D'un point de vue général, nous penchons certes pour la première hypothèse, à savoir que le régime hydrique influence la présence de la forêt ou de la savane, tout en admettant que la période de sécheresse dans le sol est exacerbée en savane du fait d'une moindre protection du sol qu'en forêt. Mais cette idée ne repose pas sur suffisamment d'arguments décisifs pour que nous puissions être affirmatifs. Nous expliciterons notre pensée dans les paragraphes suivants.

Quoiqu'il en soit, une première conclusion peut être avancée : dans les conditions actuelles, la forêt ne pourrait s'installer sur l'emplacement occupé par les savanes actuelles par suite des trois mois secs du sol. Mais la réavancée ou l'avancée de la forêt se fait par des espèces pionnières qui en s'étoffant petit à petit finissent par servir d'écran de protection et modifient le milieu. Cette modification est-elle suffisante pour changer le régime hydrique du sol ? Nous pensons quant à nous qu'il faudrait une longue période ou une modification (même minime) des conditions climatiques et en particulier de la pluviométrie. Cette évolution ne peut pas se faire par ailleurs dans l'état

actuel, car il est nécessaire d'introduire ici un autre fait d'observation qui est le feu de brousse. Ces savanes sont en effet brûlées chaque année et les espèces pionnières ne peuvent se développer. Feux de brousse et régime hydrique des sols jouent donc dans le même sens pour empêcher l'avancée de la forêt.

Ce sont ces arguments que nous retiendrons pour expliquer la répartition de la végétation dans la zone de contact en bordure du fleuve Sassandra ; les recherches ultérieures en préciseront la valeur.

3) 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. Nous avons vu que ces savanes se localisent le long d'axes préférentiels constitués par des dépressions sableuses. L'origine et la mise en place de ce modelé doit être recherché par une étude géomorphologique et paléogéographique de la région (ce qui sera fait par ailleurs). Il nous suffit de savoir dans l'immédiat que ces dépressions offrent des conditions édaphiques différentes du reste de la région,et parmi ces conditions édaphiques, le régime de l'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 dessication (humidité du sol inférieure au point de lfétrissement),
- une longue période de saturation (humidité du sol supérieure à la capacité de rétention).

Les arbres ne peuvent s'y installer car si le système radiculaire est susceptible de s'adapter à une ou l'autre de ces conditions, il ne peut le faire pour les deux à la fois (plus exactement à leur alternance).

4 - La mosïque forêt-savane dans la zone montagneuse au nord de Man.

Cette zone nord du massif de Man proprement dit a déjà été décrite dans l'introduction. Rappelons seulement qu'elle se présente comme un vaste puzzle où les forêts galeries occupent la quasi-totalité des bas-fonds, tandis que 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 éléments apparaissent : 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.

Par contre, sur les autres éléments du paysage qui sont en majorité et constitués de collines aux flancs plus ou moins évasés et de longs glacis,la répartition est encore plus anarchique. C'est dans cette zone que sont installées nos stations de mesure. La station en forêt galerie ne pose pas de problème particulier et son cas a déjà été traité dans notre partie précédente. La station en forêt dense sempervirente dégradée (H 12) est conforme à ce que nous avons défini plus haut. 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 toujours supérieure au point de flétrissement ; nous avons vu par ailleurs la signification des valeurs (qui sont fréquentes) au dessus de la capacité de rétention.

D'après ce que nous avons vu jusqu'à présent, cette savane pourrait donc être remplacée par une forêt, sans que l'eau soit un facteur empêchant la croissance de cette forêt.

Or, 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 décades. Les actions anthropiques sont une des hypothèses avancées pour expliquer la répartition anarchique de la végétation. Il serait donc fort possible d'admettre que la savane (en H 1) s'est installée sur une zone qui était occupée par une forêt qui a été détruite par l'homme. Cette savane ne persiste qu'à cause du caractère artificiel imposé par les feux de brousse annuels.

Si cette conclusion pouvait être confirmée par la suite, elle aurait une portée générale indéniable : l'installation de la savane n'a pas modifié (ou très peu) le régime hydrique du sol. Ce régime ne serait donc pas une conséquence de la savane, du moins pour les sols argileux.

## B - OPERATIONS ULTERIEURES.

Les problèmes posés dans l'introduction sont donc loin d'être résolus, il en est même apparu de nouveaux au cours de notre développement. Il nous semble pourtant que cette voie de recherche est digne d'être poursuivie et qu'elle peut apporter des éléments intéressants dans l'étude du contact forêt-savane. Mais comme toute méthode propre aux Sciences de la Terre, elle doit être sans cesse confrontée à la réalité etconfirmée par d'autres méthodes.

Dans un problème aussi complexe que celui de l'étude du contact forêt-savane, seules des données venant d'horizons différents et convergeant vers une direction commune pourront apporter une solution.

Sur le seul plan de l'étude de l'eau dans le sol, les observations devront être poursuivies dans le temps et dans l'espace.

1) Poursuite des observations.

a) valeur sur une seule année : il est bien évident qu'une seule année d'observation de l'eau dans le sol ne peut être suffisante, quand on connait par ailleurs la variation de la pluviométrie 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 en moyenne), et qui s'est traduit par un assèchement anormal des sols. Ceci introduit d'ailleurs l'idée de "cataclysme" qu'il ne faut pas rejeter à priori. Une série d'années exceptionnellement sèches ne peut-elle pas modifier considérablement le régime d'humidité des sols et par conséquent avoir de grandes conséquences sur la végétation, alors que le reste du temps, il ne se produirait que des réadaptations de détail ? (un peu comme une crue centenaire ou millénaire qui remodèle un fond de vallée...).

En tout état de cause, les observations de l'eau dans le sol devront être poursuivies sur plusieurs années.

b) autres données : l'humidité du sol a été rapportée à des données de physique du sol telles que le point de flétrissement et la capacité de rétention. D'autres données pourront se révéler intéressantes : il sera utile en parti-

culier de confronter cette humidité avec le pourcentage des vides du sol pour obtenir le degré de saturation et préciser ainsi la saturation réelle du sol.

Par ailleurs, comme nous le disions plus haut, ces données devront être mises en corrélation avec d'autres éléments dans le cadre d'une recherche générale des causes du contact forêt-savane.

2) Augmentation de nombre des stations.

Ce premier essai basé cette année sur un nombre restreint de stations semblant concluant, nous avons mis en place, pour les prochaines années, un certain nombre de stations complémentaires ; les mesures ont été commencées en Juin 1967. Elles complètent des points de mesure déjà existants de deux façons :

- dans l'espace : elles sont réparties de part et d'autre du contact général forêt-savane, mais se situent plus à l'intérieur de chacune de ces formations végétales. Elles représentent donc des types "francs".
- dans la méthodologie : certaines de ces stations sont couplées, c'est-à-dire à faible distance l'une de l'autre, bien que dans des milieux naturels ou artificiels différents.

Elles se répartissent comme suit :

- Deux stations sur la piste de Man à Séguéla, au nord-ouest du Sassandra,
  + une station en savane sur versant,
  + une station en forêt dense semi-décidue constituant un lambeau forestier occupant le sommet d'une croupe d'où part le versant sur lequel se place la station précédente.

- Deux stations dans la zone de forêt dense, à la station d'agriculture située à 6 Km au sud de Man, soit

+ une station dans un recru forestier d'une vingtaine d'années et laissé à l'état natural depuis cette date,

+ une station en zone défrichée, sur le même type de sol (gravillonnaire);

- Deux stations sur la piste de Man à Touba, ou plus exactement sur l'embranchement partant de cette piste et allant au ranch de Sipilou (au nord de BIANKOUMA);

+ une station sur versant en savane

+ une station dans la langue forestière entourant les rivières Bafing et Méné.

3) Emploi d'autres méthodes de mesure.

Ces nouvelles stations ont été équipées en vue de l'utilisation d'une sonde à neutrons. Des tubes ont été placés à demeure dans le sol. L'avantage de cette méthode est que l'on mesure toujours l'humidité au même endroit, ce qui supprime les risques d'erreur dus à l'hétérogénéité du sol. Sur le plan pratique, elle simplifie par ailleurs les manipulations et fait gagner un temps considérable. Mais, d'un autre coté, elle présente aussi de gros inconvénients : l'étalonnage de la courbe de référence est très délicat, et sujet à caution ; cet appareil est en outre d'une relative fragilité et ne résiste pas toujours aux nombreux chocs et secousses lors de son transport sur la piste.

# BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Concernant la région de Man et la dorsale guinéenne.


| | | |
|---|---|---|
| ADJANOHOUN E. | I964 | Végétation des savanes et rochers découverts en Côte d'Ivoire Centrale. Mem. ORSTOM n° 7. Paris |
| B.D.P.A. | | Etude générale de la région de Man. 4 Tomes - Ministère du Plan - Côte d'Ivoire. |
| BOUTIN Y. | I967 | Terroirs de l'Ouest (Rapport I966) Document ronéo 86 p. - Ministère de l'Agriculture de Côte d'Ivoire. |
| CHEVALIER A. | I909 | Les massifs montagneux du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. La Géographie - Tome XX p. 209-244. |
| LAMOTTE M.<br>ROUGERIE R. | I952 | Nature et origine du relief de la Dorsale Guinéenne. C.R. Acad . Sciences t. 235 p. II44 - II46. |
| LECLERC<br>RICHARD MOLARD<br>LAMOTTE<br>ROUGERIE<br>PORTERES | I955 | La chaîne du Nimba, essai géographique. Mémoire IFAN n° 43 Dakar. |
| LEGOUX P. | I939 | Le massif de Man (Côte d'Ivoire). Essai de géographie pétrographique. Direction fédérale des Mines et de la Géologie de l'A.O.F. Bull. n° 3. |
| ROUGERIE G. | I960 | Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. Mémoire IFAN n° 58. |
| ROUGERIE G. | I96I | Modelés et dynamiques de savane en Guinée Orientale. Etudes Africaines. Konakry. n° 4 - p. 24-50. |

SCHNELL R. I945 Structure et évolution de la végétation des Monts Nimba (A.O.F.) en fonction du modelé et du sol.
Bull. IFAN, Série A, VII, p. 80-I00.

- Concernant les méthodes de physique du sol.

COMBEAU A. QUANTIN P. I963 Observations sur la capacité au champ de quelques sols ferrallitiques. Rapprochement avec les courbes Pf/ humidité.
Sc. du sol. n° 1 mai 63, p. 5-11.

DABIN G. I962 Relations entre les propriétés physiques et la fertilité dans les sols tropicaux.
Ann. Agronomiques, I3, 2. p.111-140.

DEMOLON A. I952 La dynamique du sol.
Dunod Paris.

DUCHAUFOUR P. I965 Précis de Pédologie.
Masson et Cie. Paris p. 47-69.

FEODOROFF A. I96I Capacité de rétention pour l'eau et structure du sol.
C.R. Ac.Sc. 252 - 23 janvier I96I, p. 59I-593.

FRIPIAT JJ. I949 Note sur le comportement vis à vis de l'eau de quelques sols du Congo Belge.
Bull. Agric. du Congo Belge. Vol. XL, n° 2.

GRAS R. I962 Quelques observations sur les relations entre les propriétés physiques du sol et la croissance des pêchers dans la vallée du Rhône entre Vienne et Valence.
Ann. Agron.(I962) I3,2 p. I4I-I74.

HALLAIRE M. I953 Diffusion capillaire de l'eau dans le sol et répartition de l'humidité en profondeur sous sols nus et cultivés. Ann. Agron. mars-avril I953. p. I43-I44.

HALLAIRE M. I960 Le problème du potentiel de l'eau dans le sol et de la disponibilité de l'eau pour la végétation. Ann. Physiol. végét. 2. p. II9-I30.

HALLAIRE M. I96I Irrigation et utilisation des réserves naturelles. Ann. Agronomiques I2, I, p. 87-98.

RIQUIER J. I954 Commentaires sur l'humidité du sol du I5.2.52 au I5.2.53 à Tananarive. Congr. Intern. Sc. sol Léopoldville, vol. II, p. I28-I34.

TURC L. I954 Le bilan d'eau des sols. Ann. Agron. n° IV.

- Concernant le contact forêt-savane en général.

AVENARD J.M. Etat de la recherche concernant les problèmes posés par la contact forêt-savane ; essai de bilbiographie. en préparation. Cet article comprendra 258 références sur ce sujet. Nous ne donnons ici que quelques ouvrages essentiels.

AUBREVILLE A. I962 Savanisation tropicale et glaciation quaternaire. ADANSONIA t. II, fasc. 1.

AUBREVILLE A. I966 Régions limites forêt-savane dans les pays tropicaux. UNESCO ADANSONIA.

BIROT P. I965 Formations végétales du globe.
Les mosaïques à grand format.
forêt-savane. p. 4II-444. Sedes Paris.

BRUGIERE J.M. I957 Bilan hydrique des sols sous savane
et sous forêt à Brazzaville.
Rapp. ronéo Brazzavile I.E.C. Août.

HILLS Théo. L. I965 Les limites savanes-forêts tropicales:
Colloque du Vénézuela.
Nature et ressources. Bull. de la
Décénie hydrologique internationale.
Vol. 1 n° 4 , Décembre I965, p. 5-IO.
UNESCO
UGI, Colloque du Vénézuela IO-22 mai 65

LEMEE G. I96I Effets des caractères du sol sur la
localisation de la végétation en zones
équatoriale et tropicale humides.
UNESCO Zone tropicale humide.
Colloque d'Abidjan I959, p. 25-39

LEMEE G. I960 Sur un facteur édaphique important
dans la localisation des groupements
végétaux en régions tropicales humides:
le régime d'humidité des sols.
In rapport du sol et de la végétation
Soc. Bota. de France. Masson.

MIEGE J. I955 Les savanes et forêts claires de Côte
d'Ivoire.
Etudes Eburnéennes IV p. 62-8I.

ROBYNS W. I936 Contribution à l'étude des formations
herbeuses du district forestier central
du Congo Belge.
Mem. Inst. Roy. Col. Belge.
S. Sc. nat. et méd. V.

TROCHAIN J. 1957 Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale.
Bull. Inst. Et. Centraf. Nvelle Série, Brazzaville n° I3.I4 . p. 55-93.