

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
CENTRE D'ADIPODOUME  
B.P. V51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

---

Laboratoire de Pédologie



ÉVOLUTION DES SOLS SOUS RECRÛ FORESTIER  
APRÈS MISE EN CULTURE TRADITIONNELLE  
DANS LE SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

par

E. FRITSCH

COPYRIGHT ORSTOM, 1982

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

## PRESENTATION DU MILIEU

- 1) Climat
- 2) Géologie et réseau hydrographique
- 3) Sol et modelé
- 4) Végétation

## CHOIX DES PARCELLES

- 1) Façons culturales
- 2) Aspect floristique et architectural du recrû forestier
- 3) Différenciation verticale du profil pédologique.

## COMPARAISON MORPHOLOGIQUE DES PARCELLES

- 1) Sur l'aspect de la surface du sol
- 2) Sur la différenciation verticale des profils.

## ACTIVITE BIOLOGIQUE DES LOMBRICS

- 1) Profondeur de prospection des vers dans le sol
- 2) Quantification des rejets de surface
- 3) Densité de population
- 4) Conclusion

## EVOLUTION DE LA FERTILITE CHIMIQUE DES SOLS

- 1) Méthode de prélèvement des échantillons
- 2) Litière au sol
  - 21) Biomasse végétale au sol
  - 22) Carbone et éléments fertilisants de la litière
  - 23) Lixiviation des éléments de la litière
- 3) Matière organique du sol
  - 31) Carbone
    - 311) Carbone total
    - 312) Carbone minéralisable
    - 313) Activité phosphatasique
    - 314) Discussion
  - 32) Azote
    - 321) Azote total
    - 322) Rapport C/N
    - 323) Azote minéral
    - 324) Azote minéralisable
    - 325) Discussion
  - 33) Fractionnement de la matière organique
    - 331) Matière organique légère
    - 332) Composés humiques
    - 333) Humine
- 34) Conclusion : évolution de la matière organique.

- 4) Phosphore
- 5) Cations minéraux
  - 51) Cations de réserve
  - 52) Complexe absorbant
    - 521) Capacité d'échange
    - 522) Sommes des bases échangeables
    - 523) Taux de saturation
    - 524) Relation entre le pH du sol et le taux de saturation
- 53) Conclusion : Evolution de la fertilité minérale en calcium, magnésium, potassium.

#### EVOLUTION DES PROPRIETES PHYSIQUES ET HYDRIQUES DU SOL

- 1) Propriétés physiques
  - 11) Porosité
  - 12) Indices d'instabilité structurale et de perméabilité
  - 13) Résistance à la pénétration
- 2) Propriétés hydriques
  - 21) Infiltration
  - 22) Redistribution, bilan hydrique
- 3) Conclusion : Evolution des propriétés physiques et hydriques du sol

#### CONCLUSION GENERALE

#### BIBLIOGRAPHIE

#### A N N E X E

- 1) Description de profils
  - 2) Protocole de fractionnement de la matière organique
  - 3) Liste des figures
  - 4) Liste des tableaux.
-

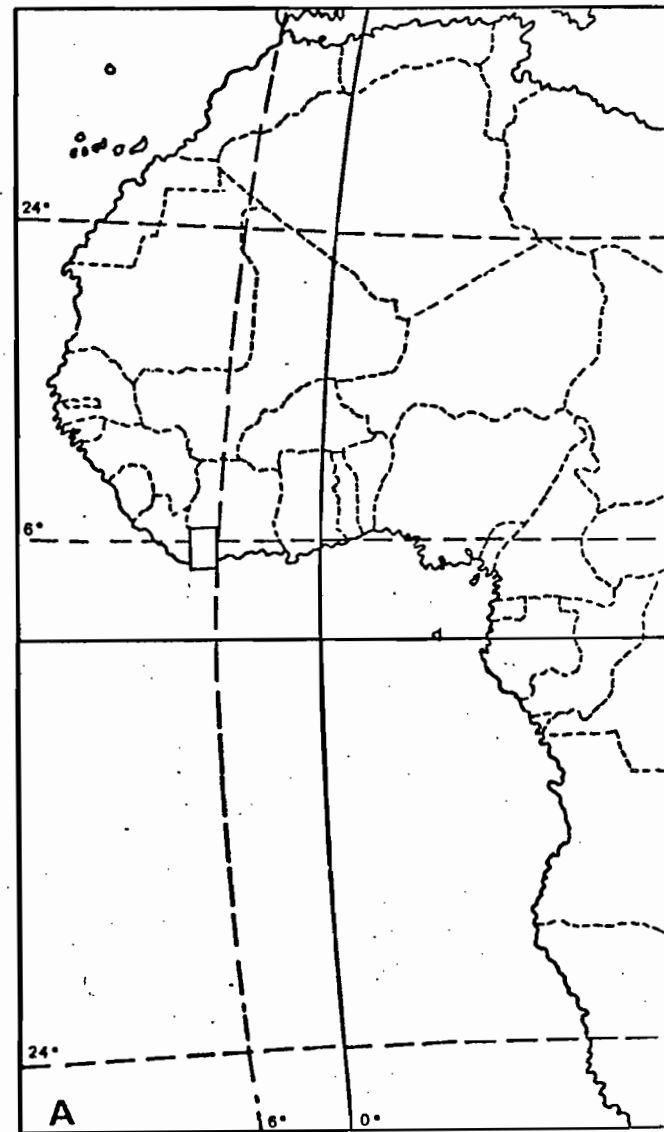
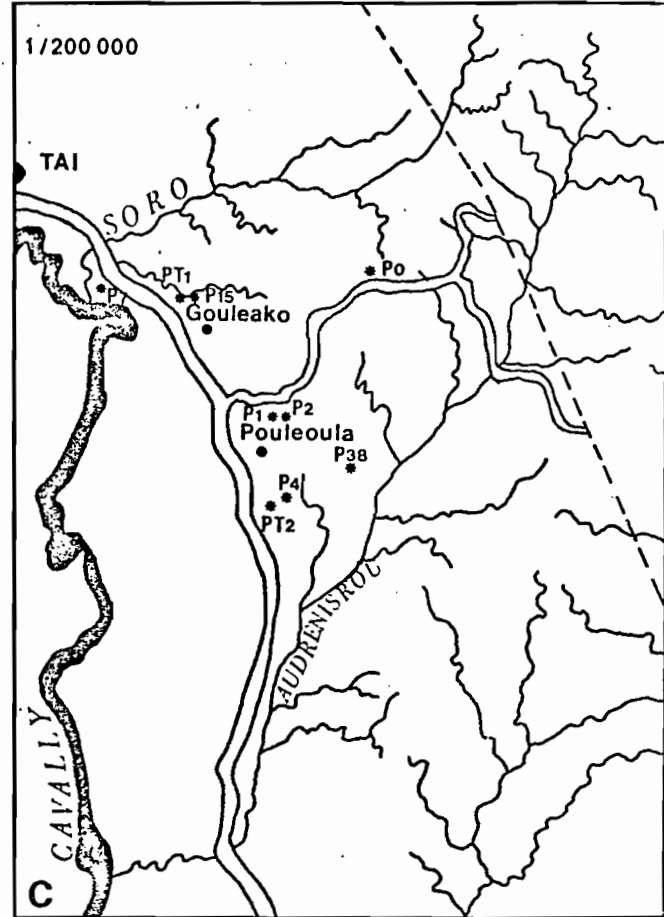
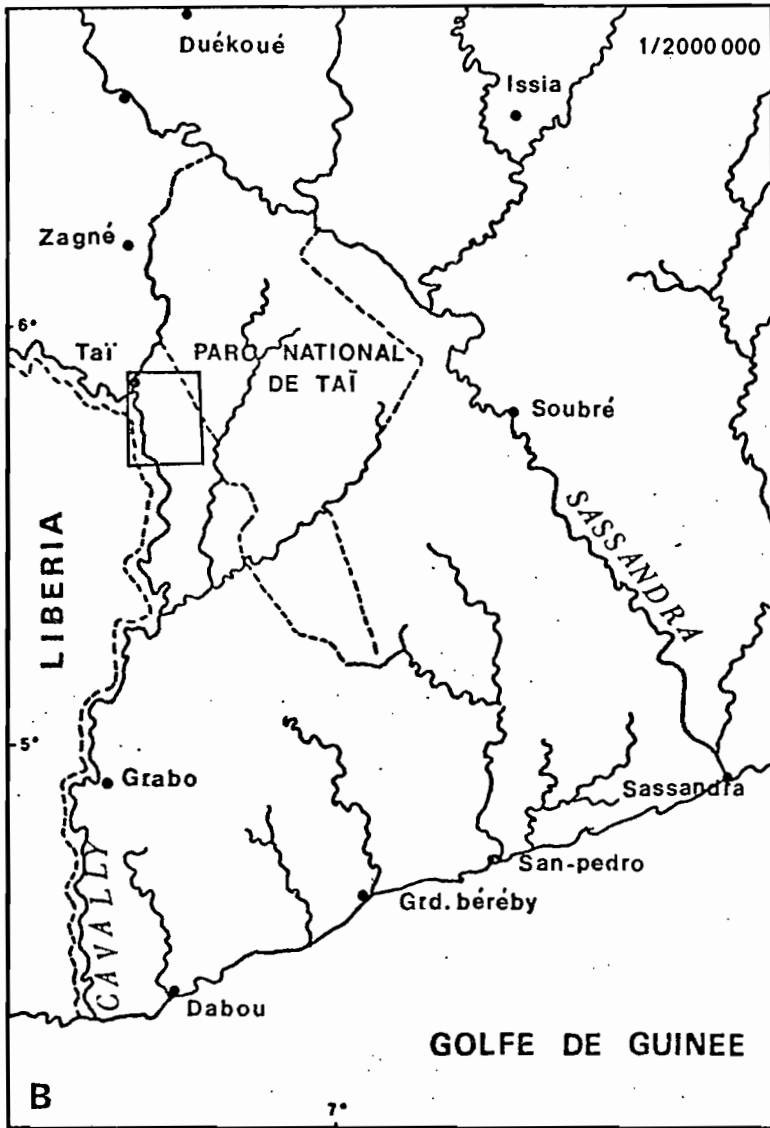


FIG: I

\* Localisation des parcelles  
 ( PT1,PT2,Po,P1,P2,P4,P7,P15,  
 P38 )

## INTRODUCTION

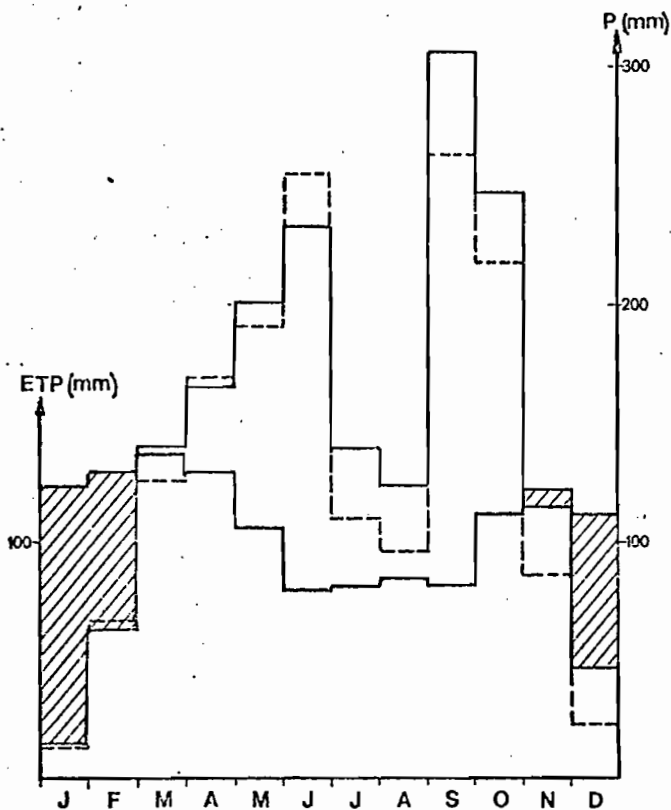
L'étude de l'évolution des sols sous recru forestier après mise en culture traditionnelle a été entreprise dans le cadre du projet Taï (programme MAB : Man and Biosphere) consacré à l'examen des effets de l'accroissement des activités humaines sur la forêt du Sud-Ouest ivoirien.

Cette étude réalisée à la suite d'un premier travail sur la caractérisation pédologique du milieu forestier de Taï (FRITSCH, 1980) complète les travaux en cours de R. MOREAU qui traitent des modifications apportées au sol lors du passage de la forêt primaire à la culture traditionnelle. Dans le cadre de la caractérisation de l'écosystème forestier, elle doit être rattachée aux travaux de T. JAFFRE et Ch. De NAMUR qui étudient l'évolution de la biomasse végétale épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

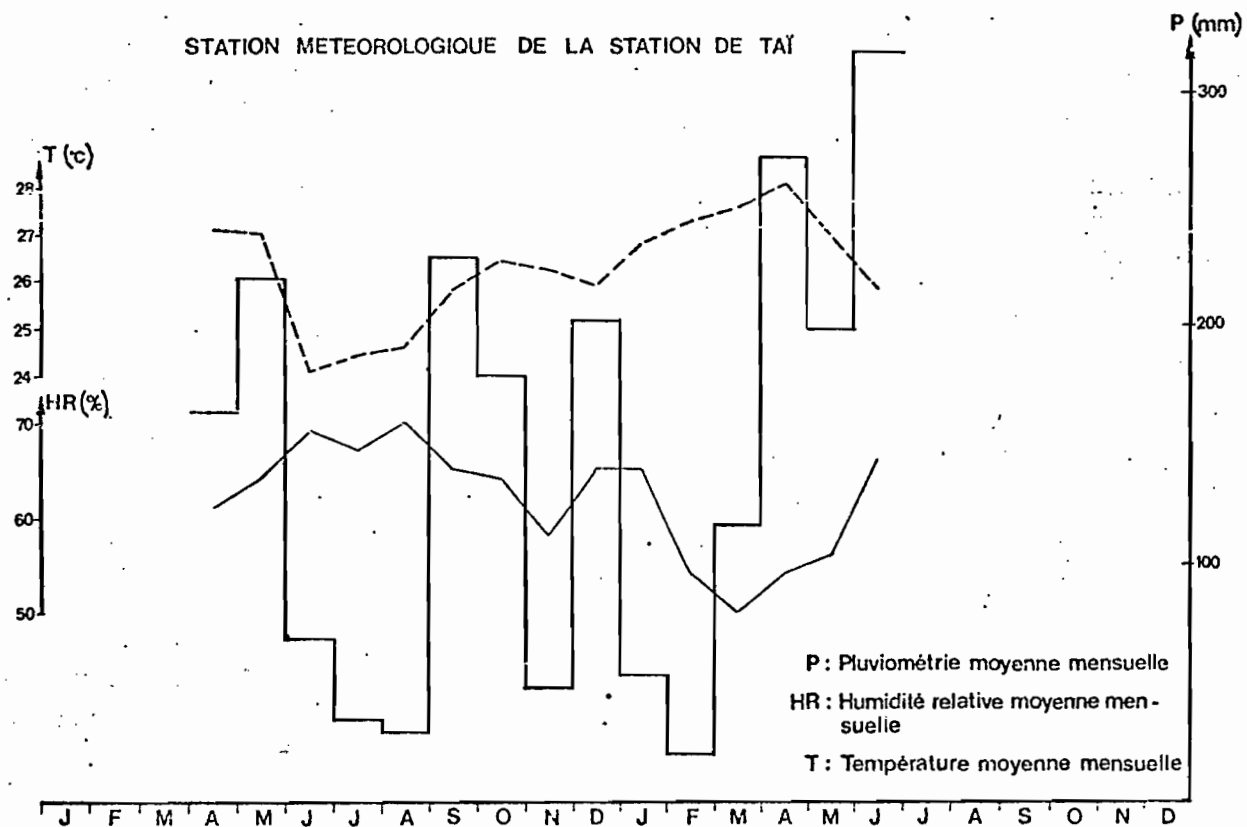
La région de Taï a été retenue pour cette étude (cf. figure I), zone forestière où la pression démographique n'est pas encore trop forte et qui permet de ce fait un système cultural itinérant basé sur des pratiques traditionnelles caractéristiques de l'ethnie Oubi. Une immigration des ethnies voisines (en particulier de Baoulé) est en voie de modifier ces pratiques culturelles par une utilisation plus intensive du sol, une diversification des cultures, parfois par l'utilisation de cultures associées.

- Pluviométrie moyenne mensuelle sur environ 20 ans
- - - Pluviométrie moyenne mensuelle de la dernière décade (1969-1978)
- ▨ ETP (formule de Turc) sur au moins 5 ans pour la région de Taï (Eldin 1971)

STATION PLUVIOMETRIQUE DE TAÏ



STATION METEOROLOGIQUE DE LA STATION DE TAÏ



## PRESENTATION DU MILIEU

### 1) Climat

Le climat (cf. figure II) de type guinéen est caractérisé par une température moyenne annuelle de  $26,1^{\circ}\text{C}$ , une humidité relative moyenne mensuelle oscillant entre 50% et 70% (variation inverse de celle de la température), une pluviométrie moyenne annuelle calculée sur 20 ans, de 1800 mm. La grande saison sèche s'étend de novembre à février, la petite saison sèche de juillet à août. L'évapotranspiration potentielle mensuelle est de l'ordre de 100 mm. Le déficit hydrique (zone hachurée sur la figure) varie de 8 à 107 mm (cumulé : 247 mm). La pluviométrie est déficitaire par rapport à l'évapotranspiration potentielle depuis le mois de novembre jusqu'au mois de février (maximum en janvier).

### 2) Géologie et réseau hydrographique

Le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire est caractérisé par une structure rectiligne que délimitent des bandes de direction générale N-NE/S-SW. Ces bandes appartiennent aux formations géologiques du complexe éburnéen (1550-2100 M.A.) et libérien (antérieur à 2.500 M.A.). La carte géologique à 1/500.000 (PAPON, 1970) situe la région de Taï dans le complexe libérien. Les roches seraient principalement constituées par des migmatites et quelques granites postectoniques discordants dans les formations plissées de la région. D'après la description des altérites, nos observations de terrain rattacheraient plutôt les roches à des micaschistes.

Le réseau hydrographique exploite les directions structurales et tectoniques (failles) de la région. Ce réseau fortement hiérarchisé est relayé en son amont par un réseau plus ramifié sans orientation préférentielle dû à une reprise d'érosion par les ravines.

### 3) Sol et modelé

Le paysage de la région de Taï est constitué de grands interfluves allongés dont les différentes formes pedomorphologiques permettent d'expliquer le passage des plateaux cuirassés du Nord aux demi-oranges du Sud de la Côte d'Ivoire.

La couverture pédologique présente des formations anciennes (cuirasses, carapaces), reliques de périodes climatiques vraisemblablement plus sèches. Ces formations occupent les positions hautes du modelé et s'étagent sur deux niveaux successifs. Le niveau le plus ancien, le plus dégradé, est représenté par quelques sommets nettement convexes culminant à 195 m d'altitude. Le second niveau moins dégradé, situé en contrebas à 170 m d'altitude, est soit représenté par des replats prolongeant les sommets précédents soit isolé dans le paysage (sommets plans convexes). Sous les climats équatoriaux

actuels, ces formations semblent en déséquilibre avec l'altération ferrallitique. La couverture pédologique rouge kaolinitique s'approfondit, les cuirasses ou carapaces se démantèlent en donnant des nodules observés sur la majeure partie des sommets et en épandage sur les versants.

Les différenciations pédologiques latérales sont liées aux entailles du réseau hydrographique dans le modelé. Au niveau de la première rupture de pente, nous passons des sols rouges ferrallitiques gravillonnaires afleurants à drainage vertical aux sols jaunes ferrallitiques gravillonnaires à recouvrement et à dynamique superficielle et latérale. Les bas de versants rectilignes se caractérisent par l'induration de l'argile tachetée et l'apparition de manifestations d'hydromorphie.

Une érosion linéaire par les ravines, plus active à proximité des axes de drainage principaux, crée puis accentue la convexité des bas de versants. Elle provoque un véritable découpage de l'extrémité des grands interfluves en plusieurs demi-oranges. Cette érosion, liée à un abaissement du niveau de base local a pour effet de réduire la longueur moyenne des versants, d'accentuer leur déclivité, d'accroître la surface relative des bas-fonds et de créer un réseau hydrographique très ramifié.

#### 4) Végétation

La zone étudiée appartient au massif forestier du secteur ombrophile du domaine guinéen et plus précisément à la forêt dense humide sempervirente à *Eremosphata macrocarpa* et *Diospyros mani* (GUILLAUMET et ADJANOHOUN, 1971). Ce massif passe plus au Nord et au Nord-Est au type semi-décidu. Il comprend en outre comme essences caractéristiques (MANGENOT, 1955) : *Andidesma membracaceum*, *Chrysophyllum pruniforme*, *Memecylon guineensis*, *Pachypodanthium staudtii*, *Scytopetalum tieghemii*.





## CHOIX DES PARCELLES

Le choix des jachères forestières a été fixé après une enquête auprès des villageois, portant sur les façons culturales, l'âge et le type de recrû à la suite d'une prospection pédologique.

Sept jachères forestières datées depuis l'abandon de la culture (0, 1, 2, 4, 7, 15, 38 ans) et deux références forestières (T1, T2) ont été retenues pour l'étude. Pour chaque site, une parcelle de 25 m x 25 m a été délimitée sur le terrain.

### 1) Façons culturales

Pour toutes les parcelles, le défrichement traditionnel (oubi) a été fait sur forêt primaire (1ère coupe). Les principaux émergents sont laissés sur pied. La biomasse végétale abattue est localement regroupée puis brûlée en fin de saison sèche (février, mars). Aucun travail du sol n'est effectué. Le champ est planté en riz pluvial (*Oryza sativa*) au début de la saison des pluies (mars, avril). Après la récolte (octobre), le champ est laissé à l'abandon.

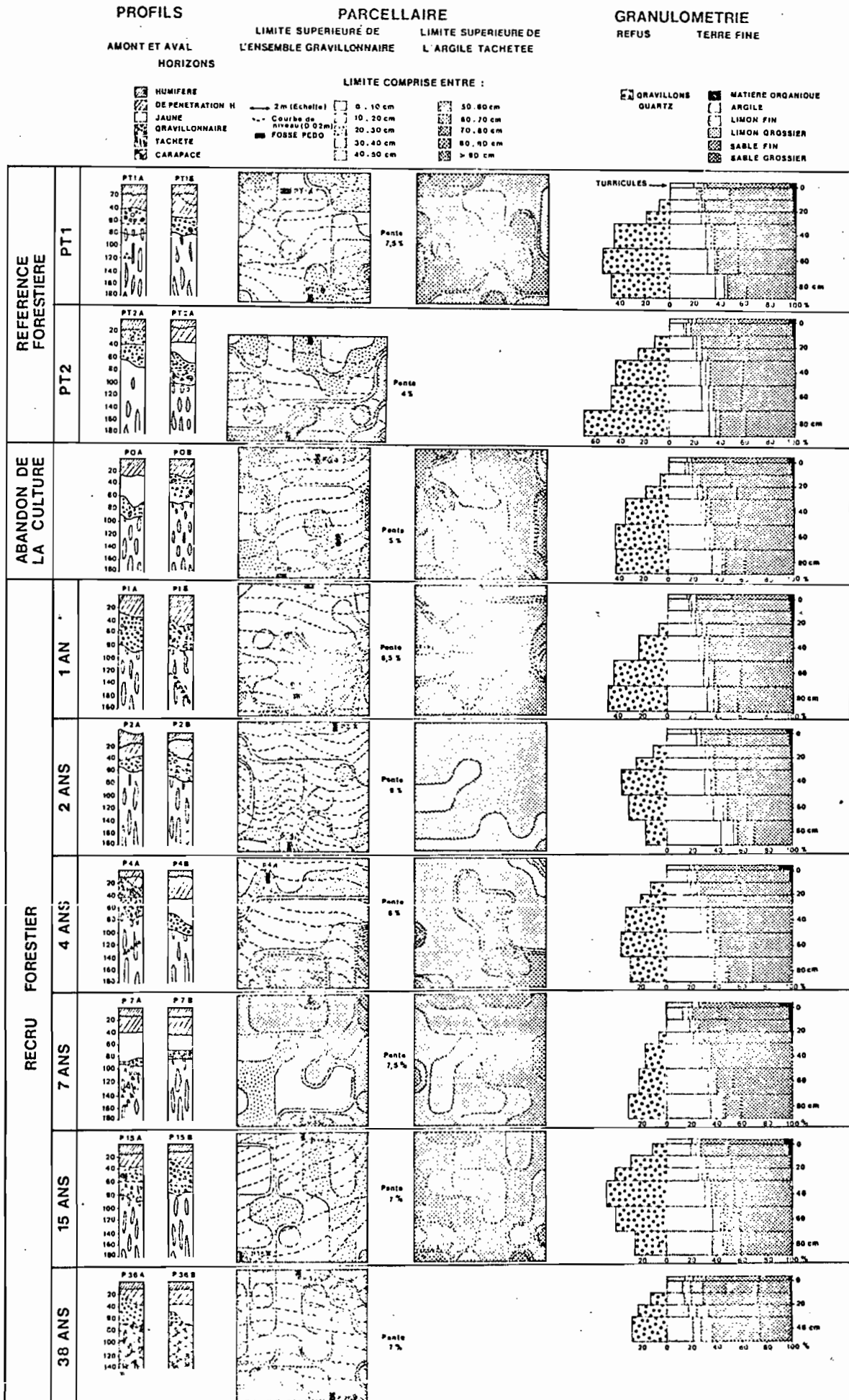
### 2) Aspect floristique et architectural du recrû forestier

Les jeunes recrûs (1, 2, 4 ans) se caractérisent par le développement d'une végétation monospécifique de *Macaranga hurifolia* délimitant une voûte homogène presque continue. Cette voûte atteint respectivement 4 m, 6 m, 8 m de hauteur dans les recrûs de 1, 2 et 4 ans. Dans les recrûs de 2 et 4 ans, le *Macaranga* constitue l'essentiel de la biomasse aérienne. On y observe également des espèces diverses dont des rejets issus de grosses souches, des lianes, des marantacées et quelques parasoliers (*Musanga cercopioides*) qui émergent de la voûte.

Entre 5 et 10 ans, l'architecture du recrû se modifie. Des troncs s'infléchissent sous le poids de lianes. Le dépérissement du peuplement à *Macaranga*, qui produit un accroissement de la qualité de bois mort, favorise le développement des essences forestières secondaires (*Fagara macrophylla*, *Terminalia superba*, *Harungana madagascariensis*, *Myrianthus arboreus*...). Cette période de transition se traduit par un apport à la surface du sol d'une importante quantité de résidus végétaux (nécromasse).

Dans les recrûs plus anciens (15, 38 ans), les essences secondaires poursuivent leur développement. Quelques essences de forêt primaire apparaissent. Le couvert végétal présente plusieurs strates dont un sous-bois relativement dense. Quelques chablis y sont observés. Ces recrûs sont beaucoup moins fréquents dans la région de Taï du fait de leur réutilisation par les cultivateurs (2ème coupe).

FIG III : CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET TEXTURAUX DES SOLS



### 3) Différenciation verticale du profil pédologique

Toutes les parcelles sont situées à mi-versant (pente 4 à 9%) sur un même type de sol : sol jaune ferrallitique fortement désaturé, remanié, appauvri, à recouvrement sur altération de mica-schiste en place. Dans le paysage forestier de Taf, ce type de sol est le plus fréquemment observé. Il se caractérise par la superposition de trois ensembles qui sont de haut en bas :

- un ensemble meuble, appauvri (texture SA), jaune, coloré par la matière organique dans sa partie supérieure,
- un ensemble gravillonnaire d'épaisseur variable (10 à 40 cm),
- un ensemble tacheté argileux.

Les caractères morphologiques des sols (cf. description des profils en annexe) et leur granulométrie sont résumés dans la figure III. Le principal facteur d'hétérogénéité des sols est la limite supérieure d'apparition de l'ensemble gravillonnaire et, dans une moindre mesure, celle de l'argile tachetée. Comparativement entre les différentes parcelles nous noterons en outre,

- un appauvrissement moins marqué pour les parcelles PT1 et P2,
- un fort appauvrissement de la parcelle P38 avec prédominance de sables fins et non de sables grossiers comme pour les autres parcelles,
- la présence de quelques plages d'hydromorphie dans l'ensemble meuble supérieur et un début d'induration de l'argile tachetée (carapace) sous-jacente des sols de la parcelle P38.

La parcelle P38 s'écarte légèrement du type de sol défini. Son choix résulte de la rareté des recrûs très anciens dans la région.

## COMPARAISON MORPHOLOGIQUE DES PARCELLES

### 1) Sur l'aspect de la surface du sol

Sous forêt primaire, le micromodelé de surface, contrasté, résulte de la juxtaposition de deux domaines bien distincts :

- des plages déprimées, délimitant soit un réseau enchevêtré de rigoles soit des replats, sur laquelle nous observons de fines accumulations sableuses discontinues, un chevelu racinaire partiellement dégagé, des traces d'impact de gouttes d'eau au sol ;
- des parties surélevées (0,1 à 0,3 m de hauteur, 0,2 à 2 m de diamètre) localisées au pied des troncs d'arbres, résultant de la juxtaposition et de la superposition de rejets biologiques (Turricules cannelés, amas globuleux).

Le défrichement provoque la disparition de ce micromodelé. Les accumulations sableuses prédominent ; les rejets biologiques peu nombreux sont dispersés.

L'installation d'un jeune recrû monospécifique à *Macaranga*, délimitant une voûte homogène, continue, s'accompagne d'une modification spectaculaire de l'aspect de la surface du sol (1 an). Les turricules, très nombreux, sont pratiquement jointifs. Ils recouvrent fréquemment de fines accumulations sableuses et incorporent des débris de litière. Sous les recrûs plus anciens caractérisés par le dépérissement des espèces pionnières et l'étagement des espèces secondaires, de nouvelles plages à accumulation sableuse apparaissent à l'aplomb des trouées de la végétation. Nous retrouvons progressivement l'aspect initial observé sous forêt primaire.

Ainsi, sur le type de sol étudié, l'aspect de la surface du sol est directement lié à la nature de la couverture végétale qui le surmonte. Cet aspect est la résultante de deux facteurs :

- les précipitations qui ont un effet destructeur au sol dû à l'énergie cinétique des gouttes d'eau (effet splash)
- la végétation, à l'inverse, qui a un effet protecteur. L'efficacité de cette protection dépend de l'architecture du couvert végétal.

L'accroissement de l'activité biologique des vers de terre sous jeunes recrûs, mise en évidence par l'abondance des rejets, peut être relié à l'évolution de la nécromasse au sol. Nous constatons, en effet, une décomposition et une incorporation au sol des bois morts laissés à terre après l'abattis. La décomposition et l'incorporation de cette nécromasse s'effectuent rapidement sous jeunes recrûs (1, 2 ans).

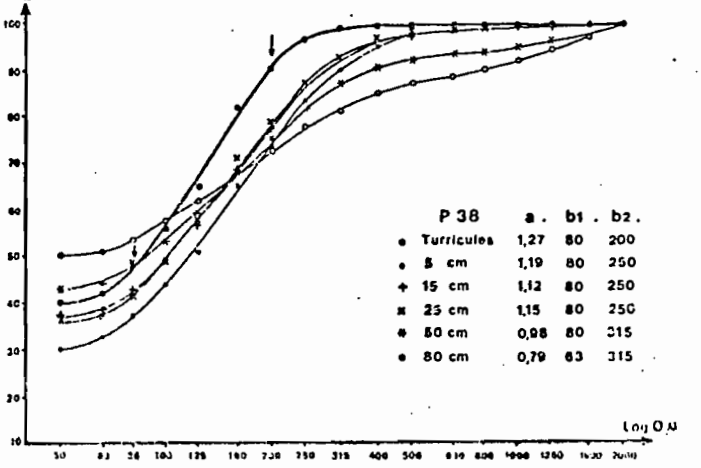
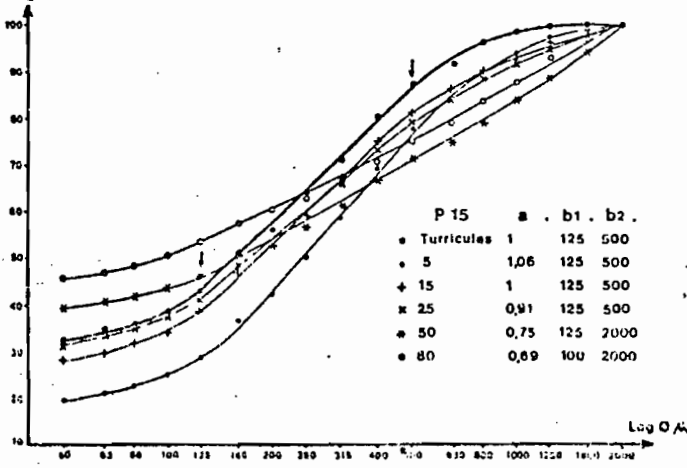
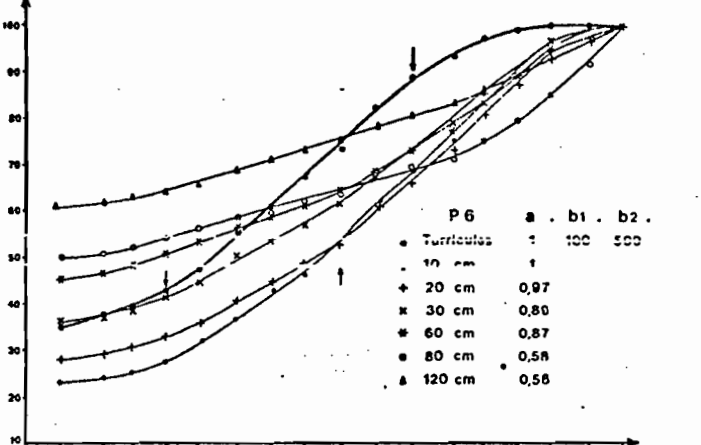
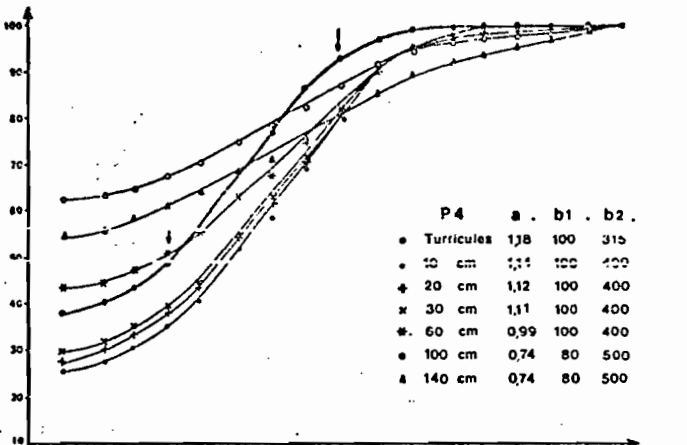
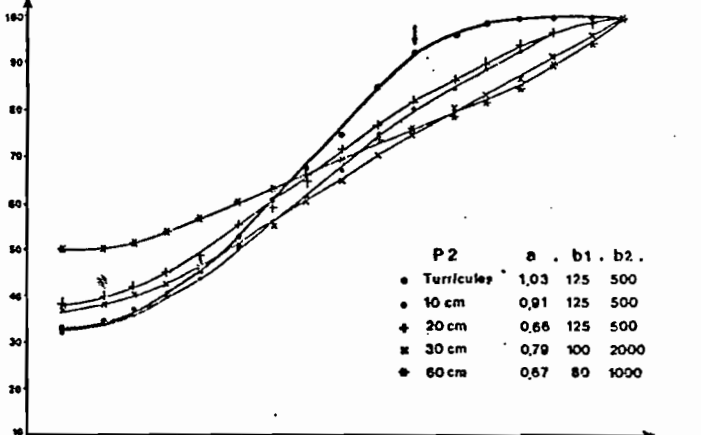
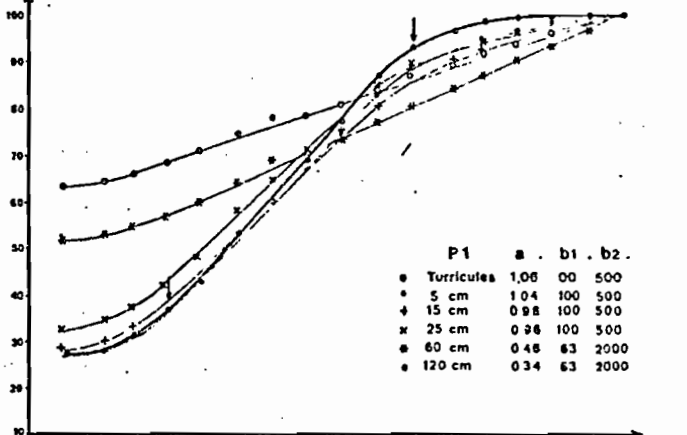
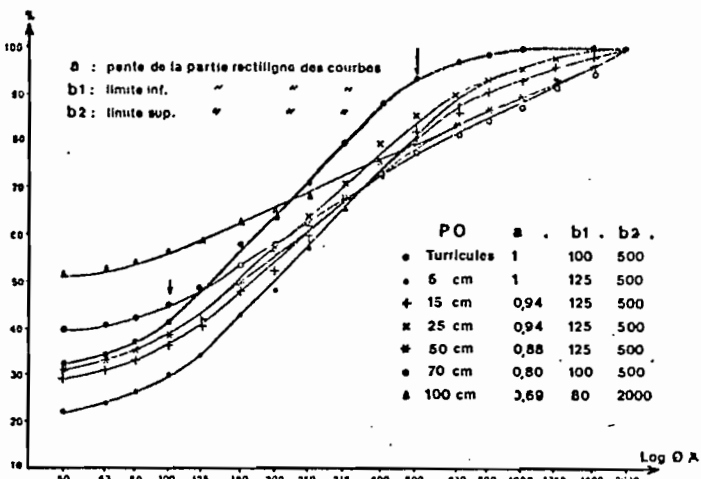
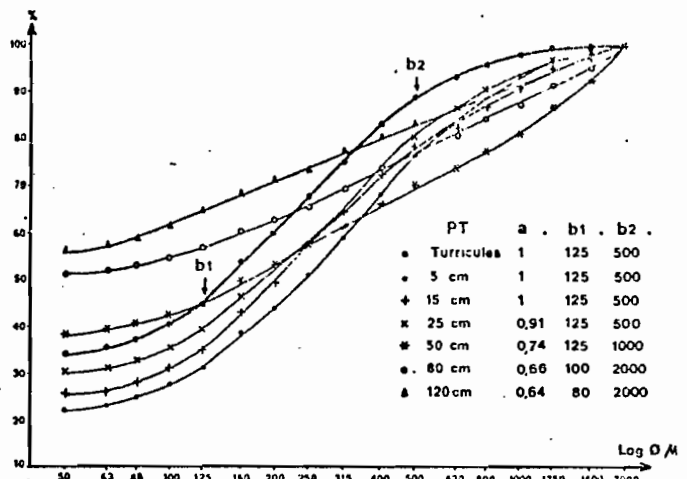
### 2) Sur la différenciation verticale des profils

Les modifications apportées au sol sous l'effet de la mise en culture puis de sa recolonisation par des espèces pionnières sont peu nombreuses et assez tenues, constatations que l'on pouvait supposer du fait de l'absence de travail du sol. Ces modifications s'observent presque exclusivement dans les matériaux meubles supérieurs colorés par la matière organique. Elles concernent :

- la couleur avec un léger assombrissement des horizons organiques pour les jeunes recrûs, dû vraisemblablement à l'incorporation progressive au sol de la nécromasse,
- la structure qui se dégrade sous champ de riz (dès la mise en culture) et s'améliore légèrement sous jeunes recrûs (1, 2 ans),
- la porosité avec probablement une légère aération du sol sous jeunes recrûs,
- l'enracinement avec la décomposition progressive des racines fines des espèces forestières et la recolonisation racinaire par les espèces pionnières puis secondaires.

Une grande partie de ces transformations (aspect de la surface du sol, structure, porosité, couleur des matériaux meubles supérieurs sous jeunes recrûs) est étroitement liée à l'activité biologique des lombrics et justifie de ce fait une étude approfondie de cette dernière.

FIGURE IV : GRANULOMETRIE DES SABLES DES TURRICULES ET DU SOL A DIFFERENTES COTES (COURBES SEMI-LOGARITHMIQUES)



## ACTIVITE BIOLOGIQUE DES LOMBRICS

Les vers épigés sont des animaux fousseurs qui viennent prendre à la surface du sol la nourriture nécessaire à leur développement.

Leur activité de fouissage peut être estimée soit de façon indirecte par la quantité de rejets de surface soit directement par une étude de densité de population.

### 1) Profondeur de prospection des vers dans le sol

Celle-ci peut être estimée par :

- la coloration des rejets de surface
- l'analyse granulométrique des sables
- une quantification de la distribution verticale des vers dans le sol.

La très grande majorité des rejets de surface ont une coloration brun foncé à brun-jaune, parfois jaune brunâtre. Quelques rares rejets sont jaune franc. L'activité de vers semble donc se limiter dans les horizons humifères soit environ sur 30 centimètres de profondeur.

L'analyse granulométrique des sables (cf. figure IV) exprimée en coordonnées semi-logarithmiques se traduit graphiquement pour les rejets de surface par une courbe sigmoïdale. Cette courbe est caractérisée par sa partie rectiligne définie par sa pente  $a$ , sa borne inférieure  $b_1$  et supérieure  $b_2$ . Pour une même teneur en sables, une bonne corrélation existe entre la valeur de la pente et l'écart entre les bornes. En effet le triage des sables est d'autant plus sélectif que  $a$  est élevé et  $b_2 - b_1$  faible. Pour l'ensemble des parcelles, les vers ingèrent de façon sélective des fractions granulométriques de sables comprises entre 100 et 500  $\mu$ . Pour P4 et P38, cette gamme est encore plus étroite (respectivement 100-315  $\mu$  et 80-200  $\mu$ ). La comparaison de la granulométrie des sables des rejets à celle du sol à différents niveaux de profondeur montre :

- pour les trente centimètres supérieurs, des courbes dont les parties rectilignes ont une même pente. Par contre dans les rejets, la proportion de sables est plus faible et dans le sol les courbes tendent à la linéarité pour les fractions grossières ;
- au-delà de trente centimètres, des courbes d'allures différentes. Dans le sol et pour des profondeurs croissantes, la linéarité des courbes se généralise pour les fractions supérieures à 100  $\mu$ , la pente diminue (étalement des sables avec un accroissement logarithmique des proportions en fonction de la taille des sables).

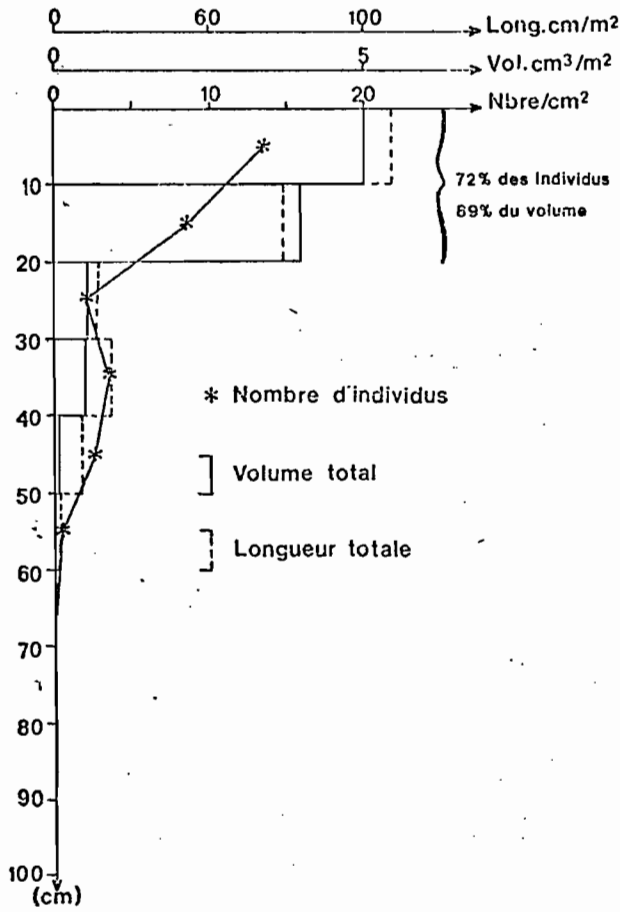
Nous déduisons de ces données que les vers prospectent essentiellement les trente centimètres supérieurs du sol en produisant des rejets à fractions fines (argile et limon,) plus élevées et en excluant les fractions sableuses supérieures à 500  $\mu$  (non ingérées ou disloquées ?).



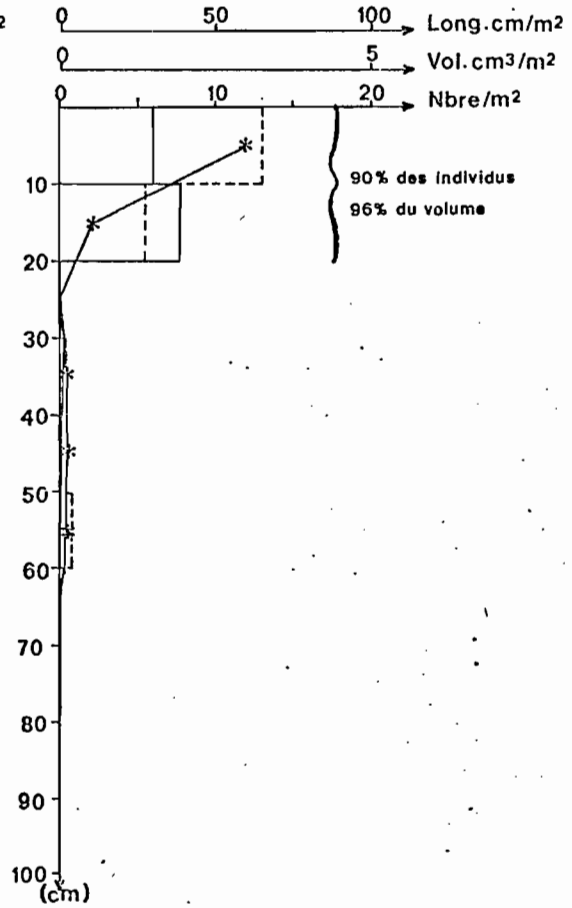
# FIGURE V ; DISTRIBUTION VERTICALE DES LOMRICS

(PERIODE DU 18 AU 27/02/81)

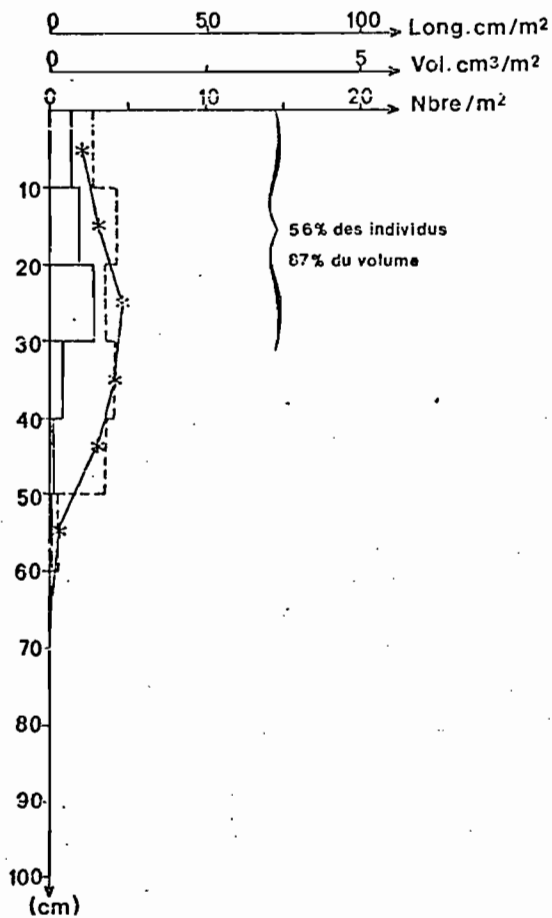
PARCELLE : P1



PARCELLE : P2



PARCELLE : P4



PARCELLE : P7

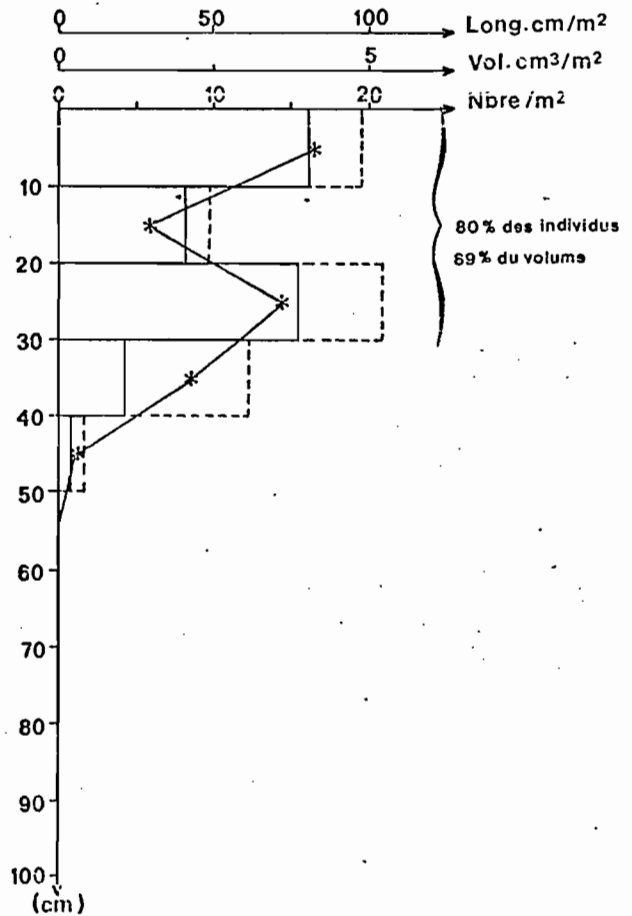
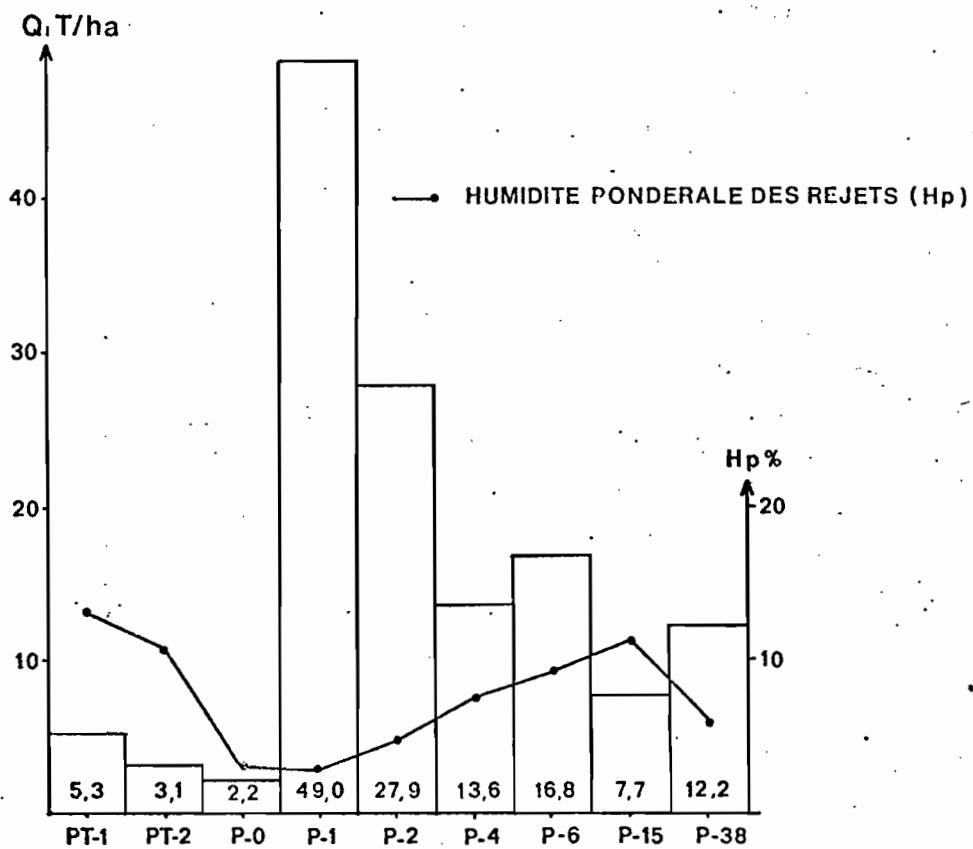
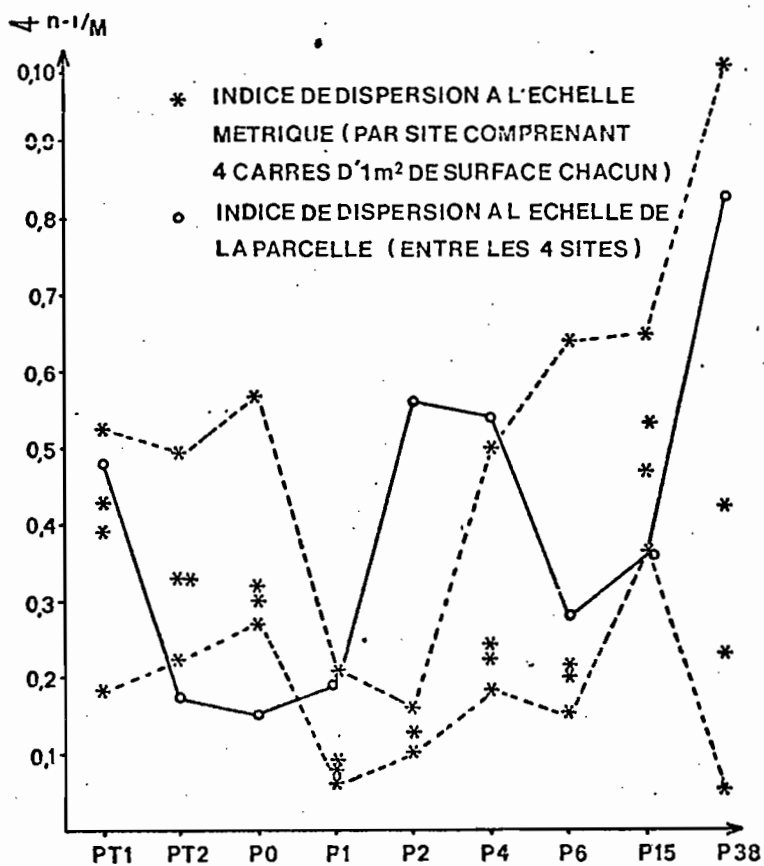


FIG VI : QUANTITE DE REJETS AU SOL EN JANVIER 1981



INDICE DE DISPERSION DES RESULTATS



Des prélèvements de lombrics par tranche de sol (tous les 10 cm sur une fosse de 1 x 2 m) ont été réalisés sur les parcelles 1, 2, 4, 7 ans. Les résultats (cf. figure V) montrent que 80% des individus et 90% du volume représenté par ces individus sont situés dans les 20 (1, 2 ans) ou 30 (4, 7 ans) premiers centimètres du sol. La totalité des individus de grande taille se situe à ces profondeurs.

Au-delà de 60 cm de profondeur, les lombrics sont absents.

## 2) Quantification des rejets de surface

Une estimation de la quantité de rejets ou "turricules" observés à la surface du sol en saison sèche (janvier 1981) a été faite sous les recrûs et sous deux références forestières. Pour chaque parcelle, les rejets ont été prélevés sur 16 carrés d'un mètre de côté, répartis en quatre sites (chaque site comprenant quatre carrés contigus deux à deux).

Les résultats (cf. figure VI) traduisent :

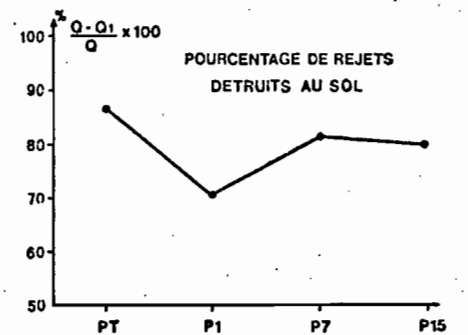
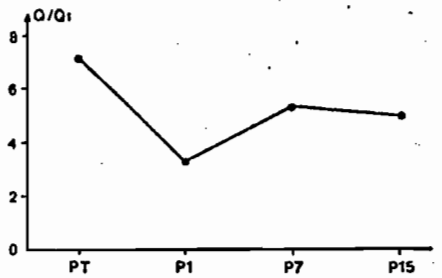
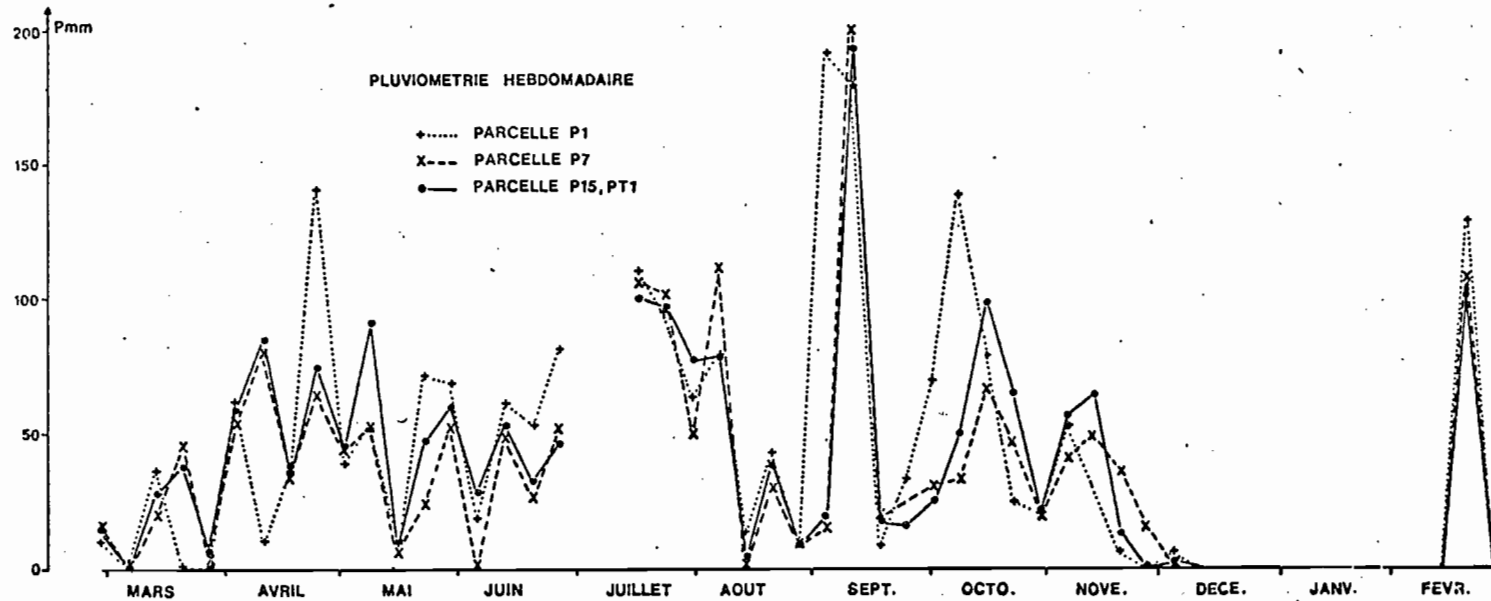
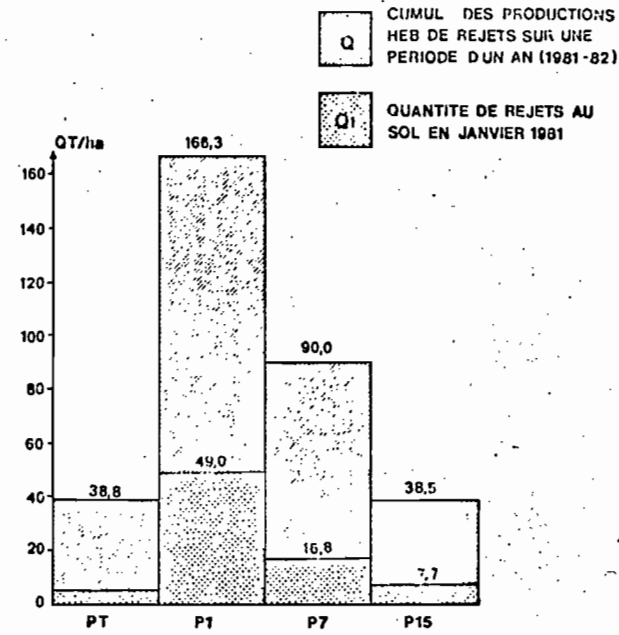
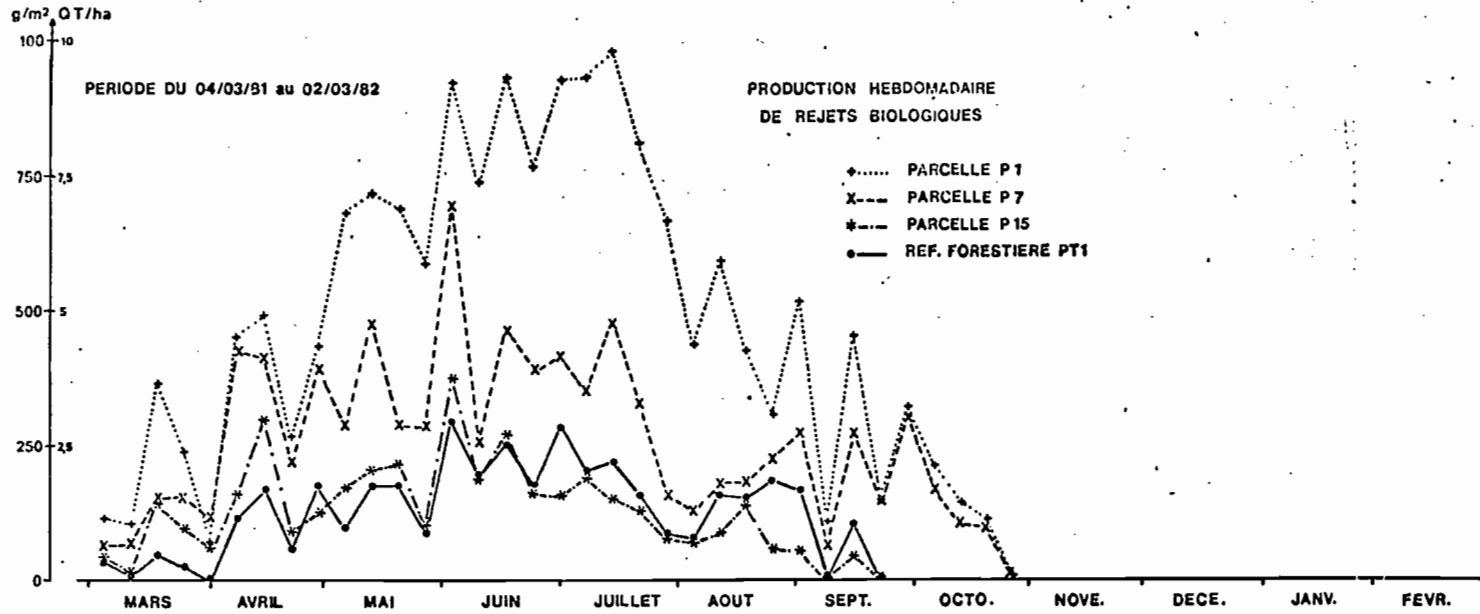
- une baisse de la quantité de rejets lors de l'abandon de la culture (2 T/ha) par rapport aux références forestières (3,5 T/ha),
- un accroissement spectaculaire de celle-ci sous le recrû d'un an (49 T/ha),
- une décroissance régulière de la quantité des rejets lorsqu'on passe à des recrûs plus anciens à l'exception de celui de 7 ans (17 T/ha). Dans ce dernier, la légère augmentation de la quantité de rejets de surface peut être reliée au dépérissement de l'espèce pionnière (apport de matière végétale au sol).

Parallèlement, la dispersion des résultats entre les différents sites est d'autant plus faible que la quantité de rejets est élevée, constatation que nous pouvons relier aux observations de terrain : les rejets, presque jointifs, couvrent l'ensemble de la surface du sol sous le recrû d'un an, mais se localisent aux pieds des arbres sous forêt.

Enfin, la décroissance du degré d'humectation moyen des rejets lors de l'abandon de la culture et sous recrû d'un an puis son accroissement sous des recrûs plus anciens peuvent être reliés à une modification du microclimat. Il est fort probable que les valeurs minimales soient dues à des températures plus élevées au sol. Par ailleurs, de nombreux auteurs ont constaté que l'activité de fouissage des vers devient plus importante avec l'élévation de température.

Cette première étude indirecte de l'activité biologique des vers reste incomplète. En effet, la quantité de rejets observée à la surface du sol à une période considérée de l'année (Q1) s'obtient par différence entre la production réelle de rejets de surface (Q) et la fraction détruite au sol par l'impact des gouttes d'eau (Q2). L'architecture du couvert végétal joue un rôle important dans la mesure où il peut limiter Q2. Cette constatation nous a amené à estimer la quantité réelle de rejets biologiques Q produits à la surface du sol sur quatre parcelles : T1, 1, 7, 15 ans. Dans chaque

FIGURE VII : PRODUCTION HEBDOMADAIRE DE REJETS DE SURFACE SUR UNE PERIODE D'UN AN



parcelle et sur un site (4 carrés contigus deux à deux), des prélèvements hebdomadaires de rejets de surface furent effectués sur une période d'un an (du 04/03/81 au 02/03/82).

Les données représentées dans la figure VII montrent :

- une bonne corrélation entre la production de rejets de surface et la pluviométrie. Toutefois, les fortes pluies dont une grande partie ruisselle à la surface du sol ne correspondent pas systématiquement à de fortes productions de rejets (la corrélation serait probablement meilleure avec le degré d'humectation du sol). De même, la production de rejets s'interrompt un mois avant la fin des pluies,
- une production annuelle des rejets (quantités hebdomadaires, cumulées sur une période d'un an) respectivement de 39 T/ha, 166 T/ha, 90 T/ha, 39 T/ha sous forêt puis sous recrûs de 1, 7 et 15 ans. Ces quantités correspondent successivement à un dépôt superficiel annuel de 2,8 mm, 12,7 mm, 6,7 mm et 2,8 mm d'épaisseur,
- une proportion de rejets produits et détruits au sol par l'impact des gouttes d'eau  $(Q-Q_1 \times 100)$  plus faible sous recrû d'un an (70%) par rapport aux recrûs plus anciens (80%) et à la référence forestière (86%).

Ainsi, l'efficacité du couvert végétal comme facteur limitant la destruction des rejets au sol et de ce fait l'érosion est forte sous jeune recrû (densité de population élevée, voûte homogène continue, localisée à une faible distance de la surface du sol). Elle devient plus faible sous les recrûs anciens puis sous la forêt (densité de population plus faible, apparition de plusieurs strates et de trouées dans la canopée). Elle est très faible lors de l'abandon de la culture.

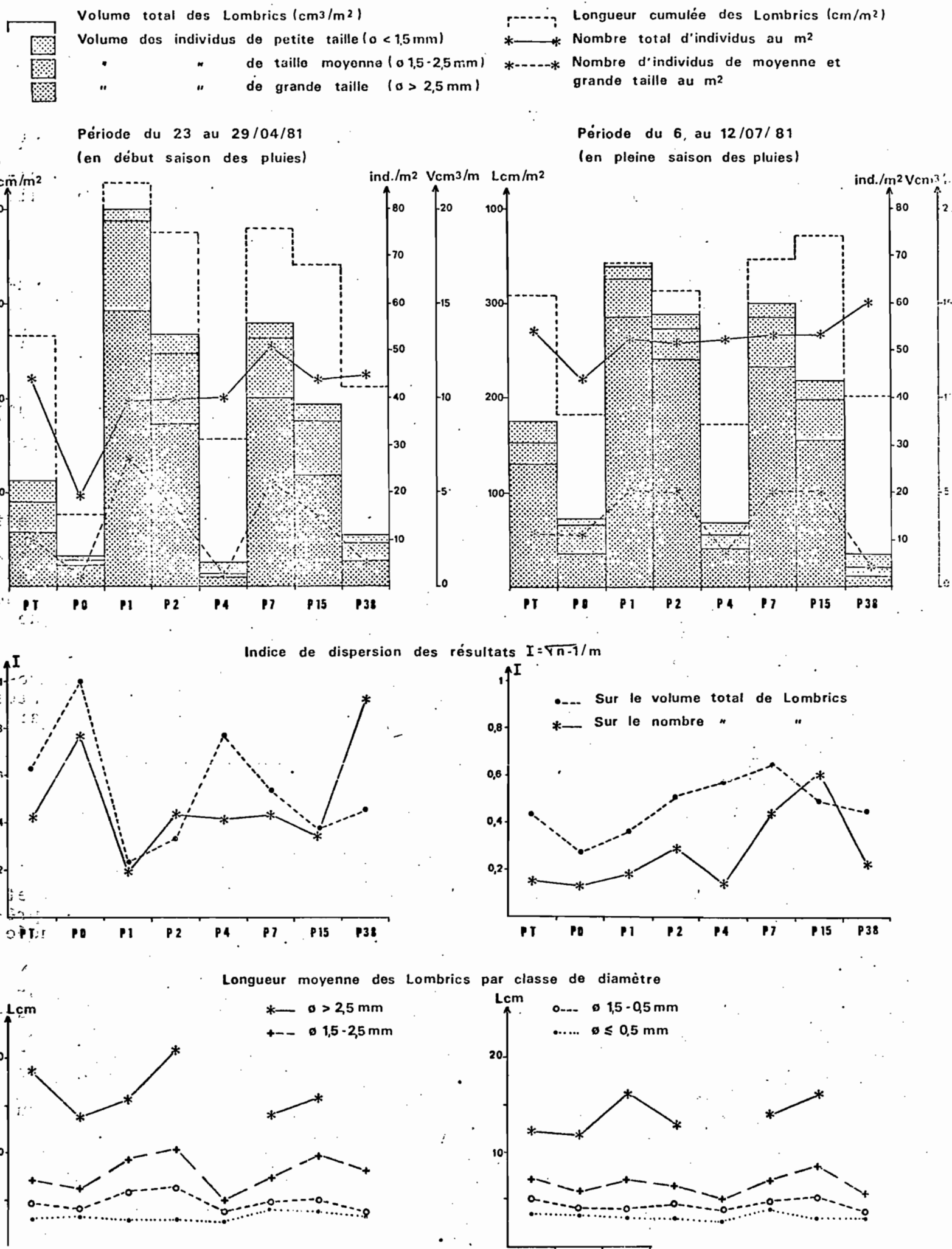
Nous déduisons également que la prise en compte de la production réelle de rejets aboutit, dans la comparaison des différentes parcelles, à des écarts moins marqués que ceux que l'on obtient par  $Q_1$ .

### 3) Densité de population

La densité de population de lombrics fut estimée à deux périodes de l'année : au début de la saison des pluies (mai 1981) et en pleine saison pluvieuse (juillet 1981). La méthode consiste à prélever les lombrics qui apparaissent sur une surface d'un m<sup>2</sup>, dénudée puis arrosée d'une solution formolée.

Le dépouillement des données (cf. figure VIII) montre pour les deux campagnes que la population totale de lombrics est pratiquement la même sur toutes les parcelles à l'exclusion de P0 (abandon de la culture, début d'installation du recrû) où elle est plus faible, surtout pour la première campagne. Par contre, nous constatons un fort accroissement du nombre d'individus de grande taille sous les jeunes recrûs (1, 2 ans) et sous celui de 7 ans au détriment du

Figure VIII : Population totale de Lombrics (moyenne sur 8 carrés d'1m<sup>2</sup> de surface chacun)



nombre d'individus de petite taille. Ceci conduit à nous fonder sur le volume représenté par la totalité des lombrics et non plus sur leur nombre. Ainsi peut-on dégager une bonne corrélation entre le premier de ces deux paramètres et la quantité de rejets observés au sol en janvier 1981 sur les différentes parcelles. A titre indicatif et en un an, les lombrics brassent et apportent à la surface du sol 500 fois de leur volume sous forêt et 630 fois leur volume sous recrû de 1 an. De ces données nous retiendront que le fort accroissement de rejets de surface sous jeunes recrûs et, dans une moindre mesure, sous celui de 7 ans est dû à une stimulation de l'activité biologique des vers qui deviennent plus grands et non à un accroissement de la densité de population.

Enfin le nombre moyen d'individus au mètre carré pour l'ensemble des parcelles, passe de 45 en début de saison des pluies à 55 en pleine saison des pluies. Celui-ci doit être vraisemblablement très faible à nul en saison sèche du fait d'une entrée en diapause des vers qui édifient dans le sol des cellules d'estivation.

#### 4) Conclusion

Dans les sols étudiés, les vers de terre sont fousseurs et rejettent de la terre aussi bien dans le sol qu'en surface. Par rapport au sol, les rejets qu'ils produisent sont enrichis en fractions fines (Argile plus limon) et dépourvus de grains de sables de taille supérieure à 0,5 mm. La profondeur de prospection des vers se limite à celle des horizons organiques soit à peu près sur 30 cm. Ils viennent à la surface du sol pour ingérer avec la terre des débris végétaux plus ou moins décomposés (litière). Le résultat de cette digestion est la présence au sol de rejets plus foncés que le sol ingéré.

Leur cycle annuel d'activité dépend du degré d'humectation du sol et donc de la pluviométrie : ils rentrent en diapause durant la grande saison sèche et reprennent leur activité avec les premières pluies, la plus forte densité de population étant obtenue en pleine saison des pluies (55 ind/m<sup>2</sup>).

Le défrichement de la forêt entraîne un ralentissement de l'activité des vers dans le sol et fait décroître le nombre de ces organismes. Cette activité réduite peut s'expliquer par l'absence de matière végétale bien décomposée en surface et par un dessèchement du sol trop marqué à la suite de son exposition directe aux rayonnements solaires.

La recolonisation du sol par un jeune recrû de *Macaranga* (recrû d'un an) s'accompagne d'un accroissement spectaculaire de l'activité de fouissage des vers. Par rapport à la forêt, il y aurait une stimulation du développement des vers (accroissement relatif des individus de grande taille) sans augmentation de densité de population. La forte proportion de matière végétale au sol bien décomposée (Nécromasse issue de la défriche) et, dans le cadre des limites physiologiques vitales, l'élévation de la température au sol, favorisent cette stimulation du développement de vers et par conséquent l'activité de fouissage.

Cette activité décroît ultérieurement avec l'âge du recrû du fait de la disparition progressive au sol de la nécromasse à l'exception du recrû de 7 ans. Dans ce dernier cas, l'accroissement de l'activité des vers résulte d'un deuxième apport de matière végétale au sol consécutif au dépérissement du peuplement de *Macaranga*.

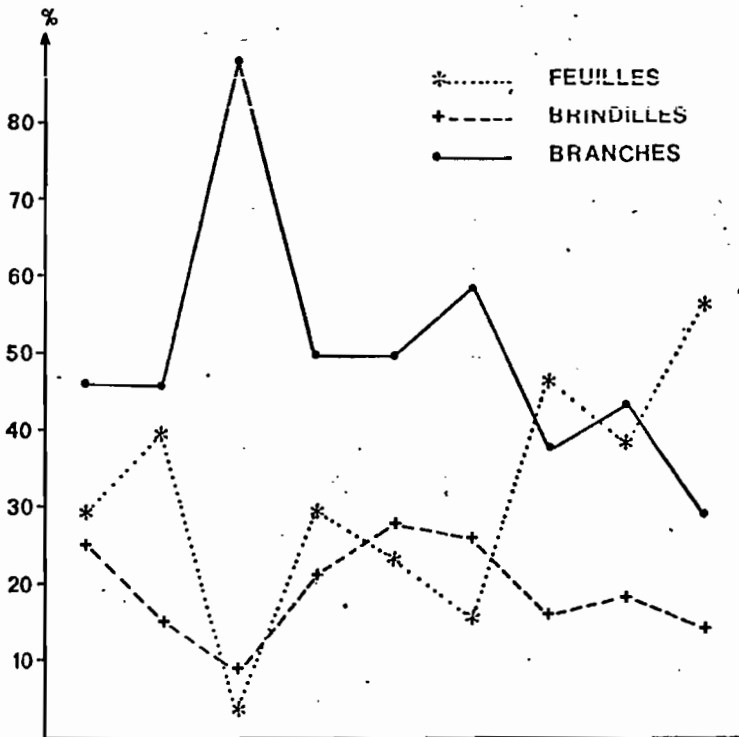
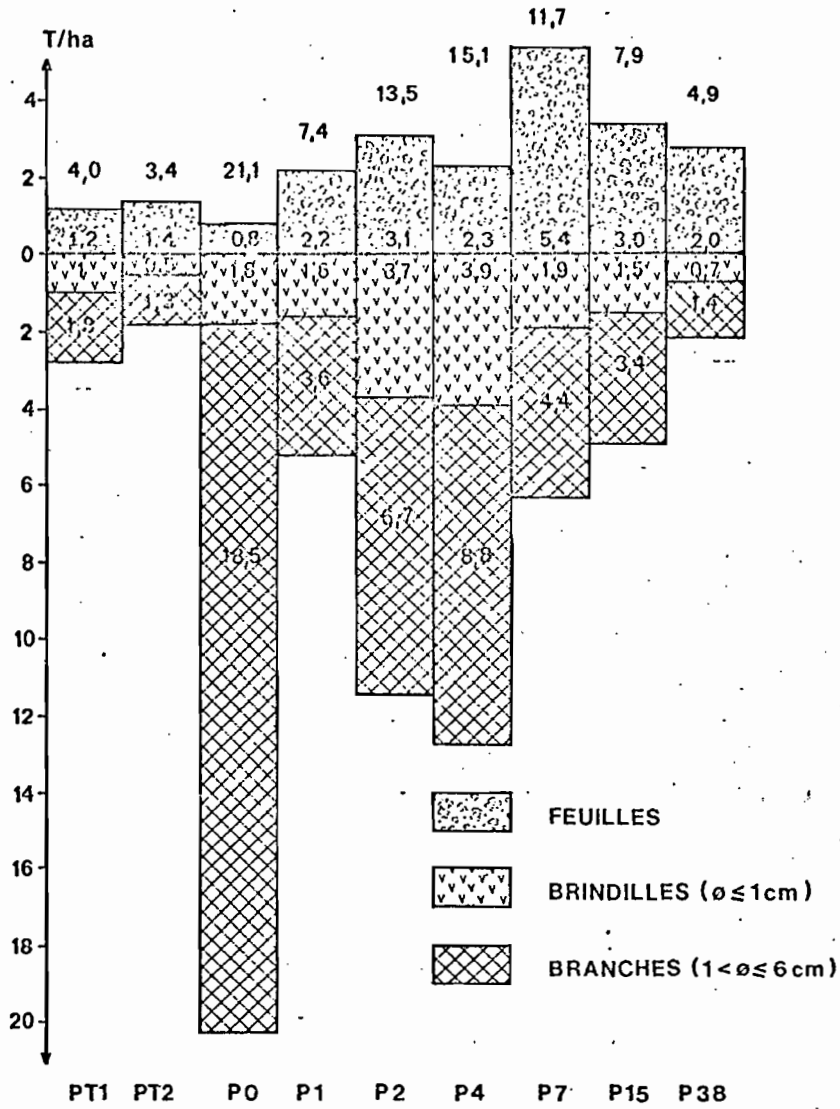
La stimulation de l'activité des vers sous recrû d'un an et dans une moindre mesure sous celui de 7 ans agit sur la morphologie des sols. Elle favorise :

- le développement de la macroporosité des horizons organiques par l'accroissement de la cote de surface en valeur absolue. Les quantités annuelles de rejets produites à la surface du sol passent de 166 T/ha sous recrû d'un an à 90 T/ha sous celui de 7 ans. Elles sont de 39 T/ha sous forêt. Ces productions correspondent respectivement à un dépôt annuel de 12,7 mm, 6,7 mm et 2,8 mm.
- l'infiltration du fait d'un plus grand nombre de pores ouverts à l'air libre ce qui limite le ruissellement.
- l'appauvrissement en fractions fines des horizons organiques. Ces fractions fines sont apportées sélectivement à la surface du sol dans les rejets. Du fait de la destruction des rejets au sol et de la pente, ces fractions sont susceptibles d'être exportées hors du milieu par érosion (par an 70% des rejets produits au sol sont détruits par l'impact des gouttes d'eau sous recrû d'1 an et 86% sous forêt qui assure une moins bonne protection que le jeune recrû de *Macaranga*).

De même, l'activité de fouissage accrue contribue à la dispersion et l'incorporation rapide au sol de la nécromasse et influe ainsi sur la fertilité chimique des sols.



FIGURE IX : BIOMASSE VEGETALE AU SOL (LITIERE)



## EVOLUTION DE LA FERTILITE CHIMIQUE DES SOLS

### 1) Méthode de prélèvement des échantillons

Pour chaque parcelle, des sondages espacés tous les cinq mètres et des prélèvements de terre ont permis d'obtenir sur échantillons composites (0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-90 cm de profondeur). Les rejets biologiques et la litière du sol ont été prélevés aux quatre extrémités de chaque parcelle (au total sur une surface de 16 m<sup>2</sup>). Tous ces prélèvements ont été effectués en pleine saison sèche (janvier 1981).

Après homogénéisation, une fraction de chaque échantillon a été analysée au laboratoire central d'Adiopodoumé. Les résultats d'analyses jointes au texte, sont présentés sous formes graphiques (cf. en annexe les données numériques).

### 2) Litière au sol

Les sols doivent l'essentiel de leur fertilité chimique aux éléments libérés par la décomposition de la matière organique (azote, phosphore et cations minéraux). Sous forêt primaire, la végétation vit en cycle fermé dans la mesure où la matière organique du sol représente les stades les plus évolués de la dégradation de la litière qu'entretient à la surface du sol la chute de débris végétaux ("Turn over" du milieu forestier).

La mise en culture des sols forestiers, puis leur recolonisation par un recrû, perturbent cet écosystème : les apports organiques au sol changent considérablement, le microclimat est modifié.

### 21) Biomasse végétale au sol

Sur chaque parcelle, la litière a été prélevée en pleine saison sèche (juste après le maximum de retombées végétales) puis pesée après dessiccation à l'étuve à 105°C. Dans cette litière, les feuilles ont été séparées du bois mort (brindilles, branches) de diamètre inférieur à 6 cm. Cette biomasse végétale est de ce fait inférieure à la nécromasse puisqu'elle ne prend pas en compte les chablis sous forêt, les troncs et les branches (diamètre supérieur à 6 cm) abattus lors de la défriche et dont certains subsistent sous jeunes recrûs (1, 2 ans).

Les résultats obtenus, rassemblés dans la figure IX, montrent :

- une biomasse végétale au sol de l'ordre de 3,7 T/ha sous forêt primaire dont un tiers de feuilles,
- un maximum de biomasse lors de l'abandon de la culture (21,1 T/ha) constituée essentiellement de branches et de très peu de feuilles ou fanes de riz,
- une décroissance de la biomasse sous recrû d'un an (7,4 T/ha) puis un accroissement devenant maximal sous recrû de 4 ans (15,1 T/ha) pour la biomasse totale et sous recrû de 7 ans pour les feuilles (5,4 T/ha),
- enfin, une décroissance régulière de la biomasse sous des recrûs plus anciens tendant à rejoindre le niveau d'équilibre des références forestières.

Ainsi, par rapport à la forêt primaire, les résidus de végétaux au sol sont toujours plus abondants sous défriche et sous recrûs. Ceci résulte :

FIG: X ANALYSE DES RESIDUS ORGANIQUES AU SOL (LITIERE)

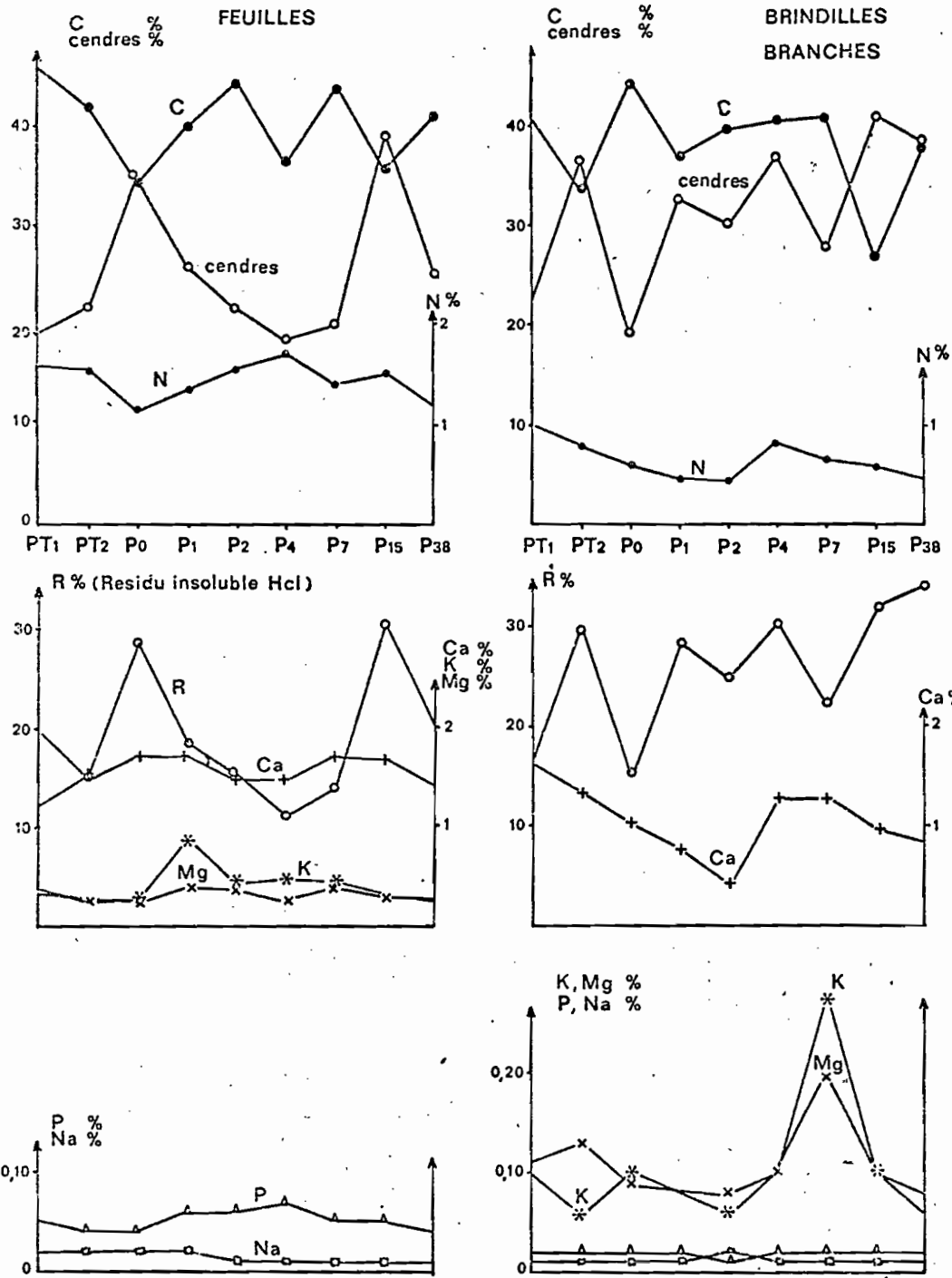
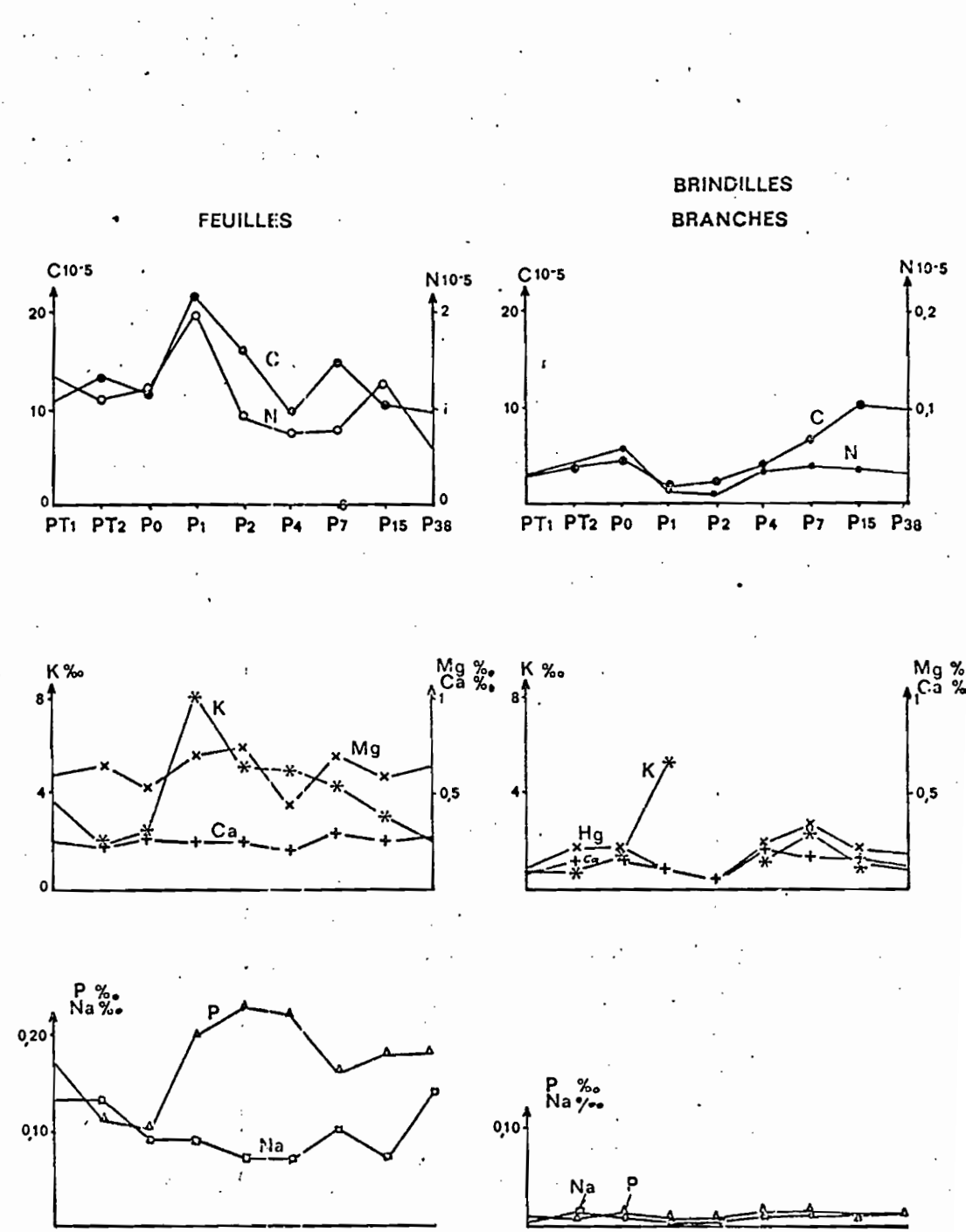


FIG: XII LIXIVIATION DE MATIERE FRAICHE ANALYSE DU LESSIVAT



- d'un premier apport massif et brutal de matière végétale au sol à la suite du défrichement et des brûlis. Cette matière végétale, constituée essentiellement de bois, est encore fraîche lors de l'abandon de la culture. Elle se putréfie ultérieurement sous l'action des micro-organismes. Bien décomposée sous jeunes recrûs (152 ans), elle stimule l'activité de fouissage des vers qui l'incorporent au sol,
- d'un deuxième apport consécutif au dépérissement du peuplement de *Macaranga* s'accompagnant d'un accroissement de la quantité de bois morts sur pied qui atteint dans le recrû de 7 ans 4,6 T/ha (JAFFRE, De NAMUR, 1982). Ce deuxième apport, tout en étant moins important, présente l'avantage de s'opérer graduellement et d'être protégé de l'érosion et de l'appauvrissement par un couvert végétal. A l'inverse du premier, il est constitué de résidus organiques déjà bien décomposés (putréfaction sur pied avant la restitution au sol).

## 22) Carbone et éléments fertilisants de la litière

### 221) Carbone

Les teneurs en carbone de la matière sèche des feuilles (cf figure X) oscillent entre 35 et 45%. Elles sont légèrement plus faibles pour les bois morts du fait d'un accroissement de la teneur en cendres.

Par rapport à la forêt et aux recrûs, une variation du taux de carbone semble significative lors de l'abandon de la culture. Pour les feuilles, une légère diminution de la teneur en carbone coïncide avec un accroissement de la teneur en cendres. L'inverse s'observe pour le bois mort. Ainsi, après la récolte (quasi absence de végétation), la minéralisation serait forte pour les feuilles (changement de microclimat), faible à nulle pour le bois (matière organique fraîche abattue lors de la défriche).

### 222) Eléments fertilisants

L'azote, le phosphore et les cations minéraux (Ca, Mg, K, Na) sont toujours en proportion plus faible dans le bois que dans les feuilles.

Les teneurs en azote de la matière sèche, de l'ordre de 1,5% dans les feuilles diminuent de moitié dans le bois. L'abandon de la culture produit une légère diminution de la teneur en azote qui s'amplifie dans le temps sous jeunes recrûs (1 et 2 ans) seulement pour le bois mort.

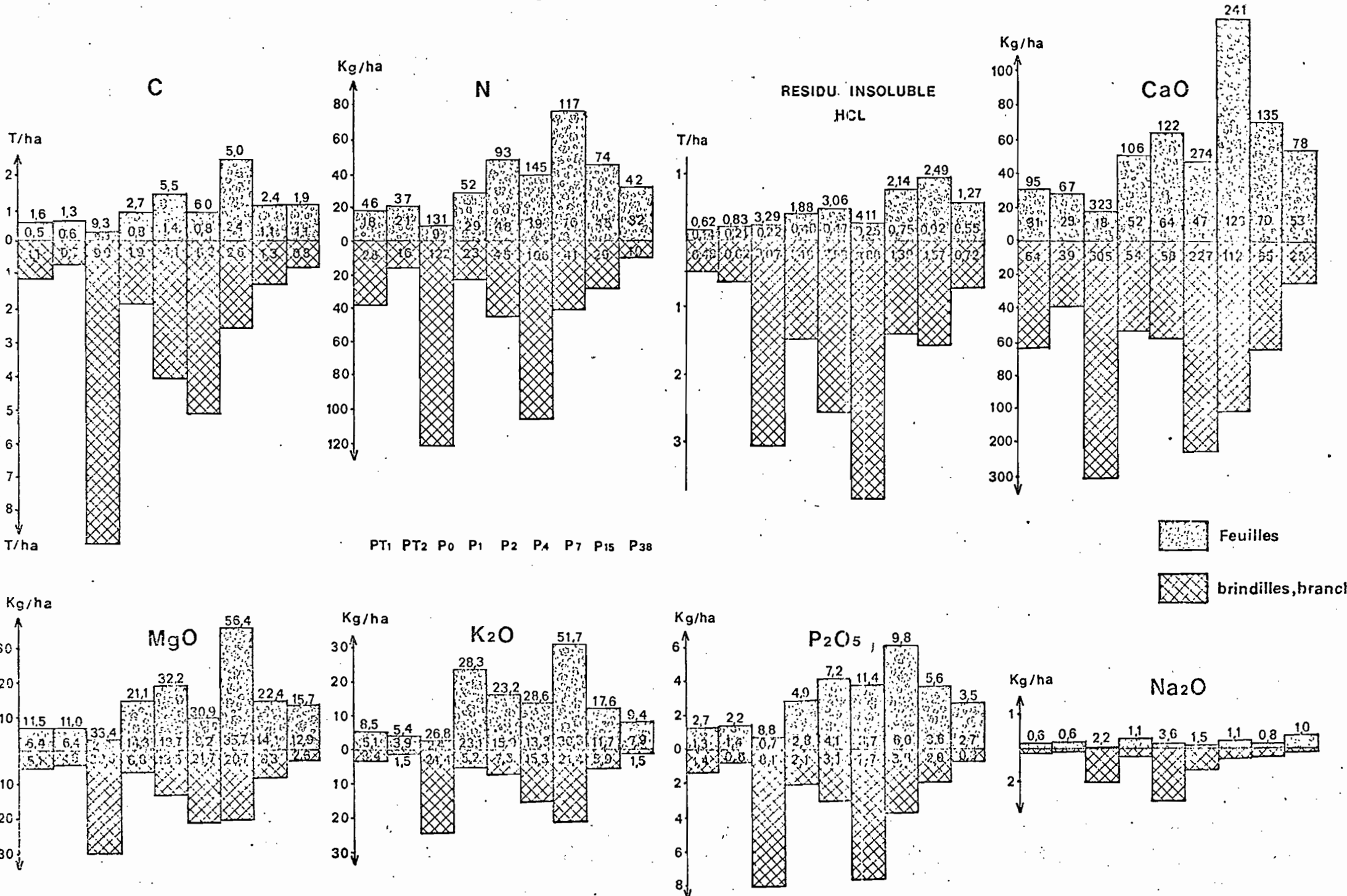
Sur l'ensemble des parcelles, les teneurs en calcium des feuilles sont sensiblement identiques (1,6%). Dans le bois, le calcium présente, d'une parcelle à l'autre, des variations identiques à celles de l'azote.

Les taux de magnésium et de potassium sont très proches l'un de l'autre (0,24-0,48%) et presque constants entre parcelles avec toutefois un accroissement du taux de potassium dans les feuilles sous recrû d'un an, du taux de potassium et de magnésium dans le bois mort du recrû de 7 ans.

Le phosphore et le sodium sont présents en très faible proportion (0,01 à 0,05%). Dans les feuilles, les teneurs en phosphore plus élevées que celles du sodium augmentent légèrement sous jeunes recrûs (1, 2, 4 ans).

Les résultats d'analyse, exprimés en minéralomasse au sol, ont été présentés dans la figure XI.

FIG XI: MINERALOMASSE AU SOL (LITIERE)



### 23) Lixiviation des éléments de la litière

La percolation des eaux de pluie libère une partie des éléments renfermés par la litière. Pour chaque élément et chaque parcelle, cette libération au sol peut être plus ou moins rapide. Elle est estimée par l'analyse d'une solution de lixiviation (eau percolée dans une colonne contenant de la litière broyée, mélangée à du sable).

D'après les résultats d'analyses (cf. figure XII), les teneurs en différents éléments extraits de la litière sont toujours plus faibles dans le bois mort que dans les feuilles. Dans ces dernières, la lixiviation du carbone, de l'azote, du potassium et du phosphore est plus marquée sous recrû d'un an et le reste pour les deux derniers éléments sous recrûs de 2 et 4 ans (jusqu'à 7 ans pour le potassium). Dans le bois mort, l'inverse est observé pour le carbone et l'azote. Ces différences, par rapport à la forêt et aux recrûs plus anciens découlent selon toute probabilité de la spécificité de la litière fournie par les jeunes recrûs. En effet, cette litière est issue essentiellement des retombées végétales du peuplement pionnier de *Macaranga*.

### 3) Matière organique du sol

La matière organique du sol sera étudiée sous un aspect quantitatif (stocks en carbone et azote total, fractions minéralisées ou minéralisables) puis qualitatif (proportion de matière organique légère, de composés humifiés, d'humine).

Nous présenterons d'abord la variation verticale dans le sol du taux de chaque élément de la matière organique sous références forestières (valeur absolue ou relative par rapport à un autre élément). Les variations dans le temps (entre parcelles et par niveaux de profondeur) dues au défrichement puis à la recolonisation du sol par le recrû seront abordées ensuite. Signalons qu'elles n'intègrent pas les variations saisonnières (prélèvements effectués pour toutes les parcelles en pleine saison sèche).

#### 31) Carbone du sol

##### 311) Carbone total

Sous forêt, les teneurs en carbone du sol sont faibles et décroissent rapidement en profondeur (cf. figure XIII). Maximales dans les rejets de surface (28%), elles diminuent de moitié (14%) à 5 cm de profondeur, passent à 8,5% à 15 cm et tendent à se stabiliser à 5,5% en profondeur.

Les variations dans le temps de la teneur en carbone du sol sous l'effet du défrichement puis de la recolonisation par un recrû sont significatives pour les rejets de surface, pour la tranche sol comprise entre 0-10 cm et dans une moindre mesure entre 10-20 cm. Les résultats (cf. figure XIII) montrent :

- Lors de l'abandon de la culture, un accroissement de la teneur en carbone dans les rejets et à l'inverse une diminution plus marquée dans le sol (jusqu'à 20 cm),
- sous jeunes recrûs, des valeurs qui se rapprochent à nouveau de celles observées sous forêt en conséquence d'une diminution de la teneur en carbone dans les rejets et d'un accroissement dans le sol (sur 0-10 cm pour le recrû de 1 an et sur 0-20 cm pour celui de 2 ans),
- sous recrûs de 4 et 7 ans, un net accroissement de la teneur en carbone dans les rejets,

FIG XIII : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL (ASPECT QUANTITATIF)

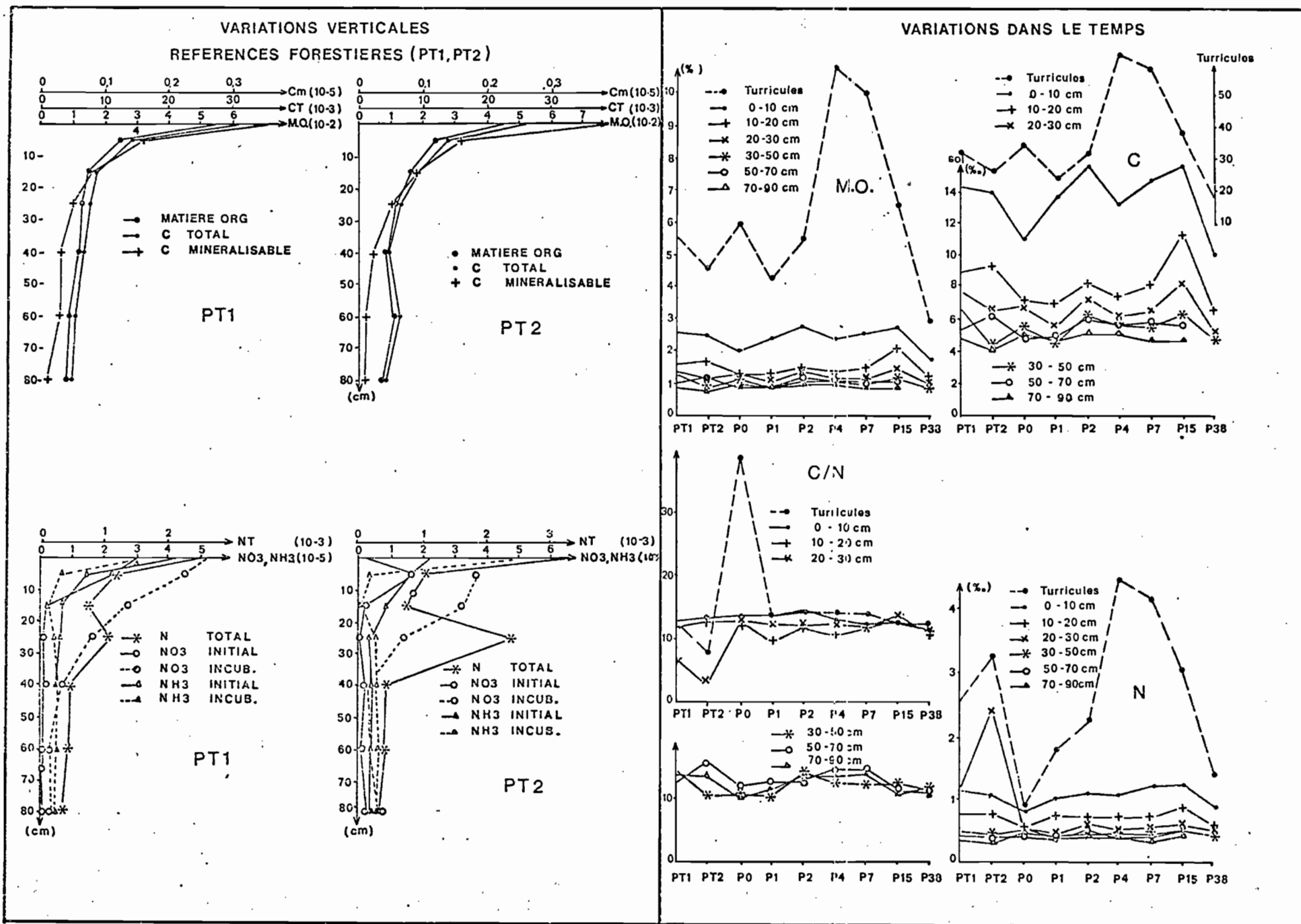
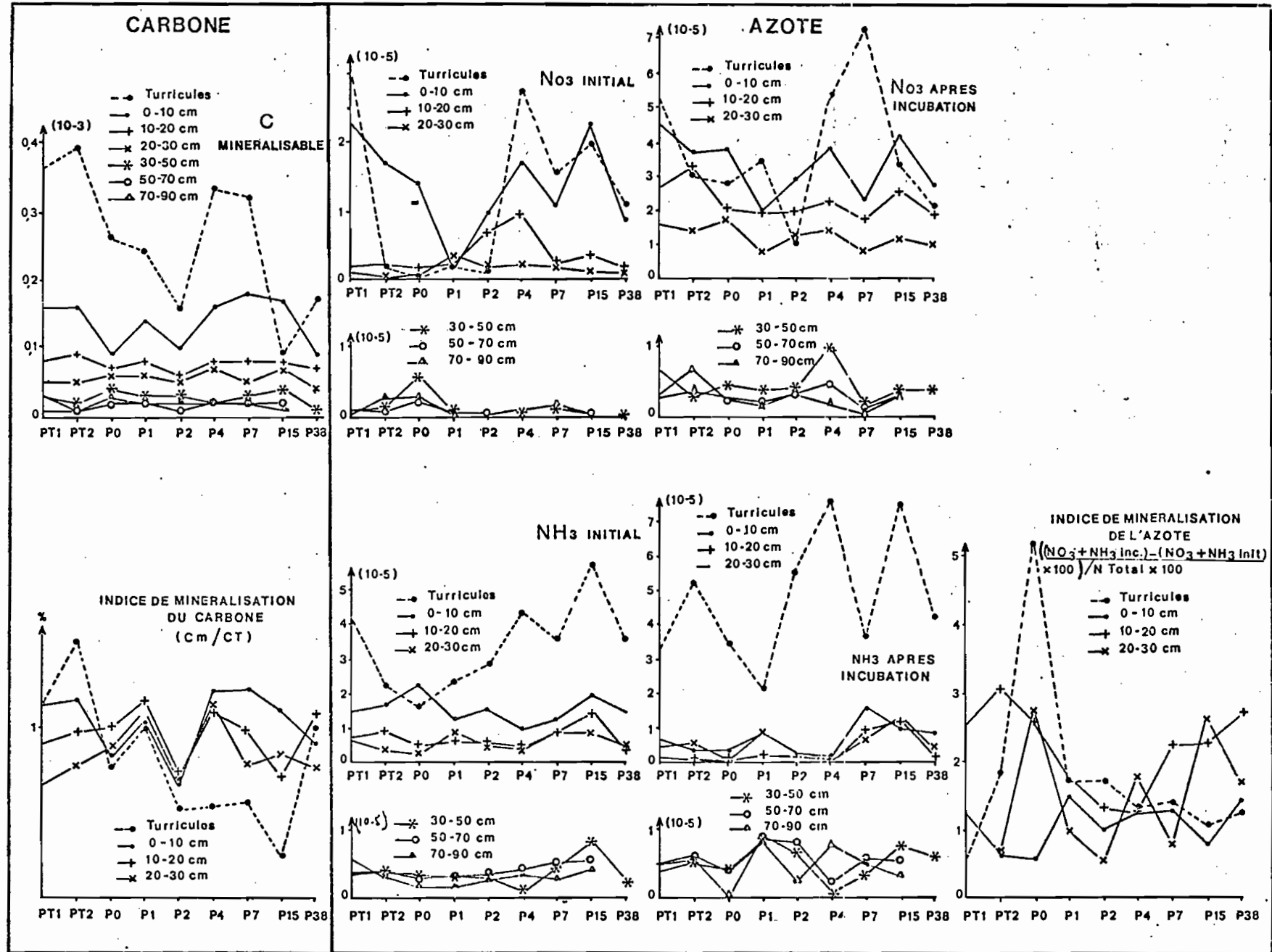


FIG XIV : FRACTIONS MINÉRALES EN C ET N DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL





- sous recrû de 15 ans, des valeurs sensiblement identiques à celles des sols forestiers. Le recrû de 38 ans, dont le type de sol diffère quelque peu de celui qui a été défini, présente des valeurs plus faibles.

Dans les rejets, les valeurs maximales correspondent, dans chaque cas, à un apport de résidus organiques au sol consécutif au défrichement, puis au dépérissement du peuplement de Macaranga.

Dans le sol, la baisse des stocks de carbone après défrichement résulte d'une activation des processus de minéralisation de la matière organique et/ou d'une érosion plus active par disparition du couvert végétal.

### 312) Carbone minéralisable

La fraction minéralisable du carbone total est, par définition, constituée de composés facilement biodégradables. Elle se traduit par une dynamique spécifique dépendant d'un potentiel non moins spécifique de l'activité microbienne du sol.

Afin de comparer des échantillons de sol à teneur en matière organique différente, il est nécessaire d'exprimer cette caractéristique sous forme de rapport ( $C_m/CT$ ), appelé indice de minéralisation du carbone (cf. figure XIV).

Sous forêt, cet indice, de l'ordre de 1,1% dans les rejets et dans la tranche de sol 0-10 cm, décroît en profondeur (0,2% à 80 cm).

Le défrichement produit une baisse de l'indice de minéralisation dans les rejets et sur 0-10 cm de profondeur. Cet indice augmente sous recrû d'un an (cet accroissement affecte alors l'ensemble des horizons humifères soit les 30 premiers centimètres du sol) puis décroît fortement sous recrû de 2 ans. Sous recrûs plus anciens, il devient sensiblement identique dans le sol à celui que l'on obtient sous forêt mais reste inférieur dans les rejets de surface.

Nous déduisons que la microflore de la défriche et du recrû de 2 ans consomme plus de carbone facilement minéralisable qu'elle n'en libère. Ceci se traduit par une baisse relative de cet élément dans le sol. Le raisonnement inverse peut être fait pour le recrû d'un an.

### 313) Activité phosphatasique

L'accumulation d'une enzyme dans le sol (ex: saccharose, phosphatase) peut résulter soit d'un apport important de matière végétale (litière, mécomasse) soit d'une synthèse microbienne plus active que la biodégradation (DOMMERGUE et MANGENOT, 1970).

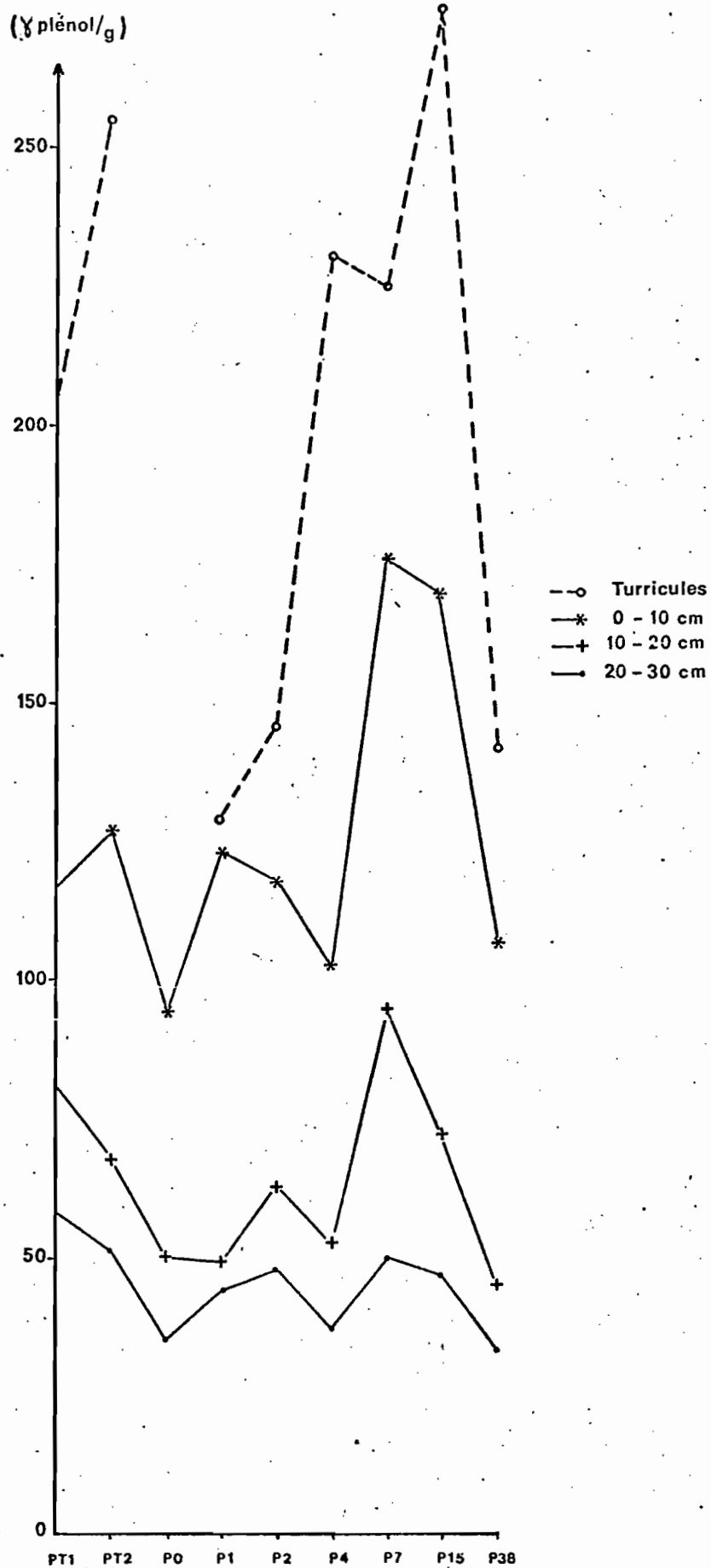
Les résultats de l'activité de la phosphatase (exprimés en  $\gamma$  de phénol pour un gramme de sol, pendant deux heures d'incubation) sont présentés dans la figure XV.

D'après cette figure, l'activité de la phosphatase sous forêt est deux fois plus élevée dans les rejets que sur les 10 premiers centimètres de la surface du sol.

La mise en culture fait diminuer l'activité phosphatasique du sol sur 0-30 cm. La recolonisation du sol par une végétation pionnière produit une augmentation de l'activité phosphatasique du sol sur 0-10 cm sous recrû d'un an puis sur 10-30 cm sous celui de 2 ans.

L'activité phosphatasique des rejets, à son niveau le plus bas sous recrû d'un an (proche de celle du sol sur 0-10 cm), croît ultérieurement.

FIG XV : ACTIVITE PHOSPHATASIQUE



L'accroissement de l'activité phosphatasique des rejets et du sol devient maximal sous recrû de 7 ans et dans certains cas supérieur aux valeurs obtenues sous forêt.

### 314) Discussion

La mise en culture d'un sol forestier entraîne une décroissance du stock de carbone sur 20 cm, une diminution relative du taux de carbone minéralisable et un ralentissement de l'activité biologique du sol. Ainsi, l'activation de la minéralisation de la matière organique, dont le dégagement de CO<sub>2</sub> est l'aspect quantitatif le plus important, serait d'origine non biologique. Le processus résulterait d'une dessiccation poussée du sol qui est exposé directement au rayonnement solaire. A ce processus s'ajouterait une érosion plus active par disparition du couvert végétal.

Sous jeunes recrûs, la reconstitution des stocks de carbone s'accompagne d'un accroissement :

- de l'activité des micro-organismes qui interviennent dans la décomposition de la biomasse végétale abattue lors de la défriche,
- de l'activité de fouissage des vers (cf. p. 19 ) qui incorporent cette nécromasse dans le sol. Le fouissage accrû réduit, en outre, la différence de l'activité phosphatasique respective des rejets et la tranche superficielle du sol (0-10 cm).

Sous recrû d'un an, la dégradation de la matière organique serait plus forte que la consommation de substrat minéralisé par la microflore (accumulation relative du carbone minéralisable dans le sol). Ce processus s'inverserait sous recrû de 2 ans.

Sous recrûs de 4 et 7 ans, les stocks de carbone des rejets de surface deviennent supérieurs à ceux de la forêt alors qu'ils sont sensiblement identiques dans le sol. Cet accroissement résulte d'un deuxième apport de matière végétale (dépérissement du peuplement de *Macaranga*) qui stimule l'activité biologique. Comme pour le recrû de 2 ans, les micro-organismes des rejets consomment plus de carbone facilement minéralisable qu'ils n'en produisent.

## 32) Azote du sol

### 321) Azote total

L'azote total du sol (cf. figure XIII) est essentiellement organique. Sa répartition verticale sous forêt ressemble à celle du carbone total : teneur maximale dans les rejets (2,9%) et sur 0-10 cm (1,1%) diminuant rapidement en profondeur (0,4% au-delà de 30 cm). Toutefois, une accumulation en azote apparaît à 20-30 cm.

Dans les rejets, les teneurs en azote diminuent brutalement à la suite du défrichement puis augmentent progressivement sous les jeunes recrûs. Elles sont maximales sous recrûs de 4 et 7 ans et supérieures aux taux forestiers. Les stocks initiaux de la forêt se retrouvent sous recrû de 15 ans.

Dans le sol, le défrichement produit une légère diminution du taux d'azote sur 0-20 cm de profondeur et la disparition du pic en azote à 20-30 cm (cf. figure XIII). Les taux initiaux observés sous forêt sur 0-20 cm se reconstituent sous jeunes recrûs.

### 322) Rapport C/N

Sous forêt, ce rapport, compris entre 14 et 10, décroît sur 0-30 cm puis augmente légèrement en profondeur.

Par niveau de profondeur et à la suite du défrichement puis de la recolonisation du sol par le recrû, ce rapport reste constant (cf. figure XIII). Carbone et azote total suivent donc les mêmes variations dans le temps.

Il existe deux exceptions :

- les rejets de la défriche où ce rapport est anormalement élevé (34). Cette valeur résulte d'une incorporation à la terre de matière organique fraîche libérée par le brûlis dont le rapport C/N avoisine 70.
- le niveau 20-30 cm. Le défrichement produit la disparition du pic en azote et l'accroissement du rapport C/N qui se stabilise sous les recrûs.

### 323) Azote minéral

La minéralisation des composés azotés de la matière organique libère des éléments en solution ou sous forme gazeuse. Ces éléments sont en partie utilisés par les végétaux et en partie exportés par lixiviation ou par diffusion dans l'atmosphère. La minéralisation de l'azote se fait en deux étapes : production d'azote ammoniacal (ammonification), oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitreux puis nitrique (nitrification).

Inversement, l'azote minéral peut être utilisé par les micro-organismes du sol et transformé en azote organique. Dans le sol, ces deux processus (minéralisation et immobilisation biologique) se déroulent simultanément, l'un d'eux prévalant sur l'autre suivant les conditions du milieu (M. BONNEAU, B. SOUCHIER, 1979).

Dans les sols qui nous concernent, la fraction minérale représente moins de 3,5% de l'azote total. Sous forêt, les taux d'azote ammoniacal (NH<sub>3</sub>) et nitrique (NO<sub>3</sub>) décroissent rapidement sur les 30 premiers centimètres du sol et se stabilisent à de faibles valeurs en profondeur (cette décroissance est plus rapide pour l'azote nitrique). La fraction nitrique est toujours inférieure à la fraction ammoniacale dans les rejets de surface et dans le sol à l'exclusion de la première tranche (0-10 cm) où elle est très voisine ou légèrement supérieure.

#### Azote ammoniacal

Dans les rejets, les teneurs en azote ammoniacal diminuent légèrement après défriche puis augmentent progressivement sous recrûs de moins de 15 ans (légère baisse pour le recrû de 7 ans).

Dans le sol, le phénomène inverse s'observe sur 0-10 cm (cf. figure XIV) : les teneurs maximales après défriche diminuent sous les recrûs de 1,2 et 4 ans puis augmentent à nouveau sous les recrûs plus anciens pour atteindre les valeurs initiales de la forêt.

#### Azote nitrique

Les variations dans le temps du taux d'azote nitrique semblent plus tranchées que celles de l'azote ammoniacal (cf. figure XIV).

Dans les rejets, les taux d'azote nitrique, élevés sous forêt (à l'exclusion de PT2), deviennent très faibles sous défriche et sous jeunes recrûs (1 et 2 ans) puis augmentent brutalement sous les recrûs plus anciens.

Les mêmes variations s'observent dans le sol sur 0-10 cm. Les taux diminuent légèrement sous défriche, brutalement sous recrû d'un an (valeur très faible) et augmentent sous recrûs plus anciens.

(légère diminution sous recrû de 7 ans). Cet accroissement du taux d'azote nitrique dans sa phase initiale (recrûs de 2 et 4 ans) affecte également la tranche de sol 10-20 cm.

### 324) Azote minéralisable

Sous forêt et sur 30 centimètres de profondeur, l'incubation d'un échantillon de sol peu humecté (prélevé en saison sèche) produit un net accroissement du taux d'azote nitrique et inversement une légère diminution du taux d'azote ammoniacal (cf. figure XIII). La minéralisation induite par l'incubation résulte donc d'une nitrification plus active que l'ammonification. Au-delà de 30 cm de profondeur, les deux fractions minérales augmentent simultanément mais leur accroissement devient plus faible.

La fraction minérale produite à la suite de l'incubation (N minéral après incubation moins N minéral initial) rapportée à l'azote total de l'échantillon permet de définir comme pour le carbone un indice de minéralisation de l'azote. Cet indice traduit la richesse du sol en substrats azotés facilement biodégradables.

Dans les rejets, un accroissement brutal de cet indice s'observe lors de l'abandon de la culture (cf. figure XIV). Dans le sol et sur 0-10 cm, l'indice de minéralisation de l'azote et du carbone suivent dans le temps des variations sensiblement identiques.

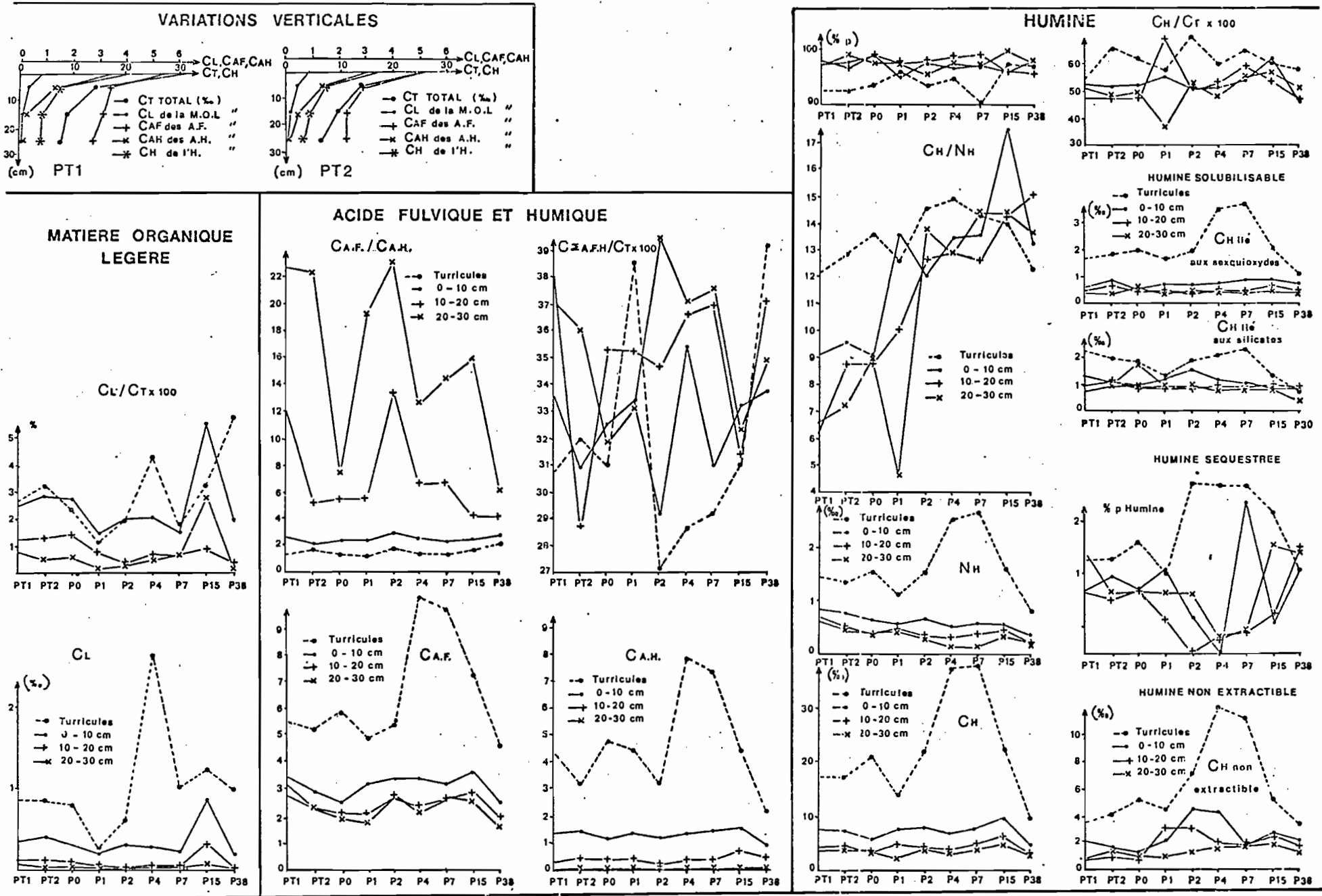
### 325) Discussion

La mise en culture d'un sol forestier a pour conséquence une baisse du stock d'azote sur 0-20 cm, proportionnelle à celle du carbone (rapport C/N constant), une accumulation d'azote ammoniacal et une baisse d'azote nitrique sur 0-10 cm. La libération d'azote ammoniacal, d'origine non biologique, résulterait d'une dessiccation poussée du sol par disparition du couvert forestier (DOMMERS, 1960). Le brûlis sur sol acide serait également favorable à une certaine accumulation d'azote ammoniacal (MOUREAUX et BOQUEL, 1973). La décroissance du taux d'azote nitrique peut s'expliquer par un ralentissement du processus de nitrification mais aussi par une lixiviation plus active de cet élément après défriche et par un prélèvement par la récolte. A ce stade initial de l'évolution, les rejets de surface peu abondants sont enrichis en débris organiques faiblement dégradés (C/N très élevé), en composés azotés facilement biodégradables et appauvris en fractions azotées minéralisées par lixiviation.

Sous recrû d'un an, la reconstitution des stocks d'azote du sol s'accompagne, de 0 à 10 cm, d'un léger accroissement des fractions azotées facilement biodégradables (comme pour le carbone, l'indice de minéralisation de l'azote croît) et d'une chute du taux d'azote minéral, plus brutale pour la forme nitrique que la forme ammoniacale. L'azote minéral du sol serait recyclé par immobilisation biologique ou exporté hors du milieu par lixiviation ou par diffusion dans l'atmosphère.

Sous les recrûs plus anciens, les stocks d'azote restent constants dans le sol mais augmentent, comme pour le carbone, dans les rejets des recrûs de 4 et 7 ans. Nous noterons, également, dans le sol et avec le temps (recrûs de 1, 2 et 4 ans) une activation du processus de nitrification sur 0-20 cm et un ralentissement du processus d'ammonification de 0 à 10 cm. Enfin, sous recrû de 7 ans et sur 0-10 cm, le taux d'azote minéral chute dans les rejets et dans le sol mais dans ce dernier uniquement pour la forme nitrique. Ceci nous permet de rapprocher le recrû de 7 ans de celui d'un an. Ils sont caractérisés tous deux, par une stimulation de l'activité biologique du sol.

FIG XVI : FRACTIONNEMENT DE LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL ( ASPECT QUALITATIF )



### 33) Fractionnement de la matière organique : matière organique légère, composés humiques, humine.

Le fractionnement de la matière organique fut effectué selon la technique de DABIN (1971) pour l'humus, suivie des opérations préconisées par RATSIMBAZAFY (1973) pour l'humine (cf. méthodologie en annexe).

#### 331) Matière organique légère

Sous forêt, le carbone de la matière organique légère représente moins de 3,2% du carbone total (cf. figure XVI). Il est essentiellement situé dans les rejets et les dix premiers centimètres de la surface du sol.

A ces niveaux, deux diminutions en valeur absolue et relative (par rapport au carbone total) du taux de carbone de la matière organique légère apparaissent successivement sous le recrû d'un an puis sous celui de 7 ans.

#### 332) Composés humiques

Sous forêt, le carbone des composés humiques (AF + AH) représente 30 à 35% du carbone total. Les acides fulviques (AF) sont toujours plus abondants que les acides humiques (AH). La décroissance des taux dans le profil est plus rapide pour les seconds que pour les premiers si bien que le rapport CAF/CAH croît avec la profondeur de 1 à 23 (cf. figure XVI).

Dans le temps et par niveau de profondeur, le taux de carbone des acides fulviques suit les mêmes variations que celui des acides humiques surtout pour les rejets et sur 0-10 cm, zones où les variations sont les plus marquées. Cette corrélation se traduit par un rapport CAF/CAH pratiquement constant à l'exclusion du recrû de 2 ans où il augmente légèrement (plus fortement en profondeur) du fait d'une diminution du taux d'acides humiques (cf. figure XVI).

Le défrichage produit un accroissement du taux de composés humiques dans les rejets et inversement une légère diminution dans le sol. Ces variations significatives en valeur absolue ne le sont plus en valeur relative par rapport au carbone total (variation du rapport C<sub>CAFH</sub>/CT non significative).

Sous jeunes recrûs, les taux initiaux de la forêt se reconstituent. Toutefois, dans les rejets et sur 0-10 cm, la proportion de composés humiques par rapport à la matière organique totale (estimée par C<sub>CAFH</sub>/CT) croît sous recrû d'un an et inversement décroît fortement sous recrû de 2 ans (rapport, entre autres, inférieur à celui de la forêt).

Enfin, les rejets des recrûs de 4 et 7 ans présentent des teneurs en composés humiques très élevées et supérieures à celles de la forêt. La proportion de ces composés par rapport à la matière organique totale augmente avec l'âge du recrû de telle sorte que les valeurs et les proportions (rejets et sol) sous recrû de 15 ans sont sensiblement identiques à celles de la forêt.

#### 333) L'humine

La fraction inextractible de la matière organique, l'humine, est très hétérogène quant à son origine et à sa structure. Son insolubilisation au contact du fer et des silicates (stabilisateurs) peut être très précoce ou tardive à la suite d'une polycondensation des acides humiques (humine séquestrée).

Sous forêt, le carbone de l'humine représente près de 50% du carbone total dans le sol sur 0-30 cm et près de 60% dans les rejets (cf. figure XVI). Cette fraction de la matière organique comprend, en proportions décroissantes, l'humine non extractible, l'humine liée aux silicates puis aux sesquioxydes, l'humine sequestrée.

Par rapport à la forêt, nous constatons (cf. figure XVI) :

- juste après l'abandon de la culture, des variations du taux de carbone de l'humine (accroissement dans les rejets, diminution dans le sol sur 0-20 cm) significatives en valeurs absolues mais non en valeurs relatives par rapport au carbone total (la structure biochimique de l'humine reste donc inchangée).

- sous recrû d'un an, des variations inverses des précédentes, significatives en valeurs absolues et relatives (les proportions relatives d'humine sur 0-20 cm sont, entre autres, légèrement supérieures à celles que l'on obtient sous forêt).

- sous recrûs de 1,2 et 4 ans et dans le sol sur 0-20 cm, un accroissement absolu du taux de carbone non extractible et, inversement, une diminution du taux de carbone séquestré. Sous ces recrûs, l'humine solubilisable reste en proportion constante, à l'exception d'une légère augmentation du carbone lié aux silicates sur 0-10 cm sous recrû de 2 ans.

- sous recrûs de 4 et 7 ans dans les rejets, un accroissement absolu du taux de carbone de l'humine concernant essentiellement le carbone de l'humine non extractible.

Par niveau de profondeur et d'une parcelle à l'autre, le carbone de l'humine suit des variations identiques à celles des acides fulviques pour le sol et les rejets. Il en est de même pour l'azote de l'humine dans les rejets mais non dans le sol sur 0-30 cm. Dans ce dernier cas, la diminution progressive du taux d'azote après défriche puis avec l'âge du recrû entraîne un accroissement du rapport C/N de l'humine (plus marqué entre la défriche et le recrû d'un an) qui devient supérieur à celui des rejets (l'inverse s'observe sous forêt).

#### 34) Conclusion : Evolution de la matière organique

Les sols forestiers de mi-versant de la région de Tai ont des taux de matière organique relativement faibles concentrés dans les 20 premiers centimètres de la surface du sol (décroissance très rapide du taux de matière organique en fonction de la profondeur).

Le défrichement puis la mise en culture de ces sols entraînent une baisse du stock de carbone et d'azote de la matière organique sur 0-20 cm (environ 5 T/ha pour le carbone et 2 T/ha pour l'azote). Ces pertes sont indirectement liées à la disparition du couvert forestier et à l'exposition directe du sol au rayonnement solaire. Le dessèchement et l'élévation de température au sol qui s'en suivent ralentissent l'activité biologique du sol et activent le processus de minéralisation de la matière organique (non biologique). Cette minéralisation accrue affecte tous les composés de la matière organique. Elle fait diminuer les taux de carbone et d'azote (éléments totaux et fractions facilement biodégradables) et favorise le processus d'ammonification de l'azote (hausse relative d'azote ammoniacal, par rapport à l'azote minéral). A ces processus peuvent s'ajouter une érosion plus active sur sol nu et pour l'azote un prélèvement par la récolte. La biomasse végétale abattue lors du défrichement est encore fraîche lors de la récolte. Elle n'intervient pas à ce stade de l'évolution si ce n'est très localement dans les rejets biologiques (incorporation de débris organiques peu transformés à rapport C/N très élevé).



L'abandon de la culture puis la recolonisation du sol par un jeune recrû de *Macaranga* de 1 à 2 ans s'accompagnent d'une reconstitution progressive des stocks initiaux de carbone et d'azote que l'on note sous forêt (les stocks de carbone se reconstituent sur 0-10 cm sous recrû d'un an puis sur 10-20 cm sous celui de 2 ans). La reconstitution de ces stocks résulte d'un accroissement de l'activité des microorganismes qui interviennent dans la putréfaction de la biomasse végétale au sol (abattue lors de la défriche) et d'une stimulation de l'activité de fouissage des vers qui incorpore cette nécromasse dans le sol. En participant à la restitution de la nécromasse au sol, ces organismes modifient également la structure biochimique globale de la matière organique. Sous recrû d'un an, dans les rejets et sur 0-10 cm, la proportion de composés humiques par rapport à la matière organique totale augmente et le taux d'azote minéral chute brutalement. Ainsi la dégradation puis l'incorporation de la nécromasse au sol s'accompagnent probablement d'une libération de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (les microorganismes produisent plus de carbone facilement minéralisable par biodégradation qu'ils n'en consomment) et d'un recyclage de l'azote minéral par immobilisation biologique. Inversement, sous recrû de 2 ans, la proportion des composés humiques (rejets et sol sur 0-10 cm) par rapport à la matière organique totale chute brutalement. Cette baisse relative traduit une minéralisation accrue de ces composés, principalement des acides humiques (diminution relative de cet élément dans le sol). Du fait d'une incorporation plus limitée de la nécromasse au sol, les microorganismes, dont l'activité est accrue, consomment plus de carbone minéralisable qu'ils n'en produisent par biodégradation. Enfin, dans ces recrûs, le rapport C/N de l'humine du sol augmente brutalement et la proportion d'humine non extractible s'accroît sur 0-20 cm. L'humine serait de ce fait globalement moins évoluée que celle de la forêt.

Sous recrûs de 4 et 7 ans, les stocks en carbone et en azote des rejets de surface deviennent supérieurs à ceux de la forêt alors qu'ils sont sensiblement identiques dans le sol. Cet enrichissement résulte d'un deuxième apport de matière végétale au sol consécutif au dépérissement du peuplement de *Macaranga* (maximal sous recrû de 7 ans). Cet apport stimule à nouveau l'activité biologique du sol. Dans les rejets et au fur et à mesure du vieillissement du recrû, nous constatons un accroissement relatif (par rapport à la matière organique totale) des composés humifiés et une accumulation progressive d'azote minéral (recrû de 7 ans excepté). Il y aurait à la fois une humification et une minéralisation des produits azotés. Le dernier processus serait plus limité sous le recrû de 7 ans par immobilisation biologique de l'azote.

Les stocks initiaux de la forêt (rejets et sol) se retrouvent pratiquement sous le recrû de 15 ans. Toutefois dans ce dernier, l'humine dans le sol conserve toujours un rapport C/N supérieur à celui que l'on note sous forêt. La fraction inextractible de la matière organique, l'humine, évoluerait donc d'une façon beaucoup plus lente.

#### 4) Le phosphore

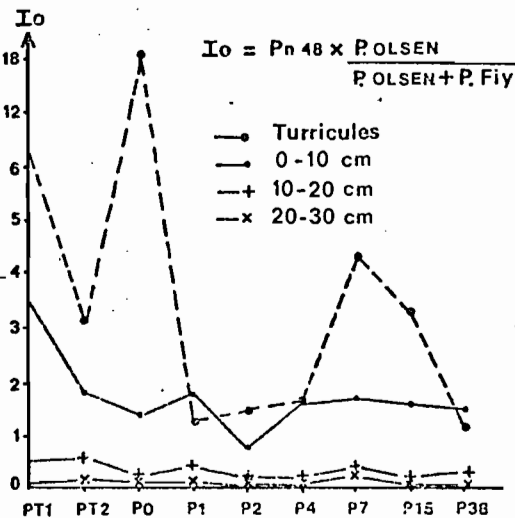
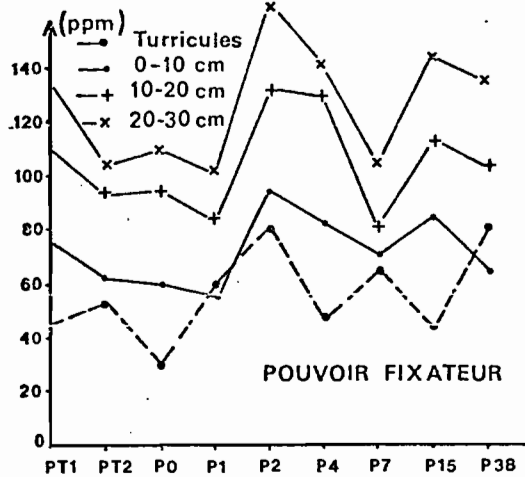
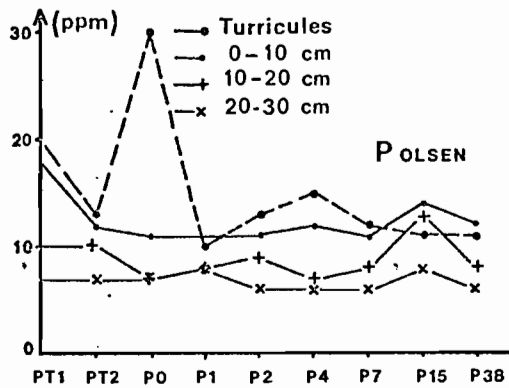
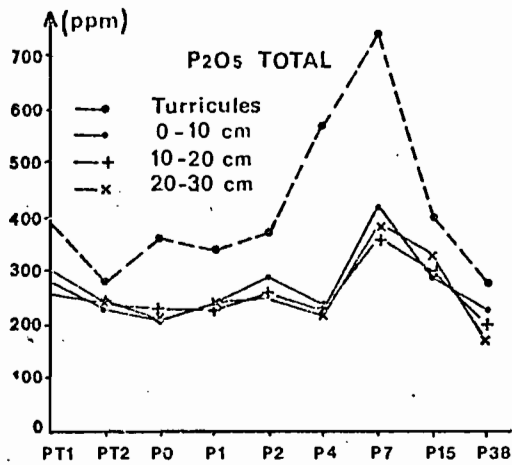
Les analyses du phosphore dans le sol furent réalisées (phosphore total excepté) dans les laboratoires du GERDAT à Montpellier<sup>(1)</sup>.

Elles comprennent :

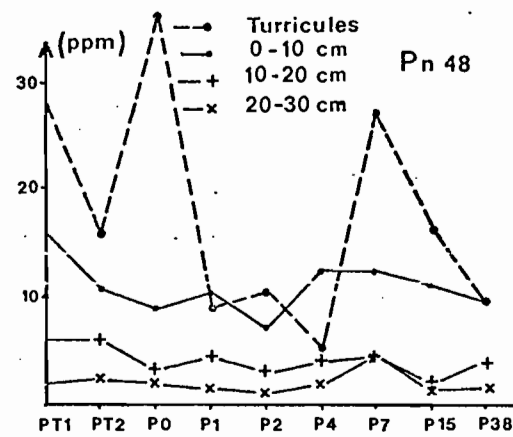
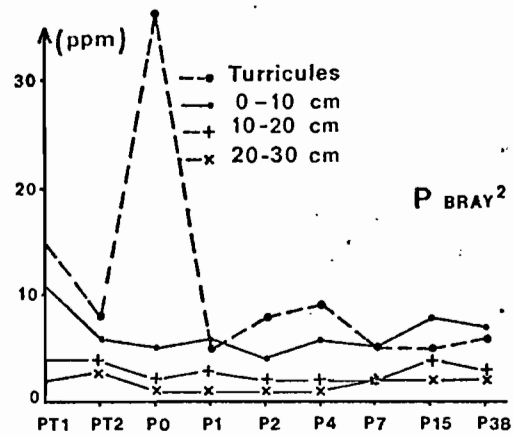
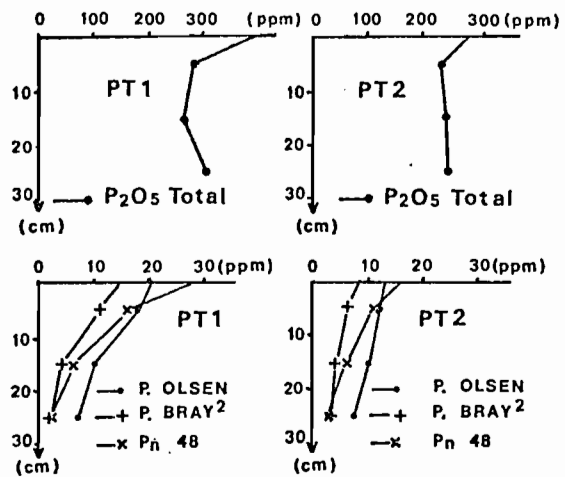
- pour le facteur quantité
  - le phosphore total par attaque perchlorique
  - le phosphore assimilable par la méthode Bray NO<sub>2</sub> et Olsen modifié Dabin.

(1) Nous remercions Mr. P. ROCHE qui s'est chargé de la réalisation de ces analyses

VARIATIONS DANS LE TEMPS



VARIATIONS VERTICALES



- pour le facteur capacité
  - le pouvoir fixateur du phosphore selon GACHON, 1966
- pour le facteur vitesse
  - le phosphore désorbé en 48 heures (Pn 48) par l'utilisation d'une résine échangeuse d'anions selon la méthode IMPHOS mise au point par BABRE et al., 1980.

Sous forêt, les analyses du facteur quantité donnent des valeurs relativement élevées (cf. figure XVII). Le phosphore total, pratiquement constant sur 0-30 cm (230 à 300 ppm), est légèrement plus élevé dans les rejets. Les valeurs du phosphore Olsen, supérieures à 12 ppm dans les rejets et sur 0-10 cm, sont comprises entre 10 et 7 ppm sur 10-30 cm. Celles du phosphore BRAY N° 2, légèrement plus faibles, suivent les mêmes variations. Du fait d'un appauvrissement en argile du sol, le pouvoir fixateur à l'égard du phosphore est faible. Il augmente avec la profondeur (50 ppm dans les rejets 120 ppm sur 20-30 cm). Le phosphore désorbé en 48 h atteint 16 à 28 ppm dans les rejets puis décroît rapidement dans le sol (de 14 ppm sur 0-10 cm à 2 ppm sur 20-30 cm). Ces sols forestiers de mi-versant ont donc des facteurs quantités et intensités appréciables mais aussi un facteur capacité faible. L'indice  $I_0$ <sup>(1)</sup> qui associe l'ensemble de ces facteurs est élevé dans les rejets (8,62 ; 3,15) et sur 0-10 cm (3,44 ; 1,78) puis très bas sur 10-20 cm (0,50) et sur 20-30 cm (0,10).

Par niveau de profondeur, les variations entre parcelles des différentes formes du phosphore sont peu nombreuses. Les plus significatives correspondent à un accroissement :

- du taux de phosphore assimilable (Olsen et Bray n° 2) des rejets du sol récemment défriché,
- du taux de phosphore désorbé en 48 h des rejets de la défriche et du recrû de 7 ans,
- de la teneur en phosphore total sous recrû de 7 ans (rejet et sol sur 0-30 cm).

Sous défriche, la cause de l'accroissement du phosphore assimilable et du phosphore désorbé en 48 h dans les rejets est à rechercher dans l'incorporation à la terre de résidus végétaux partiellement brûlés (liaison étroite du phosphore à la matière organique).

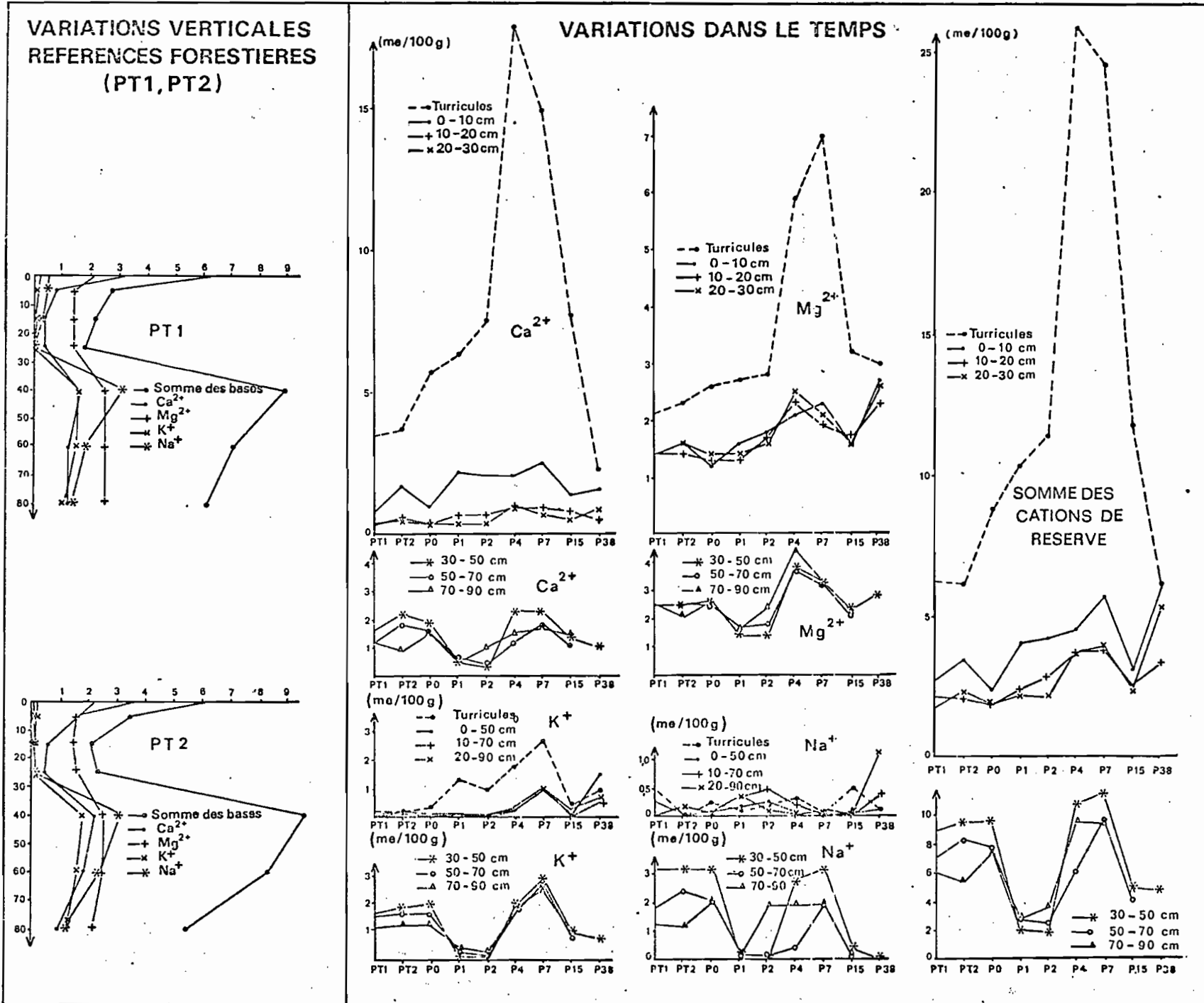
Sous recrû de 7 ans, l'accroissement des stocks en phosphore des rejets et du sol s'accompagne d'une augmentation du taux de phosphore désorbé en 48 h. uniquement dans les rejets. Notons également que cet accroissement des stocks en phosphore est relié à un enrichissement relatif en matière organique dans les rejets mais non dans le sol. Dans ce dernier cas, on ne peut écarter la possibilité de l'influence d'une variation de la composition chimique de la roche mère sous-jacente (micaschiste).

## 5) Cations minéraux

Le dosage des cations minéraux a été réalisé par absorption atomique pour Ca, Mg et par photométrie de flamme pour K, Na. La détermination des cations de réserve nécessite en attaque préalable fluo-perchlorique.

(1)  $I_0 = Pm_{48} \times \frac{P_{Olsen-Dabin}}{P_{Olsen-Dabin} + P_{Fix}}$

FIG XVII : CATIONS DE RESERVE



51) Cations de réserve

Sous forêt la somme des cations de réserve est deux fois plus élevée dans les rejets de surface que dans le sol sur 0-10 cm (3 me). Cet accroissement du taux de cations dans les rejets ne concerne que le calcium et dans une moindre mesure le magnésium. Il résulte d'une mobilisation puis d'une restitution au sol de ces éléments par les lombrics cristaux de calcite excrétés par les glandes de Morren). Verticalement dans le sol (cf. figure XVII), la somme des cations de réserve diminue légèrement dans les horizons humifères (de 3 à 2 me sur 0-30 cm) puis augmente brutalement dans les horizons minéraux (6 à 9 ml au delà de 30 cm). Nous en déduisons que les minéraux primaires probablement absents ou peu abondants dans les horizons humifères augmentent en proportion dans les horizons sous-jacents (l'attaque fluo-perchlorique libère les cations inclus dans la structure cristalline des minéraux primaires ; outre les quartz, ces minéraux sont constitués, d'après l'analyse Rx, d'illites et de muscovite).

Les variations entre parcelles et par niveau de profondeur sont dues (cf. figure XVII) :

- à une hétérogénéité relative du sol
- au défrichement puis à la recolonisation du sol par un recrû.

Dans le premier cas, les variations (du taux de l'ensemble des cations, ou de chaque cation) sont tranchées en profondeur (sur 30-90 cm) et peuvent, tout en s'atténuant, se répercuter dans les horizons humifères. Ainsi, le taux de cations des sols des recrûs de 1, 2, 15, 38 ans sont plus faibles sur 30-90 cm de profondeur que ceux que l'on obtient dans les autres parcelles. A profondeur équivalente, la diminution de ce taux traduit une moindre abondance de minéraux primaires dans le sol. Cette hétérogénéité, induite par la roche mère, est d'ordre stationnel (les parcelles P1 et P2, très proches l'une de l'autre, ont pratiquement le même taux de cations en profondeur).

Dans le deuxième cas, les variations dans le temps, relatives au défrichement puis à la recolonisation du sol par le recrû, sont marquées dans les rejets de surface et dans la tranche de sol 0-10 cm. Elles concernent le calcium, le magnésium et le potassium.

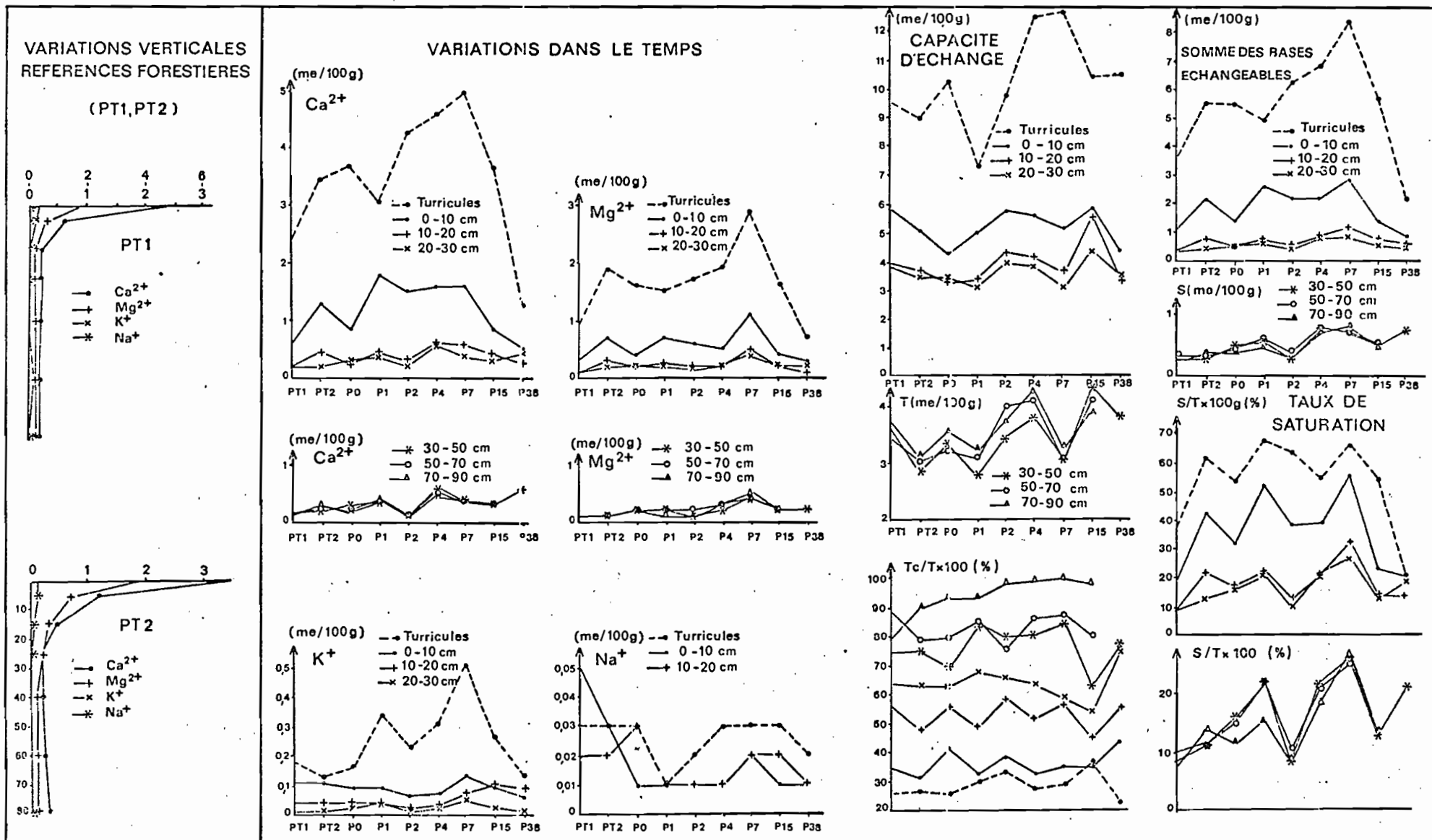
Dans les rejets, le taux de cations augmente progressivement après défriche et sous jeunes recrûs puis brutalement sous ceux de 4 et 7 ans (25 me). Le niveau initial des sols forestiers se trouve sous recrû de 38 ans.

Dans le sol, ce taux décroît légèrement après le défrichement puis devient supérieur aux taux forestiers sous recrû de moins de 15 ans. Un accroissement plus marqué apparaît sous recrû d'un an pour le potassium et sous celui de 7 ans pour l'ensemble des cations (Na excepté).

Ainsi, le défrichement puis la mise en culture du sol produit une légère baisse des stocks des cations de réserve (Ca, Mg, K) sur 0-10 cm. L'enrichissement en cations des rejets de surface est dû à l'incorporation à la terre de débris végétaux non décomposés et partiellement carbonisés (brûlis).

Sous des recrûs de moins de 15 ans, les stocks deviennent supérieurs à ceux de la forêt dans les rejets et dans le sol sur 0-10 cm. Cet enrichissement est plus rapide sous recrû d'un an puis sous celui de 7 ans. Il résulte dans les deux cas d'une incorporation au sol et par la faune de débris végétaux bien décomposés (nécromasse issue de la défriche puis du dépérissement du peuplement de *Macaranga*).

FIG XIX BASES ECHANGEABLES (COMPLEXE ABSORBANT)



52) Complexe absorbant521) Capacité d'échange

Sous forêt, la décroissance de la capacité d'échange (T) est rapide avec la profondeur (cf. figure XIX). Les teneurs, maximales dans les rejets (9 me), passent à 5,5 me sur 0-10 cm puis se stabilise entre 3 et 4 me au-delà de 20 cm de profondeur. La proportion de cette capacité correspondant aux sites d'échange des minéraux argileux (argile kaolinitique d'après l'analyse Rx) est estimée par le rapport  $T_c/T \times 100$  (rapport de la capacité d'échange après et avant calcination à 350°C). Ce rapport, proche dans les rejets (26%) et dans le sol sur 0-10 cm (33%), croît rapidement de haut en bas dans les horizons humifères (54% sur 10-20 cm, 63% sur 20-30 cm) puis plus lentement dans les horizons minéraux (75 à 90% au-delà de 30 cm de profondeur). L'accroissement de ce rapport avec la profondeur résulte d'une diminution du taux de matière organique et d'une augmentation de la fraction argileuse.

Par rapport aux sols forestiers, le défrichement produit un accroissement de la capacité d'échange dans les rejets et une légère diminution dans le sol sur 0-10 cm. Sous les recrûs de 4 et 7 ans, nous constatons un net accroissement de la capacité d'échange dans les rejets. Ces variations sont identiques à celles que l'on note pour la matière organique. Par ailleurs, la fraction de la capacité correspondant aux sites d'échange des minéraux argileux est pratiquement constante par niveau de profondeur entre parcelles. Les variations dans le temps de la capacité d'échange sont donc bien corrélées aux variations de stock de la matière organique.

522) Somme des bases échangeables (Ca, Mg, K, Na)

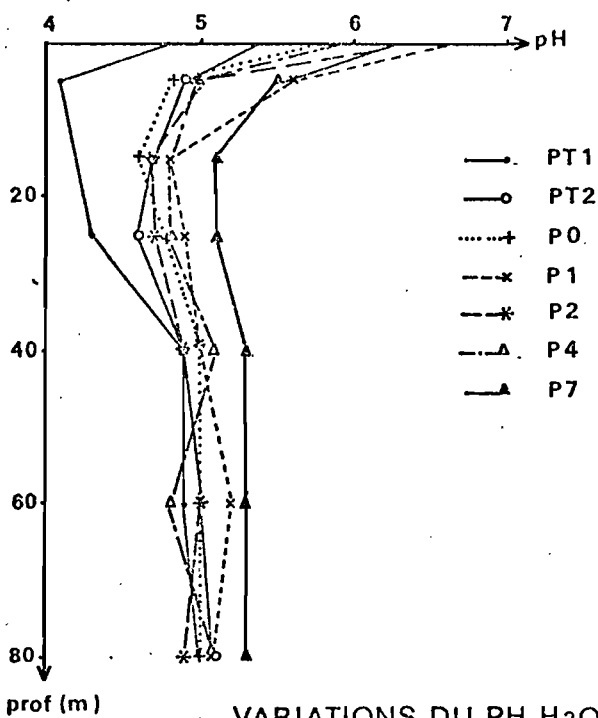
Sous forêt, le taux des bases échangeables, relativement élevé dans les rejets (4,5 me) et dans les 10 premiers centimètres de la surface du sol (1,6 me), devient très faible (0,5 me) et presque constant au-delà de 20 cm de profondeur (cf. figure XIX). Les éléments minéraux disponibles pour les végétaux sont de ce fait concentrés dans la partie superficielle du sol. Ils comprennent 61% de calcium, 32% de magnésium, 6% de potassium et 1% de sodium.

Les variations dans le temps ne concernent que la partie superficielle du sol la plus enrichie (cf. figure XIX). Le défrichement produit une légère baisse du taux de bases échangeables sur 0-10 cm. Sous recrûs de 1 et de 7 ans, ce taux devient supérieur à ceux obtenus dans les sols forestiers. Cet enrichissement affecte également les rejets du recrû de 7 ans mais non ceux du recrû d'un an.

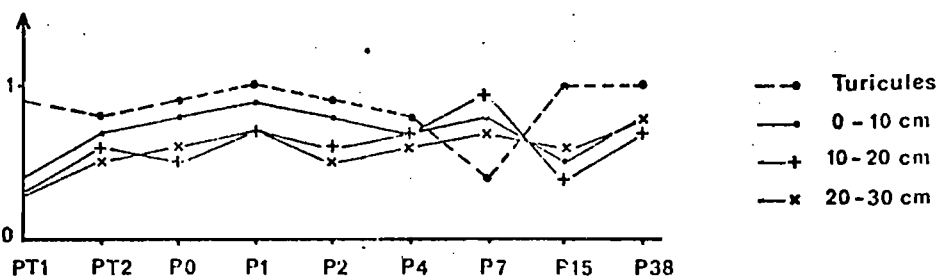
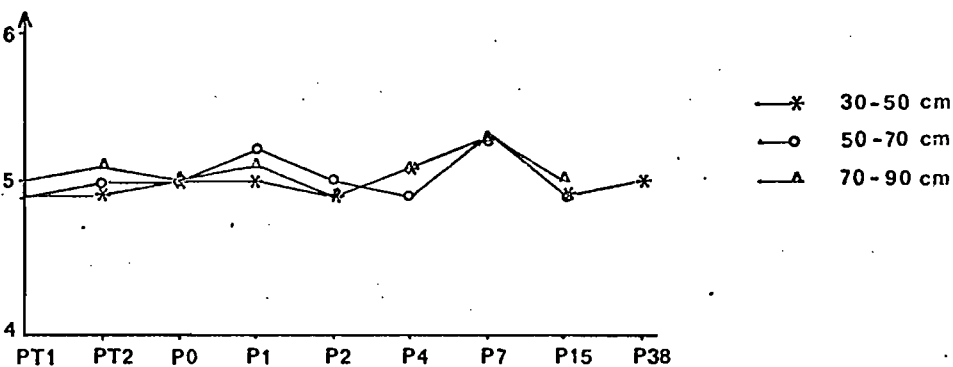
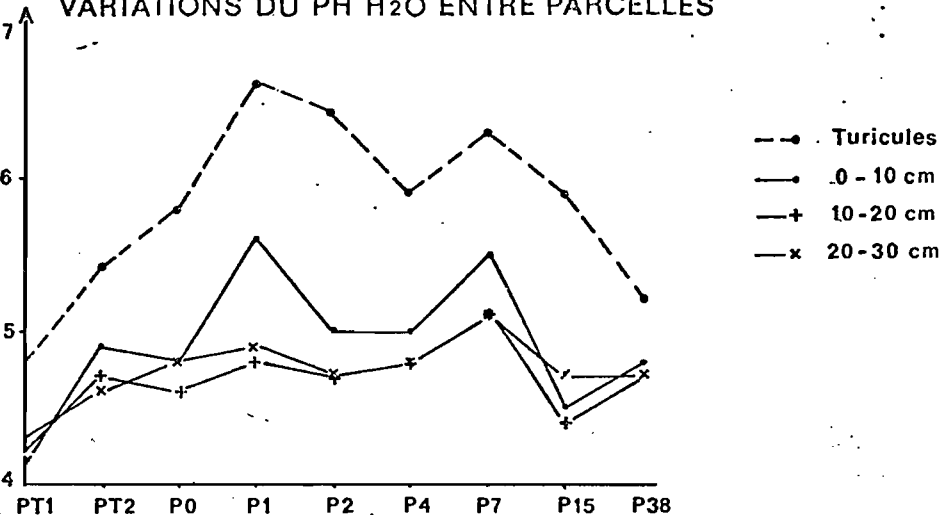
Si nous étudions séparément les variations dans le temps de chaque cation du complexe absorbant, nous constatons :

- pour le calcium dans les rejets et sur 0-10 cm, des taux supérieurs aux taux forestiers sous recrûs de moins de 15 ans à l'exception des rejets du recrû d'un an,
- pour le magnésium, un net enrichissement sous recrû de 7 ans dans les rejets et dans le sol sur 0-10 cm,
- pour le potassium un enrichissement significatif dans les rejets mais non dans le sol. L'enrichissement en potassium des rejets est plus important sous recrû d'un an puis sous celui de 7 ans,
- aucune variation significative du taux de sodium, élément présent en très faible quantité dans le sol.

VARIATIONS VERTICALES DU PH H<sub>2</sub>O PAR PARCELLE



VARIATIONS DU PH H<sub>2</sub>O ENTRE PARCELLES





Ainsi dans la partie supérieure du sol, les variations dans le temps du taux de bases échangeables suivent approximativement celles des cations de réserve.

Nous retiendrons en particulier, un enrichissement des stocks des cations de réserve et des formes échangeables sous recrû d'un an puis sous celui de 7 ans.

#### 523) Taux de saturation

Sous forêt, le taux de saturation du complexe absorbant ( $S/T \times 100$ ), élevé dans les rejets (50%) et sur 0-10 cm (30%), décroît rapidement et atteint des valeurs très faibles (10%) au-delà de 30 cm de profondeur.

Dans le temps, le taux de saturation dans le sol sur 0-10 cm et de façon moins marquée dans les rejets augmente sous recrû d'un an puis sous celui de 7 ans.

#### 524) Relation entre le pH du sol et le taux de saturation

Le pH  $H_2O$  des sols forestiers est faible (valeur minimale 4,1, maximale 5,4). Plus élevé dans les rejets, il décroît puis s'accroît à nouveau dans le sol (cf. figure XX). A partir de 40 cm de profondeur, il devient pratiquement constant (4,9 à 5,1). L'écart entre le pH  $H_2O$  et le pH KCl proche de l'unité dans les rejets décroît dans le sol et avec la profondeur.

Sous recrûs, les valeurs du pH  $H_2O$  tendent à être légèrement plus élevées surtout dans les rejets et sur 0-10 cm. A ces niveaux, les variations dans le temps du pH  $H_2O$  dues au défrichement puis à la recolonisation du sol par un recrû sont étroitement corrélées à celles du taux de saturation du complexe absorbant. Comme pour ce dernier, nous noterons en particulier une nette élévation du pH  $H_2O$  dans les rejets (6,6 ; 6,3) et dans le sol sur 0-10 cm (5,6 ; 5,5) des recrûs de 1 et 7 ans.

#### 53) Conclusion: évolution de la fertilité minérale en calcium, magnésium, potassium

La fertilité minérale en calcium, magnésium, potassium des sols forestiers de mi-versant de la région de Tai est concentrée dans les dix premiers centimètres de la surface du sol.

A ce niveau, le défrichement puis la recolonisation du sol par un recrû modifie cette fertilité. Dans le cadre des variations observées, nous constatons des corrélations significatives entre :

- les cations de réserve et la somme des bases échangeables,
- la capacité d'échange et le taux de matière organique,
- le taux de saturation du complexe absorbant et le pH du sol.

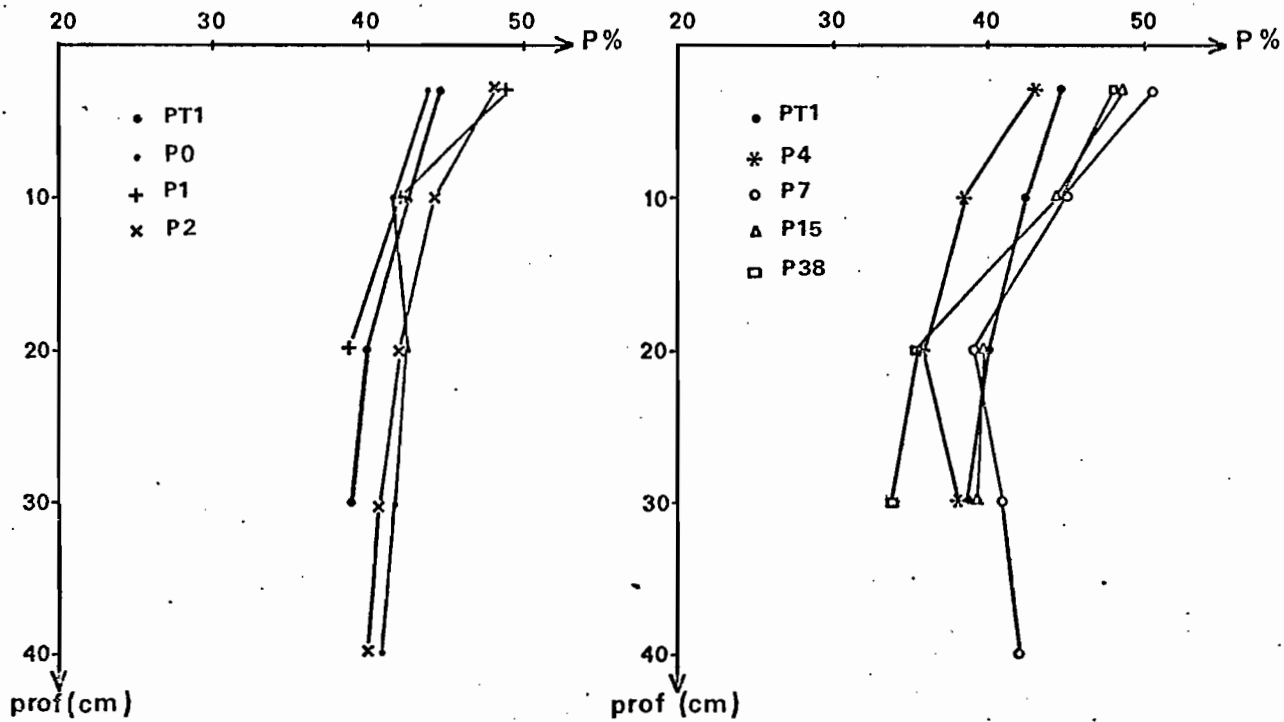
Après défrichement puis mise en culture du sol, la diminution du stock de matière organique entraîne celle de la capacité d'échange sur 0-10 cm. D'une façon plus tenue, cette baisse de la fertilité concerne également les éléments minéraux et plus particulièrement le calcium (réserve ou forme échangeable).

Sous recrû de moins de 15 ans, le bilan de la fertilité minérale (Ca, Mg, K) apparaît largement positif plus particulièrement sous recrû d'un an et sous celui de 7 ans. Dans ces deux cas, les taux des cations de réserves et des fractions échangeables sont supérieurs aux taux forestiers dans les rejets et sur 0-10 cm. Il en est

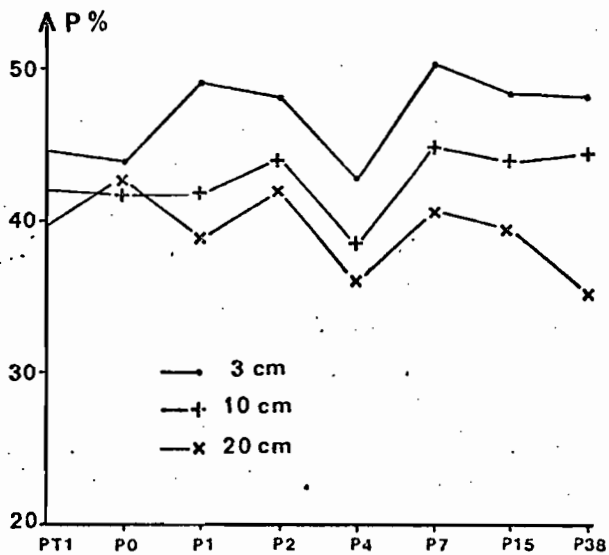
de même du taux de saturation et du pH. Cette fertilité minérale accrue concerne par ordre d'importance : le calcium, le magnésium et le potassium. Elle résulte d'un apport de résidus végétaux bien décomposés (nécromasse), restitué au sol après défrichement sous recrû d'un an puis lors du dépérissement du peuplement de *Macaranga* sous recrû de 7 ans. Il est intéressant de souligner que ces apports produisent dans le sol sur 0-10 cm un niveau de fertilité supérieur à celui de la forêt pour les éléments minéraux alors qu'il est identique pour la matière organique.

FIG XXI : POROSITE

VARIATIONS VEGETALES DE CHAQUE PARCELLE



VARIATIONS ENTRE PARCELLES A PROFONDEUR EQUIVALENTE



## EVOLUTION DES PROPRIETES PHYSIQUES ET HYDRIQUES DU SOL

### 1) Propriétés physiques

Seuls les vingt ou trente premiers centimètres de la surface du sol ont été étudiés. C'est, en effet, à ces profondeurs que les propriétés physiques du sol sont susceptibles d'être modifiées par la mise en culture puis par l'installation du recrû.

Les mesures de porosité et de résistance à la pénétration ont été réalisées au niveau d'une fosse sous référence forestière puis sous recrû. La détermination des indices d'instabilité structurale et de perméabilité a été faite sur les échantillonnages agronomiques de sol.

#### 11) Porosité

##### 111) Méthode

La densité apparente ( $d_a$ ) a été déterminée au cylindre, par niveau de profondeur, la valeur retenue est la moyenne de douze mesures (chaque mesure se fait sur 250 cm<sup>3</sup> de sol en place. Les mesures de densité réelle ( $d_r$ ) ont été réalisées au laboratoire par la méthode au picnomètre.

A une profondeur déterminée, ces deux valeurs densité apparente et densité réelle - permettent de déterminer la porosité totale du sol ( $P = 1 - d_a/d_r$ ).

##### 112) Résultats (cf. figure XXI)

Sous forêt, la porosité de 45% à proximité de la surface du sol diminue progressivement mais faiblement avec la profondeur (39% à 30 cm).

Par rapport à la forêt, le défrichement et la mise en culture du sol ne modifient pas la porosité des horizons humifères. Par contre, cette porosité augmente d'environ 5% sur 0-10 cm sous recrûs de 1 et 2 ans puis sous celui de 7 ans. A ces stades d'évolution du recrû, ce gain de porosité est lié à un accroissement de l'activité de fouissage des vers.

Nous noterons également par rapport à la forêt, une porosité globale du sol (sur 0-30 cm) plus faible sous recrû de 4 ans.

#### 12) Indices d'instabilité structurale et de perméabilité

##### 121) Méthodes

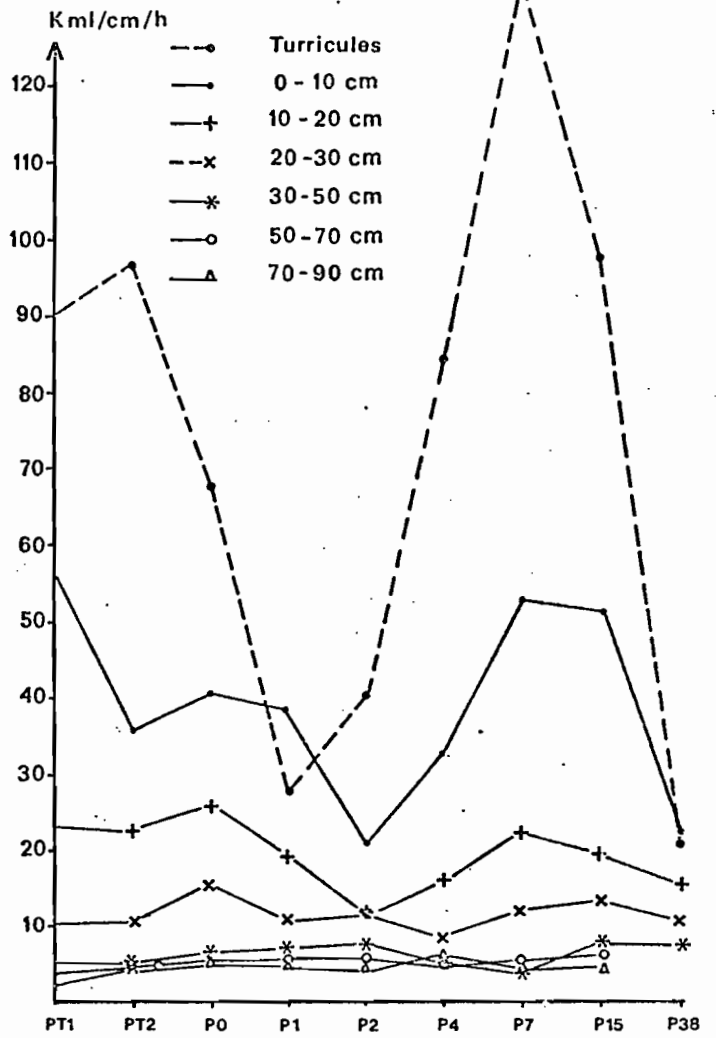
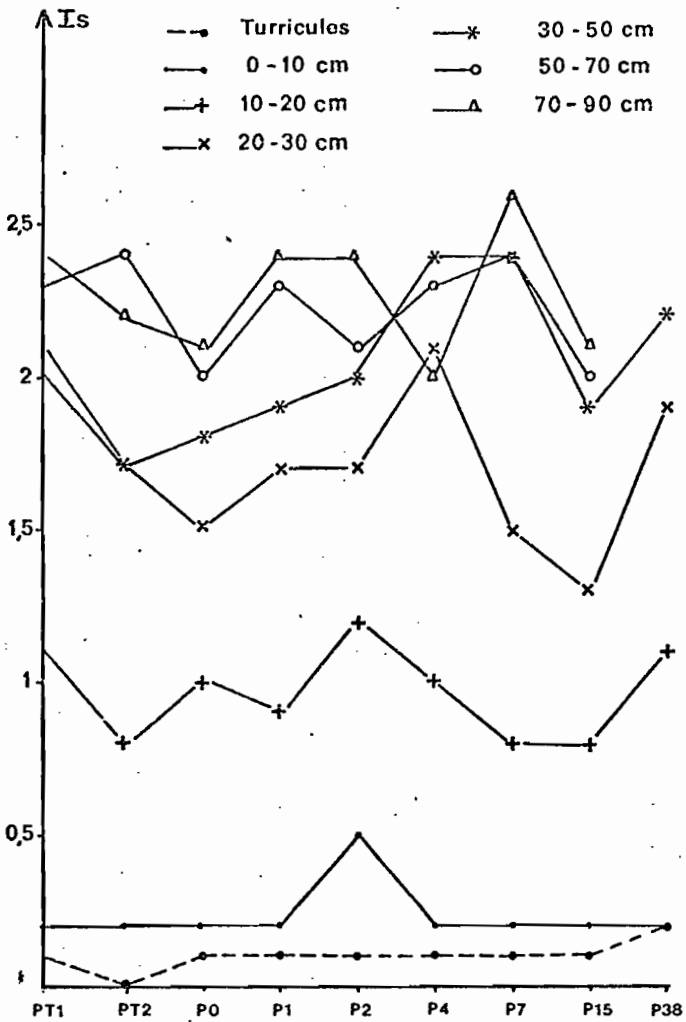
L'indice d'instabilité structurale<sup>(1)</sup> (HENIN, 1958) a été déterminé sur les échantillons agronomiques passés au tamis à mailles carrées de 2 mm. Cet indice varie de 0 (très bonne stabilité structurale) à 3 (très mauvaise stabilité structurale).

L'indice de perméabilité du sol est calculé par la vitesse de filtration par unité de pente  $K$ . L'échantillon de sol est introduit dans une colonne de hauteur  $H$  et de section  $S$ . Le débit de l'eau qui s'écoule à travers cette colonne sous charge constante ( $H + H'$ ) est défini par la loi de DARCY<sup>(2)</sup>. Cette dernière permet de calculer  $K$ , exprimé en ml/cm/h.

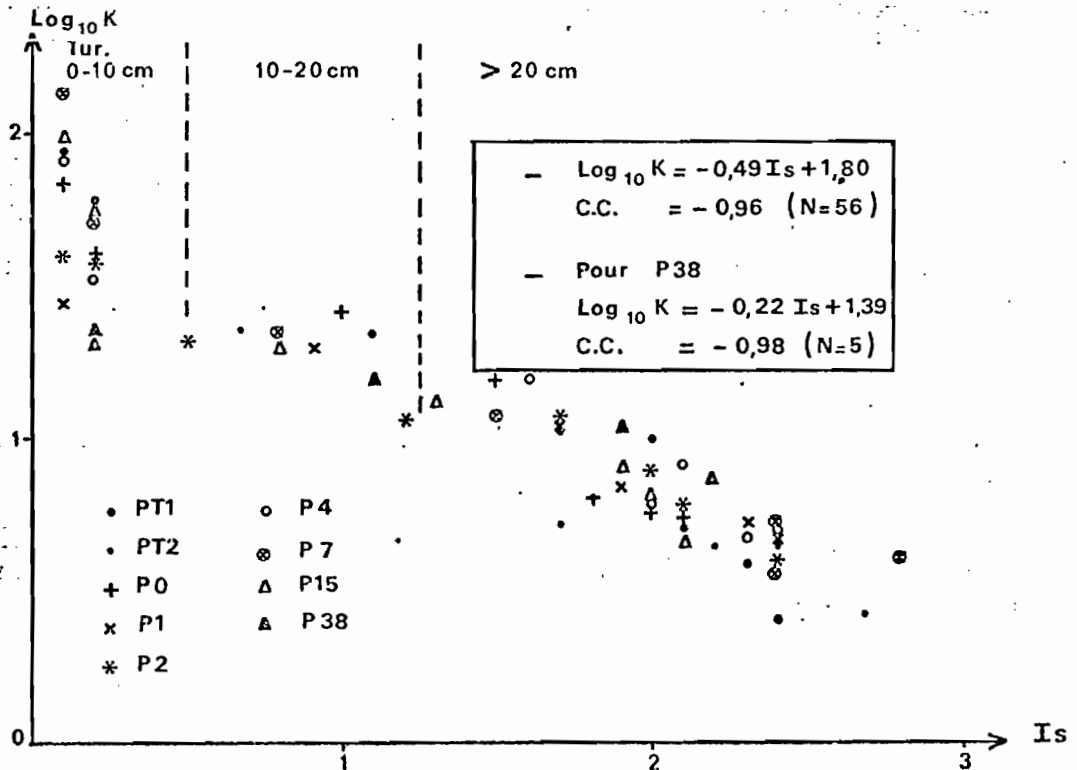
$$(1) I_s = \frac{\text{Argile + Limons non agrégés}}{\sum \text{agrégats } 200\mu - 0,9 \text{ (S.G.)}}$$

$$(2) Q \text{ (débit)} = K \frac{H + H'}{H} S$$

VARIATIONS DE Is ET DE K ENTRE PARCELLES



RELATION ENTRE Is ET K



## 122) Résultats (cf. figure XXII)

Sous forêt, l'indice d'instabilité structurale (Is), très faible pour les rejets (0,1) et sur 0-10 cm (0,2), augmente rapidement (0,6 à 1,2 sur 10-20 cm) pour atteindre des valeurs fortes au-delà de 20 cm de profondeur ( $1,8 < Is < 2,4$ ).

Ainsi, la stabilité structurale des sols forestiers étudiés, très bonne sur 0-10 cm, devient rapidement mauvaise avec la profondeur. D'après les observations de terrain, cette variation peut être reliée au passage du haut vers le bas d'une structure nuciforme à une structure massive à débit polyédrique subanguleux.

La mise en culture du sol puis sa recolonisation par un recrû ne produit aucune modification de l'indice d'instabilité structurale des rejets et du sol sur 0-10 cm (valeurs très faibles et constantes). A profondeur équivalente, les observations de terrain tendaient par contre à montrer une légère dégradation de la structure lors du passage de la forêt (structure nuciforme) à la défriche (structure massive) et une amélioration de la structure sous jeunes recrûs (structure grumeleuse reliée à un chevelu racinaire dense).

L'indice de perméabilité (K), exprimé sous forme logarithmique, est bien corrélé à l'indice d'instabilité structurale (Is). Cette corrélation permet de dissocier trois niveaux :

- les turricules et le sol sur 0-10 cm pour lesquels Is est faible et K élevé,
- le sol sur 10-20 cm présentant des valeurs de Is et de K moyennes,
- le sol au-delà de 20 cm de profondeur où les valeurs de Is sont fortes et de K faibles.

Cette corrélation permet également de différencier le recrû de 38 ans des autres parcelles. En effet, pour le recrû de 38 ans, la pente de la droite de régression linéaire est plus faible (variations de K en fonction de Is ou de la profondeur moins marquées). Rappelons que les sols de ce recrû s'écartaient légèrement de l'archétype retenu pour l'étude (en particulier dans l'ensemble meuble supérieur : plus forte proportion de sables fins et présence de quelques taches d'hydromorphie).

## 13) Résistance à la pénétration

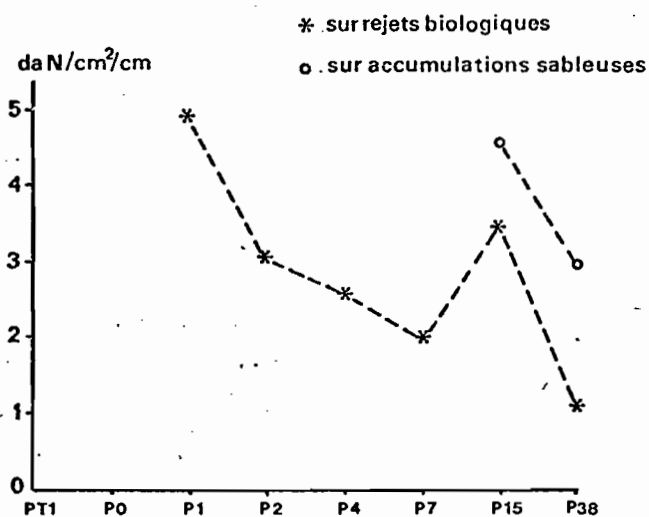
### 131) Méthode

La résistance à la pénétration a été quantifiée par des données chiffrées à l'aide d'une sonde dynamométrique commercialisée sous le nom "d'aiguille proctor". L'appareil, constitué d'un dynamomètre à ressort, est prolongé par une tige de pénétration recevant un embout calibré. La tige est graduée en décaneutons. Lors de la mesure, un index coulissant sur la tige indique la force maximale exercée pour une surface et une profondeur de pénétration bien déterminées. Les valeurs sont exprimées en  $\text{daN/cm}^2/\text{cm}$ .

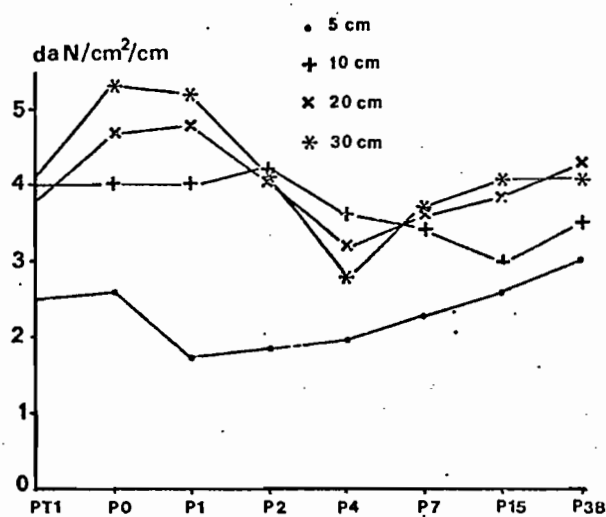
La méthode, proposé par C. VALENTIN (1978) consiste à effectuer une série de mesures à différentes profondeurs sur une coupe verticale de sol. A chaque profondeur étudiée, dix répétitions effectuées sur cinq sites différents permettent d'obtenir une valeur. Pour chaque site, nous déterminons la valeur médiane, puis la moyenne des médianes des différents sites. En l'absence de gravillons, la valeur obtenue à une profondeur déterminée varie avec le degré d'humectation du sol.

FIG XXIII : PENETROMETRIE

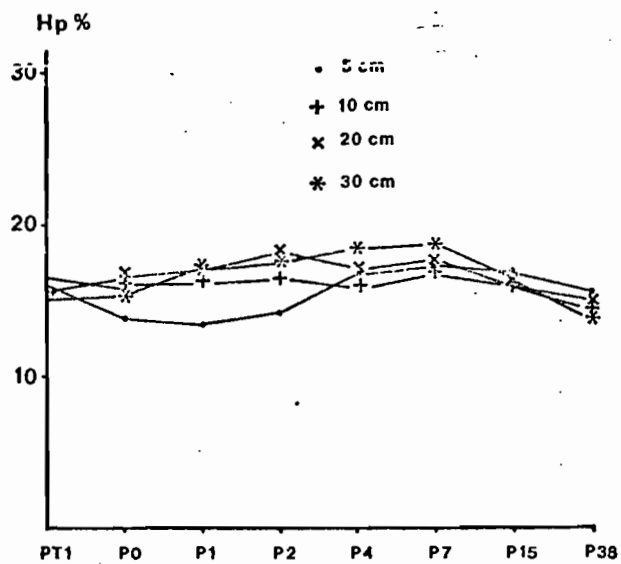
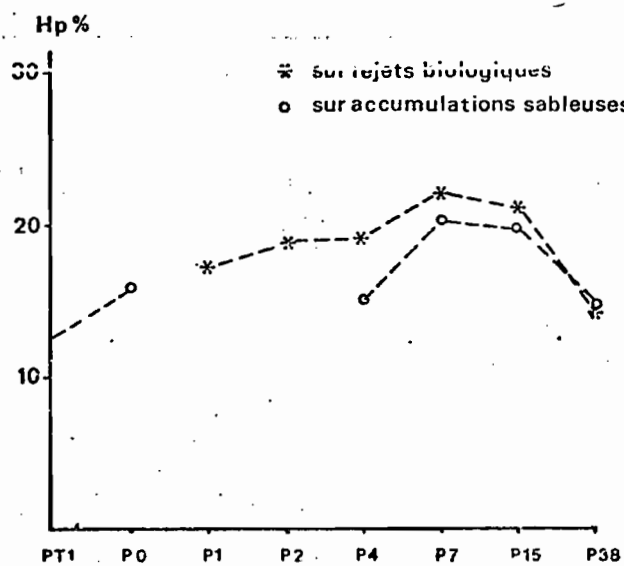
PENETROMETRIE VERTICALE  
A LA SURFACE DU SOL



PENETROMETRIE HORIZONTALE



DEGRE D'HUMECTION



## 132) Résultats (cf. figure XXIII)

Sous forêt et à partir de la surface du sol, la résistance à la pénétration est deux fois plus forte sur les accumulations sableuses ( $4 \text{ da N/cm}^2/\text{cm}$ ) que sur les rejets biologiques. Dans le sol, cette résistance de  $2,4 \text{ daN/cm}^2/\text{cm}$  à  $5 \text{ cm}$  augmente puis se stabilise à  $4 \text{ da N/cm}^2/\text{cm}$  entre  $10$  et  $30 \text{ cm}$  de profondeur. Ces valeurs correspondent à une humidité pondérale de  $16\%$ .

Sous jeunes recrûs (1 et 2 ans) et par rapport à la forêt, nous constatons, pour des humidités sensiblement voisines, des valeurs plus fortes obtenues à partir de la surface en pénétrométrie verticale et inversement plus faibles à  $5 \text{ cm}$  de profondeur en pénétrométrie horizontale. D'après les résultats obtenus en pénétrométrie horizontale, il y aurait un ameublissement du sol dû à un léger accroissement de la macroporosité du sol par les lombrics. La différence de résultats entre les deux types de pénétrométrie s'explique par la présence sous jeune peuplement de *Macaranga* d'un enracinement horizontal et traçant très abondant.

## 2) Propriétés hydriques

### 21) Infiltration

#### 211) Méthode Pioger

Des tests de perméabilité de surface ont été réalisés sur chacune des parcelles. La méthode consiste à ancrer de quelques centimètres dans le sol un cylindre entouré d'un deuxième cylindre plus large (anneau de garde). De l'eau est versée dans chacun des cylindres. Dans l'anneau central, l'abaissement du niveau d'eau pendant un temps donné permet de calculer une valeur de perméabilité  $K$ , exprimée en  $\text{cm/h}$ . Sur un même terrain, ces perméabilités varient généralement beaucoup sur de faibles distances et dépendent entre autre de l'aspect de la surface du sol (ex : plages à accumulation sableuses ou à nombreux rejets biologiques).

Par parcelle, douze répétitions ont été réalisées. Chaque résultat est représenté par un bâtonnet sur une échelle de valeurs de perméabilité allant de  $0$  à  $5000 \text{ cm/h}$ . Pour chaque aspect de la surface du sol, les sommets des bâtonnets sont réunis (en trait continu pour les accumulations sableuses, en traits discontinus pour les rejets biologiques). Cette représentation permet d'estimer la dispersion statistique des résultats. Une deuxième série de mesures ( $K_2$ ) a été effectuée immédiatement après la première ( $K_1$ ) sur sol bien humecté.

#### 212) Résultats (cf. figure XXIV)

Les résultats montrent :

- sur la référence forestière, une partition des écoulements avec prédominance des ruissellements sur les accumulations sableuses et des infiltrations sur les rejets biologiques. La partition des écoulements s'estompe lors de l'abandon de la culture (disparition des rejets biologiques) et sous jeunes recrûs (nombreux rejets jointifs). Elle réapparaît sous des recrûs plus anciens ( $4, 7, 15, 38$  ans). Ainsi, l'infiltration est étroitement corrélée à l'aspect de la surface du sol (macroporosité ouverte à l'atmosphère au niveau des rejets, colmatage des pores au niveau des accumulations sableuses).



- par rapport à la forêt et à des recrûs plus anciens, une valeur médiane d'infiltration sur rejets biologiques plus faible sous jeunes recrûs (1 et 2 ans). Cette infiltration réduite sous jeunes recrûs peut être reliée à la présence fréquente sous les rejets biologiques de plages à accumulations sableuses,
- une infiltration dépendante de l'état hydrique du sol avant expérimentation. L'infiltration est minimale lorsque le sol est à saturation (rapport  $K2/K1$  inférieur à l'unité),
- une perméabilité qui décroît très rapidement avec la profondeur (cf. Parcelles PO, P1). L'infiltration accrue sur les rejets ne concerne qu'une faible épaisseur de sol (sur 0-10 cm).

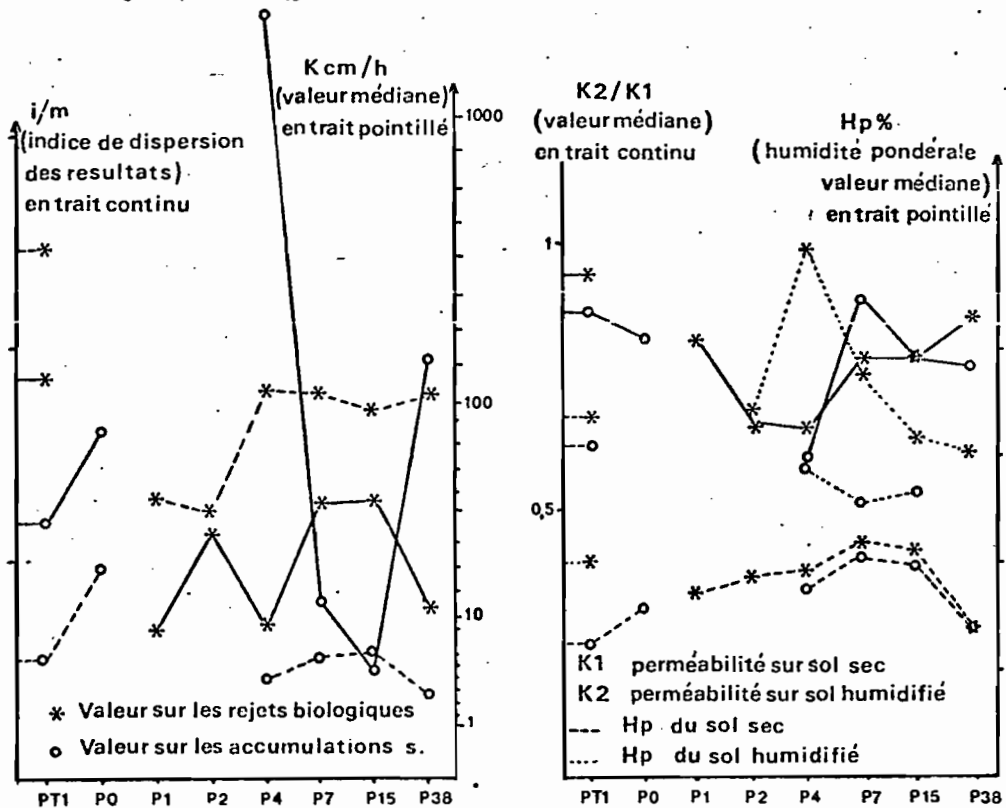
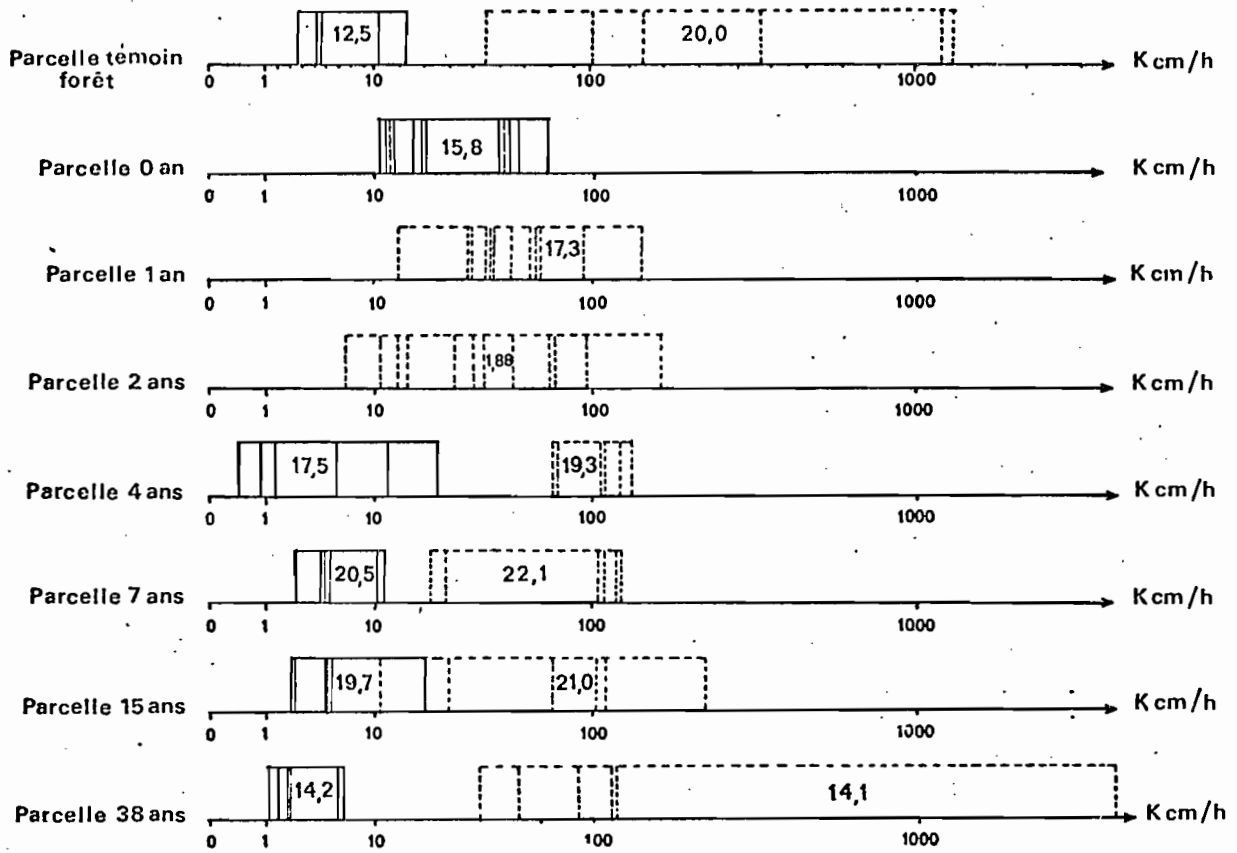
## 22) Redistribution, bilan hydrique

### 221) Méthodes et mesures

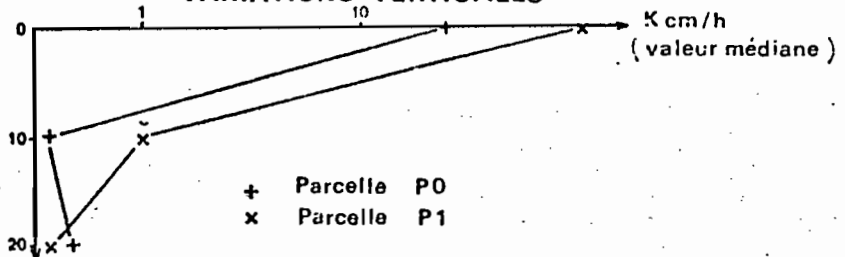
La redistribution de l'eau dans le sol a été étudiée par :

- des cinétiques de filtration (utilisation d'un muntz géant) et du ressuyage avec le suivi des stocks en eau (sonde à neutrons) et des charges (tensiomètres). Ces mesures ont été réalisées sur une référence forestière, sur sol récemment cultivé, sous recrû d'un an,
- des mesures hebdomadaires de variations de stocks en eau (sonde à neutrons) étalées sur une période d'un an et demi sur les parcelles : T, 0, 1, 2, 4, 7, 15 ans. Sous référence forestière (T), les profils hydriques ont été couplés à des profils de charge (tensiomètres). Simultanément, des relevés pluviométriques ont été effectués sur chaque parcelle (en clairière et sous végétation).

trait continu : Valeur de K sur les accumulations sableuses  
 trait pointillé : Valeur de K sur les rejets biologiques  
 chiffre : Humidité du sol (0-5 cm) avant test de perméabilité



VARIATIONS VERTICALES



222) Premiers résultats

Vu le nombre très important de mesures, les données ne sont que partiellement dépouillées<sup>(1)</sup>.

Les premiers résultats confirment un blocage du drainage vertical dû à des comportements hydrodynamiques très différents entre l'ensemble meuble supérieur (ressuyage rapide associé à une macroporosité élevée, variation d'humectation observable à l'échelle d'une pluie) et l'ensemble tacheté (forte capacité de rétention provoquant un déséquilibre air-eau au détriment de l'air, ressuyage nul ou très lent, variation d'humectation observable à l'échelle d'une saison).

Aucune variation de la dynamique de l'eau semble être apportée par la mise en culture puis par l'installation du recrû. Des modifications des stocks en eau sont à l'inverse probables (changement de microclimat, prélèvements d'eau plus ou moins importants par le système racinaire du recrû).

3) Conclusion : Evolution des propriétés physiques et hydriques du sol

Les sols forestiers de mi-versant de la région de Taï se caractérisent à la fois par une partition des écoulements (prédominance des ruissellements sur les accumulations sableuses et des infiltrations sur les rejets biologiques) et par un blocage du drainage vertical dans la couche gravillonnaire. Ce blocage est dû à des comportements hydrodynamiques très différents entre l'ensemble meuble supérieur et l'argile tachetée sous-jacente. Ces caractéristiques expliquent la "sensibilité" de ces sols au ruissellement et à l'érosion.

Les modifications des propriétés physiques et hydriques apportées au sol par sa mise en culture puis sa recolonisation par un recrû sont peu nombreuses et assez tenues. Cette constatation était prévisible puisque le sol n'est en aucun cas perturbé (défrichement traditionnel, absence de travail du sol par les cultivateurs lors de la plantation). Ces modifications restent très superficielles elles ne concernent que l'aspect de la surface du sol et les dix premiers centimètres de la couverture pédologique. Elles sont directement liées à l'évolution de l'activité biologique des vers. En effet, nous constatons :

- lors de l'abandon de la culture, une activité biologique réduite et la quasi-disparition des rejets de surface,
- sous jeunes recrûs (1 et 2 ans), un accroissement de l'activité de fouissage des vers qui entraîne une forte production de rejets tapissant de façon uniforme l'ensemble de la surface du sol et sur 0-10 cm une légère augmentation de la macroporosité, un ameublissement accru favorable à un enracinement horizontal et traçant très abondant.

Par rapport à la forêt, cette homogénéisation de l'aspect de la surface du sol produit une moindre dispersion des valeurs d'infiltration.

Notons enfin, que la légère dégradation de la structure après défriche (martèlement du sol par les pluies) puis son amélioration sous jeunes recrûs (incorporation à la terre de résidus végétaux), pressenties par les observations de terrain, n'ont pu être confirmées par des données chiffrées.

(1) Une publication sur les caractéristiques hydrodynamiques des sols étudiés est prévue pour la fin de l'année. Elle regroupera l'ensemble de ces données.

## CONCLUSION GENERALE

Les sols forestiers de mi-versant de la région de Taï se caractérisent à la fois par une fertilité chimique concentrée essentiellement dans les 20 premiers centimètres de la couverture pédologique et par une aptitude très nette au ruissellement et à l'érosion. Ces caractéristiques impliquent que le défrichement traditionnel soit la technique la mieux adaptée à la mise en valeur de ces sols.

Par rapport au stade initial qu'est le milieu forestier, les modifications apportées au sol par sa mise en culture selon des pratiques traditionnelles puis sa recolonisation par un recrû ne concernent que les 10 ou 20 premiers centimètres de la surface du sol. Elles vont dans le sens d'une dégradation de la fertilité physico-chimique, maximale à l'abandon de la culture, puis de son amélioration sous recrûs. L'évolution de la fertilité chimique est plus marquée que celle qui concerne les propriétés physiques et hydriques du sol. Ceci résulte d'une absence de travail du sol de la part des agriculteurs de la région.

### Dégradation de la fertilité physico-chimique du sol suite à sa mise en culture

La dégradation de cette fertilité est indirectement liée à la disparition du couvert forestier et à l'exposition directe du sol au rayonnement solaire. Ces transformations entraînent :

- un ralentissement de l'activité biologique du sol (activité phosphatasique, vers de terre),
- une activation du processus de minéralisation de la matière organique, d'origine non biologique, due à un dessèchement et à une élévation de la température au sol plus marqués. Cette minéralisation accrue fait diminuer les stocks de matière organique (perte moyenne de 5T/ha de carbone et de 2 T/ha d'azote) et entraîne une légère baisse de la capacité d'échange. Elle favorise le processus d'ammonification de l'azote.
- une légère baisse des stocks en cations minéraux concernant plus particulièrement le calcium (cation de réserve ou forme échangeable),
- une "sensibilité" accrue du sol au ruissellement et à l'érosion (perte d'éléments en solution ou en suspension).

### Amélioration de la fertilité physico-chimique potentielle des sols sous jachère forestière

Après abandon de la culture, l'amélioration de la fertilité des sols sous jachère forestière dépend étroitement de l'évolution de la nécromasse au sol sous l'action des microorganismes. A ce titre, il convient de préciser que le défrichement produit un premier apport massif et brutal de matière végétale. Cet apport n'est bénéfique pour le sol que sous les jeunes recrûs (1 et 2 ans). C'est en effet à ce stade de l'évolution du recrû, que la décomposition du bois et l'incorporation au sol de cette nécromasse par les vers de terre deviennent très importantes. Un deuxième apport se produit sous recrû de 7 ans. Il résulte du dépérissement du peuplement pionnier de *Macaranga*. Cet apport est moins important que celui qui est effectué lors du défrichement de la forêt. Il présente, toutefois, l'avantage de s'opérer graduellement, d'être directement incorporé au sol par les vers de terre (souvent décomposition sur pied avant la restitution au sol) et d'être protégé des pluies par le couvert forestier des essences secondaires qui poursuivent leur développement.

Ces apports de résidus végétaux stimulent le développement et l'activité de fouissage des vers de terre. Ces derniers produisent davantage de rejets de surface et augmentent la macroporosité du sol. La production annuelle de rejets, de l'ordre de 39 T/ha sous forêt, passe à 166 T/ha sous recrû d'un an et à 90 T/ha sous celui de 7 ans. Ces productions correspondent respectivement à un dépôt annuel de 2,8 mm, 12,7 mm et 6,7 mm d'épaisseur.

L'activité de fouissage accrue des vers modifie l'aspect de la surface du sol. Cette dernière devient plus homogène et se caractérise par une moindre dispersion des valeurs d'infiltration. En contribuant également à la dispersion et à l'incorporation rapide au sol de la nécromasse, elle améliore la fertilité chimique des sols tout en modifiant la structure biochimique globale de la matière organique

Ainsi, les stocks initiaux de matière organique de la forêt se reconstituent sous jeunes recrûs (1 et 2 ans). Ils deviennent nettement supérieurs à ceux de la forêt dans les rejets biologiques du recrû de 7 ans. Sous recrû d'un an, le processus d'humification serait prédominant avec, très probablement, un recyclage de l'azote minéral par "immobilisation biologique". Le processus de minéralisation serait à l'inverse plus marqué sous recrû de deux ans. Par rapport à la forêt et au sol cultivé, la fraction inextractible de la matière organique, l'humine, serait globalement moins évoluée sous recrûs (rapport C/N de l'humine plus élevé, accroissement du taux d'humine non extractible).

Le bilan de la fertilité minérale en calcium, magnésium et potassium apparaît largement positif, plus particulièrement sous recrû d'un an et sous celui de sept ans. Dans ces deux cas, les taux de cations de réserves et de bases échangeables sont supérieurs aux taux forestiers dans les rejets de surface et dans le sol. Il en est de même du taux de saturation du complexe absorgant et du pH.

Nous déduisons de cette étude que la mise en culture des sols forestiers selon des techniques traditionnelles est celle qui perturbe le moins le milieu naturel (trouée temporaire de 1 à 3 ha dans la forêt). Le retour à la fertilité potentielle initiale des sols forestiers (quantitativement mais pas toujours qualitativement) est très précoce et résulte d'un recyclage sous l'action des micro-organismes, de la biomasse végétale apportée au sol (défrichage, dépérissement du peuplement de *Macaranga*). La durée optimum de jachère forestière de première coupe avant remise en culture serait de sept ans. C'est en effet à ce stade d'évolution du recrû que la fertilité physico-chimique du sol est maximale et supérieure à celle de la forêt. La majeure partie des cultivateurs de la région effectue une deuxième coupe à ce moment mais pour une autre raison. Celle-ci tient à une pénétration plus aisée du recrû du fait du dépérissement du peuplement de *Macaranga*.

Dans une région forestière à faible pression démographique, ce système cultural paraît adapté au maintien d'un niveau de fertilité du sol sans apport d'engrais. Toutefois, il nécessite un travail considérable de la part du cultivateur pour la préparation du champ (une coupe de 1 à 3 ha par an) et contribue à la dégradation par plages du milieu forestier, le retour à une architecture et une biomasse épigée comparables à celles de la forêt est très lent.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDREY, P. et *al.* -1973- Bulletin du groupe de travail sur la dynamique actuelle des sol. Num.2, ORSTOM, Paris.
- AKODO, E.A. -1977- Etude de l'évolution biochimique des sols ferrallitiques forestiers de basse Côte d'Ivoire sous l'effet du défrichement. Rapport d'élève 2ème année, ORSTOM, Adiopodoumé, 77p.
- BACHELIER, G. -1963- La vie animale dans les sols. ORSTOM, Paris, 280p., fig. bgr.
- BERNHARD-REVERSAT, F. -1974- L'azote du sol et sa participation au cycle biochimique en forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. Rev. Ecol. Biol. Sol, (3), p. 263-282.
- BERNHARD-REVERSAT, F. -1975- Recherches sur les cycles biogéochimiques des éléments minéraux majeurs en milieu forestier sub-équatorial (Côte d'Ivoire) - Thèse, ORSTOM, Paris, 108p.
- BERNHARD-REVERSAT, F. -1972- Décomposition de la litière de feuilles en forêt ombrophile de basse Côte d'Ivoire - Oecol. Plant, 7 (3), p. 279-300.
- BLIC, P. de -1973- Evolution de quelques sols de Côte d'Ivoire sous l'effet du défrichement et de la culture mécanisée - Premières observations, Multigr., 58p.
- BLIC, P. de -1975- Comportement des sols après mise en culture mécanisée (région Centre de la Côte d'Ivoire) - ORSTOM, Adiopodoumé, Multigr., 8 tabl., 27p.
- BOISSEZON, P. de -1970- Etude du complexe absorgant des sols ferrallitiques forestiers de Côte d'Ivoire - Cah. ORSTOM, ser. Pédol. Vol. VIII, n° 4.
- BOISSEZON, P. de -1973- Les matières organiques des sols ferrallitiques, *in* : les sols ferrallitiques - T. IV, initiation et Doc. Techn. N° 21, ORSTOM, Paris, 9-66.
- BONNEAU, M. et SOUCHIER, B. -1979- Pédologie Tome 2 - Constituants et propriétés du sol - Masson, Paris, 459p.
- CASENAVE, A. -1980- Etude hydrologique des bassins de Taï - Campagnes 1978-1979. ORSTOM, Adiopodoumé, 46p.
- DOMMÉRGUES, Y. -1956- Etude de la biologie des sols de forêts tropicales sèches et de leur évolution après défrichement. Vie Congr. Sci. Sol, Paris, T. V, 605-610.
- DOMMÉRGUES, Y. et MANGENOT, F. -1970- Ecologie microbienne du sol. Masson, Paris.

- DUCHAUFOR, Ph. -1965- Précis de Pédologie.  
Masson, Paris, 481p.
- FRITSCH, E. -1980- Etude pédologique et représentation cartographique à 1/50.000e d'une zone de 1600 ha, représentative de la région forestière du Sud Ouest Ivoirien - Rapport d'élève 2ème année, ORSTOM, Adiopodoumé, 137p.
- GODEFROY, J. et JACQUIN, F. -1976- Influence de la végétation sur l'humification en sol ferrallitique.  
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIII, n° 3/4.
- GUILLAUMET, J.L. et ADJANOHOUN, E. -1971- La végétation de la Côte d'Ivoire *in* : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire.  
Mém. ORSTOM, 50p.
- HUTTEL, Ch. -1977- Etude de quelques caractéristiques structurales de la végétation du bassin versant de l'Andrénisrou (Côte d'Ivoire). - ORSTOM, Adiopodoumé, 24p.
- JACQUEMIN, H. et BERLIER, Y. -1956- Evolution du pouvoir nitrifiant d'un sol de basse Côte d'Ivoire sous l'action du climat et de la végétation. Rap. du VIe Congr. Int. de la Science du sol vol. C, 343-347.
- JAFFRE, T. et NAMUR, Ch. de -1982- Evolution de la biomasse végétale épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire - ORSTOM, Adiopodoumé, 15p.
- LEVEQUE, A. -1980- Etude de l'évolution de la fertilité chimique en quelques sols sous des reboisements en essences papetières - premiers résultats sous *Pinus caribaca* et *Pinus cocarpa*.  
ORSTOM, Adiopodoumé, 14p.
- LEVEQUE, A. -1981- Etude de l'évolution de la fertilité chimique de quelques sols sous des reboisements en essences papetières - premiers résultats sous *Gmelina arborea* - ORSTOM, Adiopodoumé, 18p.
- MOUREAUX, C. -1967- Influence de la température et de l'humidité sur les activités biologiques de quelques sols Ouest Africains - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. V, n° 4, 393-420.
- NAMUR, Ch. de -1978- Quelques caractéristiques du développement d'un peuplement ligneux au cours de la succession secondaire.  
Cah. ORSTOM, Sér. Biol., Vol. XIII, n° 3.
- NAMUR, Ch. de et MOREAU, R. -1978- Le système cultural traditionnel des Oubis de la région de Taï -  
Cah. ORSTOM, sér. Biol., Vol. XIII, n° 3.
- PERRAUD, A. -1971- La matière organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire - Thèse, ORSTOM, Paris.
- POCHON, J. et BARGUE, H. de -1958- Traité de microbiologie des sols, applications agronomiques.  
Dunod, Paris, 625p.

RATSIMBAZAFY, C.A. -1973- Protocole de fractionnement et d'étude de la matière organique des sols hydromorphes de Madagascar. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XI, n° 3/4.

ROCHE, P. et *al.* -1980- Le phosphore dans les sols intertropicaux : appréciation des niveaux de carence et des besoins en phosphore - IMPHOS-GERDAT, Paris, 48p.

ROOSE, E. -1971- Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion, le ruissellement, le bilan hydrique et chimique, suite à la mise en culture sous climat tropical - Synthèse des observations en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta. Rapport multigr., ORSTOM, Abidjan, 22p.

SEUBERT, C.E., SANCHEZ, P.A. and VALVERDE, C. -1977- Effect of Land clearing methods on soil properties of and celtisol and crop performance in the Amazon jungle of Peru. Tropic. Agric., Vol. 54, n° 1.



ANNEXE

1) Description des profils

11) Référence forestière (PT1) profil PT1A

- 0 - 4 : Brun foncé 10 YR 4/3, légèrement hétérogène. Argilo-sableux à sables fins, bien humecté. Quelques sables déliés sur agrégats incorporation de débris végétaux. Structure nuciforme fine (0,5-1 cm). Agrégats émoussés à faces courbes reliés à un chevelu racinaire dense. Poreux : interpédique et tubulaire fine. Lombrics, quelques turricules et nodules argileux brun noir 10 YR 3/2. Racines très nombreuses ( $\varnothing < 5$  mm). Transition rapide, contraste de couleur moyen.
- 4 - 17 : Brun jaune 10 YR 5/4, légèrement hétérogène, quelques plages brun foncé. Argilo-sableux à sables fins, humide. Massif à débit polyédrique subanguleux et à faces courbes, grossier (< 4 cm). Cohésion moyenne à faible. Moyennement poreux : fissurale et tubulaire fine (1-2 mm) à très fine. Termites, lombrics. Remplissages biologiques dans pores tubulaires. Nombreuses racines dont de très grosses (2-4 cm) horizontales. Transition sur 5 cm, contraste de couleur moyen à fort.
- 17 - 40 : Jaune brunâtre 10 YR 6/4. Argilo-sableux à sables fins, humecté. Massif à débit polyédrique subanguleux, grossier (3-6 cm). Cohésion moyenne. Moyennement poreux : tubulaire fine à très fine. Alvéoles de termitière (1,5 cm). Termites. Quelques éléments d'aspect charbonneux à 20 cm. Racines nettement moins abondantes fines à très fines, quelques racines conductrices (2 cm) horizontales. Transition rapide, légèrement ondulée, contraste de couleur nul.
- 40 - 65 : Jaune brunâtre 10 YR 6/4 à 6/5. Argileux, humecté. Très nombreux gravillons 60% à patine noire (1 cm). Quelques blocs de cuirasse (5 cm) et blocs de quartz (6 cm), blanc vitreux, subanguleux. Localement présence de nodules à faciès rétrichrome (patine externe brun rouge, coeur rouge foncé, parfois rouge violacé). Structure polyédrique définie par les gravillons (débit en petits polyèdres anguleux intermodulaires). Cohésion moyenne. Quelques faces luisantes dans les logettes laissées par les gravillons. Porosité fissurale, tubulaire fine à très fine, quelques vides internodulaires. Racines très fines peu abondantes (une grosse de 2,5 cm de diamètre). Transition sur 5 cm. Contraste de couleur faible.
- 65 - 80 : Ocre 7,5 YR 5/6 à plages rouge pâle 5 YR 6/8 localisées dans les logettes des gravillons. Nettement argileux, humecté. Gravillons 30% à patine noire associées à des nodules à faciès rétrichrome plus tortueux et plus gros (1-3 cm), localement très abondants (certains de ces nodules ont également un faciès altéritique : coeur violet foncé à nombreux micas). Quelques quartz (1-3 cm) subanguleux. Structure polyédrique définie par les gravillons et les nodules. Cohésion moyenne. Faces luisantes dans les logettes des gravillons. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine moyennement développée. Transition à limite diffuse (localement plus nette et légèrement ondulée). Contraste de couleur moyen.

80 - 180 : Argile tachetée : fond ocre jaune 10 YR - 7,5 YR 6/6 à plages jaune pâle 10 YR 7/6 plus abondantes vers le bas, nettement argileux, frais à humecté. Reticules rouge foncé 2,5 YR 5/8 bordés d'ocre sâle 7,5 YR 5/6, parfois à noyau violet foncé 5 R 3/4 à nombreux micras et quartz fins (faciès altéritique). Les réticules sont peu poreux, moins humecté, plus cohérent, ils s'individualisent en nodules vers le haut. Quelques gros blocs de quartz (5 cm), vitreux, sans orientation, à 140 cm. Massif à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion forte. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine associée à une macroporosité tubulaire et alvéolaire (5 mm) avec remplissage jaune brûnatre (pédotubules, turricules très fins). Racines fines à très fines peu abondantes. Quelques racines de 5 mm localisées dans les macropores tubulaires verticaux.

## 12) Abandon de la culture (P0) : profil POA

0 - 2 : Brun beige 10 YR 5/3, légèrement hétérogène à plages plus foncées 10 YR 4/3. Sablo-argileux, humide. Quelques sables déliés. Très peu structuré : massif à débit polyédrique subanguleux (0,5-3 cm). Cohésion faible. Moyennement poreux : intergranulaire et tubulaire fine. Quelques pores (2-4 mm) avec turricules ou pédotubules brun foncé 10 YR 4/2. Lombrics. Chevelu racinaire fin à très fin (graminées) moyennement abondant. Transition rapide (horizon localement aminci ou absent, ailleurs plus épais sur 4 cm, racines plus abondantes). Contraste de couleur moyen à faible.

2 - 12 : Brun jaune 10 YR 6/3. Sablo-argileux à argilo-sableux à sables fins, bien humecté. Peu structuré : massif à débit polyédrique à arêtes subanguleuses, grossier (1-4 cm), relié au chevelu racinaire. Cohésion moyenne. Porosité intergranulaire et tubulaire fine. Quelques pores et alvéole (2-3 mm) avec remplissage brun foncé 10 YR 4/2. Lombrics fins. Concentration maximale en racines (chevelu racinaire très fins des graminées, racines conductrices de la forêt). Transition rapide. Contraste de couleur moyen.

12 - 25 : Jaune brûnatre 10 YR 6/4, quelques plages brun jaune. Argilo-sableux à sables fins et sables grossiers humecté. Massif à débit polyédrique anguleux à subanguleux grossier (1-4 cm). Cohésion moyenne. Porosité peu à moyennement développée : intergranulaire, tubulaire fine à très fine. Racines moyennement abondantes fines à très fines, quelques grosses (1-3 cm) horizontales. Transition à limite diffuse. Contraste de couleur faible.

25 - 60 : Jaune 10 YR 6,5/6. Argilo-sableux à sables fins et sables grossiers, humecté. Massif à débit polyédrique grossier (parfois débit en plaquette verticale). Cohésion moyenne. Peu à moyennement poreux : intergranulaire, tubulaire fin à très fin. Localement présence d'assez nombreux chenaux (1-2 mm) et alvéoles (2 cm) de termitière. Éléments d'aspect charbonneux à 50 cm. Racines peu à moyennement abondantes fines à très fines, quelques racines conductrices (0,4-1,5 cm) horizontales. Transition rapide, ondulée. Contraste nul.

60 - 80 : Jaune 10 YR 6,5/6. Argilo-sableux, frais à humecté. Gravillons inégalement répartis (30%) à patine noire, quelques nodules à faciès réticromé. Bloc de cuirasse 5 cm. Structure polyédrique définie par les gravillons. Cohésion moyenne. Quelques faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fines à très fines. Racines fines peu abondantes. Transition rapide légèrement ondulée. Contraste de couleur très fort.

- 80 - 90 : Argile tachetée : fond jaune 10 YR 7/6, reticules rouges 5 YR  
5/6. (Contraste fort). Nettement argileux, frais. Gravillons  
95 40%, moins nombreux vers le bas et de plus petite taille.  
Présence de nodules à faciès rétichrome, plus tortueux, plus  
abondant vers le bas. Blocs de cuirasse (5 cm) et de quartz  
(2-3 cm). Structure polyédrique définie par les gravillons.  
Cohésion moyenne à forte. Nombreuses faces luisantes. Porosité  
fissurale et tubulaire fine à très fine. Racines peu abondantes  
Transition rapide ondulée sur 5-10 cm. Contraste faible à nul.
- 90 - 180 : Argile tachetée : fond jaune pale 10 YR 7/6 à 2,5 Y 7/6 nette-  
95 ment argileux frais, reticules rouge 2,5 YR 5/8, peu poreux,  
plus compact, s'individualisant en nodules vers le haut. Massif  
à débit polyédrique très fortement engrené. Cohésion forte.  
Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Macropores  
tubulaires et alvéolaire plus abondant avec remplissage jaune  
brunâtre 10 YR 6/4, argileux, bien humecté à humide. Racines  
très fines peu abondantes, certaines "flottent" dans les macro-  
pores. Quelques quartz (1-3 cm) subanguleux, parfois regroupés  
et alignés subverticalement.

### 13) Recrû d'un an (P1) : profil P1A

- 0 - 5 cm: Charbon de bois à la surface du sol : sur 2 cm nombreux turri-  
9 cules jointifs (amas globuleux) brun noir 10 YR 4/2 puis hori-  
zon brun foncé 10 YR 5/3 à plages ou remplissages biologiques  
brun noir 10 YR 4/2. Incorporation de débris organiques. Sablo-  
argileux à argilo-sableux à sables fins, humide. Structure gru-  
meleuse (< 1 cm) reliée à un chevelu racinaire dense. Cohésion  
moyenne. Porosité intergranulaire et surtout tubulaire fine  
(1-3 mm). Pores tubulaires à paroi et/ou à turricules brun noir  
parfois sables déliés. Forte activité biologique : lombrics,  
termites, quelques charbons de bois. Forte concentration raci-  
naire : chevelu et racines conductrices fines horizontales  
(recrû), quelques grosses racines en décomposition (essences  
forestières). Transition sur 5 cm, contraste de couleur fort.
- 5 - 25 cm : Imbrication de brun jaune 10 YR 5,5/3 et de jaune brônâtre  
9 35 cm 10 YR 6/4 (faible contraste). Argilo-sableux à sables fins,  
bien humecté. Quelques rares plages brun rouille 7,5 YR 5/6  
autour pore tubulaire. Structure massive à débit polyédrique  
grossier (3 cm) à arêtes subanguleuses. Cohésion moyenne. Mo-  
yennement poreux : intergranulaire et tubulaire fine (1-5 mm).  
Activité biologique (lombrics, termites) encore importante,  
quelques charbons de bois (1 cm) à la base de l'horizon. Raci-  
nes nettement moins nombreuses (< 5 mm) souvent horizontales.  
Transition ondulée sur 5 cm. Contraste de couleur moyen.
- 25 - 55 cm : Jaune 10 YR 6/5. Argileux à argilo-sableux à sables fins humec-  
35 té. Nombreux gravillons (60%) à patine noire, quelques rares  
nodules à faces rétichrome et quartz subanguleux. Structure  
polyédrique définie par les gravillons. Cohésion moyenne.  
Quelques faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine  
(mm), quelques vides internodulaires. Lombrics rares. Racines  
peu abondantes fines à très fines (une grosse, 1 cm, très tor-  
tueuse Transition progressive. Contraste de couleur très  
faible.

55 - 80 cm : Jaune vif 10 YR 6/6. Nettement argileux, humecté, quelques  
90 plages rouge pâle 7,5 YR 5/8 et jaune pâle 10 YR 7/6 dans les pores tubulaires ou dans les logettes des gravillons. Gravillons (50%) à patine noire associés à quelques nodules à faciès réticulaire, blocs de cuirasse (5 cm). Structure polyédrique définie par les gravillons. Cohésion moyenne à forte. Nombreuses faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine. Termites. Racines fines peu abondantes souvent décomposées. Transition progressive, ondulée. Contraste de couleur moyen devant fort en profondeur.

80 - 180cm: Argile tachetée, gradient vertical en haut : fond rouge pâle  
90 7,5 YR 6/6 à plages jaunes 10 YR 7/6 et reticules rouges 5 YR 5/6 légèrement plus compact (contraste moyen). Quelques petits gravillons ovoïde (5 mm) et blocs de quartz.  
en bas : plages jaunes et reticules rouges beaucoup plus nombreux, apparition vers 120 cm de plages violettes limoneuses (îlots altéritiques) dans les reticules. Nettement argileux, frais à humecté. Structure massive à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion moyenne à forte. Porosité fissurale, tubulaire fine à très fine. Quelques macropores tubulaires et alvéolaires parfois avec remplissage ou fins turricules ocre 7,5 YR 6/6. Racines fines (mm) rares.

#### 14) Recrû de deux ans (P2) : profil P2A

0 - 2 cm : L'épaississement de l'horizon (0-10 cm) suivant un axe est du  
10 à la décomposition et à l'incorporation au sol d'un tronc. Nombreux charbon de bois et amas globuleux (turricules affaiblis) sur 2 cm. Brun noir 10 YR 4/2, légèrement hétérogène. Argilo-sableux à sables fins, humecté. Structure grenue, petits agrégats (0,5-2 cm) reliés au chevelu racinaire. Cohésion moyenne à forte. Porosité interpédique et tubulaire fine bien développée. Forte activité biologique (lombrics avec nombreux chenaux et alvéoles). Nombreuses racines (chevelu racinaire et racines conductrices < 2 cm horizontales). Charbon de bois. Transition graduelle irrégulière, contraste de couleur fort.

2 - 15 cm : Brun jaune 10 YR 5/4 à plages jaunes brunâtre 10 YR 6/3, quel-  
10 25 ques rares plages brun rouille 7,5 YR 5/6 au niveau des pores tubulaires. Argileux à argilo-sableux à sables fins et sables grossiers. Humecté. Massif à débit polyédrique subanguleux grossier (4 cm). Cohésion moyenne à faible. Porosité intergranulaire et tubulaire fine moyennement développée. Termites. Nombreuses racines fines (< cm) horizontales. Assez nombreuses racines en décomposition (gaine racinaire noire) dont quelques grosses (2-3 cm). Transition graduelle avec forte imbrication, contraste de couleur fort.

15 - 35 cm : Jaune 10 YR 6,5/6 à plages jaune brunâtre 10 YR 6/3 correspon-  
25 45 dant parfois à des remplissages biologiques dans pores tubulaires. Nettement argileux, humecté. Massif à débit polyédrique anguleux à subanguleux. Cohésion moyenne. Peu poreux : tubulaire fin à très fin. Lombrics, termites. Racines peu à moyennement abondantes (1 grosse d'1 cm décomposée avec remplissage brun), quelques rares charbons de bois. Transition graduelle, sinueuse, contraste de couleur très faible.

- 35 - 55 cm : Jaune 10 YR 7/6, apparition vers le bas d'un léger tachetage  
45 65 jaune pâle et rouge pâle. Nettement argileux, humecté. Nombreux gravillons et nodules 40%. Les nodules plus grands (2-4 cm) et plus tortueux ont souvent un faciès altéritique (violet à nombreux micas et quartz). Quelques blocs de cuirasse (5 cm). Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne. Quelques faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Racines fines peu abondantes (parfois décomposées). Transition progressive, sinieuse. Contraste de couleur moyen s'accroissant avec la profondeur.
- 55 - 180 cm : Argile tachetée : fond ocre 7,5 YR 5/6 à plages jaune pâle  
65 10 YR 7/6 et réticules rouges 5 YR 5/6 plus nombreux vers le bas. Présence fréquente de noyau altéritique violet 5 R 3/6, limoneux, sericiteux, dans les réticules (plus abondants vers le bas). Massif à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion forte. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Quelques macropores tubulaires et alvéolaire (< 3 cm) avec parfois remplissage brun 10 YR 5/9, argileux, trempé et chevelu racinaire fin. Racines mm. rares (1 grosse d'1 cm verticale en partie décomposée)

15) Recrû de quatre ans (P4) : profil P4 A

- 0 - 1 cm : Quelques charbon de bois et nombreux débris végétaux. Brun  
3 foncé 10 YR 4/3 à plages brun noir 10 YR 4/2 à 3/2. Sablo-argileux à argilo-sableux à sables fins, brun humecté. Structure grumeleuse (0,5-1,5cm). Cohésion faible, quelques sables déliés entre agrégats ou dans pore tubulaire. Porosité inter-pédique et tubulaire fine (1-2 mm) bien développée. Chevelu racinaire et racines conductrices (Macaranga) moyennement abondants. Transition rapide avec imbrication. Contraste de couleur très fort.
- 1 - 12 cm : Brun jaune 10 YR 5,5/4 à plages jaune brunâtre 10 YR 6/4  
3 et brun foncé 10 YR 5/3. Argilo-sableux à sables fins, humecté. Massif à débit polyédrique à arêtes subanguleuses. Cohésion moyenne. Porosité fissurale et tubulaire fine bien développée. Forte activité biologique : lombrics, termites. Racines conductrices (2-5 cm) horizontales et assimilatrices (Macaranga) moyennement abondantes, quelques racines conductrices d'essences forestières en décomposition. Transition graduelle. Contraste de couleur moyen.
- 12 - 14 cm : Jaune brunâtre 10 YR 6/4. Argileux à argilo-sableux frais à  
30 humecté. Massif à débit polyédrique anguleux à subanguleux. Cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine à très fine. Forte activité biologique : termites, lombrics. Racines moins abondantes (< 4 mm, issues du Macaranga), une grosse de 4 cm horizontale en décomposition. Transition graduelle, ondulée. Contraste de couleur nul.
- 14 - 43 cm : Jaune brunâtre 10 YR 6/4. Argileux à argilo-sableux, frais à  
30 humecté. Nombreux gravillons 60% à patine noire, associés à quelques nodules à faciès retichrome et blocs de cuirasse (5-6 cm). Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne, quelques faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine, quelques vides inter-nodulaires. Termites. Racines fines mm. peu abondantes (certaines en décomposition). Transition progressive. Contraste de couleur faible.

43 - 55 cm : Jaune franc 10 YR 6/6, quelques plages rouge pâle 7,5 YR 6/6 dans logettes laissées par gravillons, plus nombreuses et plus vivement colorées 5 YR 6/6 vers le locis. Nettement argileux, frais à humecté. Nombreux gravillons 50% associés à quelques nodules à faciès retichrome (tortueux, plus grands 2-3 cm), plus abondants vers le bas. Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne à forte. Nombreuses faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Racines fines mm. rares, le plus souvent en décomposition. Transition progressive ondulée. Contraste de couleur fort s'accroissant avec la profondeur.

55 - 160 cm : Argile tachetée : fond jaune 10 YR 7/6 à plages jaune pâle 2,5 Y 7/6 et réticules rouges 2,5 YR 4/6 à rouge foncé 7,5 R 3/8 (plus compacts, plus secs, moins poreux) bordés d'ocre sale 7,5 YR 5/8 et de jaune vif 10 YR 6/6. Les réticules nombreux et plus ou moins coalescents vers le bas s'individualisent en nodules vers le haut. Nettement argileux, frais à humecté. Massif à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion forte à très forte. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Macropores tubulaires et alvéolaires plus nombreux vers le bas, avec remplissage jaune brunâtre 10 YR 6/4, nettement argileux, humecté. Quelques petits filons de quartz, subhorizontaux. Racines fines même rares, souvent décomposées.

16) Recrû de sept ans (P7) : profil P7A

0 - 4 cm : Nombreux turricules brun foncé 10 YR 4/2 à plages brun noir 10 YR 3/2 et brunes 10 YR 4/3. Argilo-sableux à sables fins, humide. Amas globuleux (faces mamelonnées). Cohésion moyenne. Incorporation de débris végétaux. Lombrics. Très poreux : inter-pédique, pore tubulaire fin et grossier. Racines nombreuses. Transition rapide, contraste de couleur moyen à fort.

4 - 13 cm : Brun jaune 10 YR 5/4, légèrement hétérogène. Sablo-argileux à argilo-sableux à sables fins et sables grossiers, humide. Structure massive à débit polyédrique subanguleux. Cohésion moyenne. Moyennement poreux : intergranulaire et tubulaire fine. Pores tubulaires à paroi ou remplissage brun foncé 10 YR 4/2. Lombrics, termites. Racines nombreuses (< 1 cm, une de 7 cm horizontale issue d'un émergent proche de la fosse). Transition graduelle, contraste de couleur fort.

13 - 40 cm : Jaune brunâtre 10 YR 6/4. Argilo-sableux à sables grossiers, humecté. Massif à débit polyédrique anguleux à subanguleux, grossier (2-6 cm), quelques surfaces naturelles plus ternes. Cohésion moyenne. Moyennement poreux, fissurale et tubulaire fine. Termites, lombrics. Racines moyennement abondantes inégalement réparties dont quelques grosses (2-3 cm) horizontales. Anciens conduits racinaires (3-6 cm) horizontaux avec sur les parois des turricules cannelés et dans le pore des racines fines parfois en spirale. Quelques charbons de bois. Transition progressive. Contraste de couleur moyen à faible.

40 - 70 cm : Jaune franc 10 YR 6/6. Argileux à argilo-sableux à sables grossiers, humecté. Quelques plages rouges 5 YR 5/6 à la base de l'horizon. Massif à débit polyédrique fin à grossier (1-4 cm). Cohésion moyenne. Moyennement poreux : fissurale et tubulaire fine. Termites. Racines peu à moyennement abondantes, quelques très grosses (1-4 cm issues émergent). A la base de l'horizon lit graveleux discontinu d'épaisseur variable (5-30 cm) constitué essentiellement de graviers quartzueux (0,2-4 cm) nettement anguleux, blanc vitreux (quelques gravillons à patine noire). Transition rapide, contraste de couleur fort.

70 - 180 cm : Argile tachetée : fond ocre pâle 7,5 YR 6/6 à plages jaune pâle 10 YR 7/6 et reticules rouge foncé 5 YR 5/6 contenant parfois des plages violettes, limoneuses (altérite). Nettement argileuse, frais à humecté, localement passées de sables grossiers. Massif à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion forte. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Quelques macropores tubulaires avec remplissage ou turricules ocre pâle. De 110 à 150 cm, présence de plusieurs filons de quartz subverticaux, perdant leur orientation dans leur partie supérieure. Racines fines à très fines rares.

17) Recrû de quinze ans (P15) : profil P15 A

- 0 - 2 cm : Brun foncé 10 YR 4/3 légèrement hétérogène, sables déliés. Argilo-sableux, humecté. Structure grumeleuse, agrégats (0,5-1 cm) reliés au chevelu racinaire. Cohésion moyenne à faible. Présence de turricules. Porosité interpédique et tubulaire fine bien développée. Nombreuses racines (assimilatrices et conductrices < 0,5 cm). Transition rapide, contraste de couleur faible.
- 2 - 15 cm : Beige 10 YR 5/4. Argilo-sableux, humecté. Massif à débit polyédrique subanguleux grossier (1-4 cm). Cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine. Termites, lombrics. Forte concentration racinaire (surtout conductrices < 2 cm, horizontales). Transition graduelle. Contraste de couleur moyen.
- 15 - 35 cm : Jaune brunâtre 10 YR 6/3. Argilo-sableux à sables fins et sables grossiers, humecté massif à débit polyédrique à arêtes anguleuse à subanguleuses (1-4 cm). Cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine (peu poreux). Termites. Racines moyennement abondantes fines à très fines. Transition rapide. Contraste de couleur moyen à fort.
- 35 - 62 cm : Jaune 10 YR 6/6, quelques plages rouge pâle 7,5 YR 6/6 plus nombreuses vers le bas. Nettement argileux, frais à humecté. Nombreux gravillons à patine noire, quelques nodules à faciès retichrome et blocs de cuirasse (5 cm). Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne. Nombreuses faces luisantes. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine, quelques vides internodulaires. Termites. Racines fines mm. peu abondantes. Transition graduelle. Contraste de couleur fort.
- 62 - 80 cm : Argile tachetée : fond jaune 10 YR 7/6 à reticules rouges  
90 5 YR 5/6 à rouge foncé 2,5 YR 4/8. Nettement argileux, frais à humecté. Nombreux gravillons 50% plus petits vers le bas (plomb de chasse) associés à quelques nodules à faciès retichrome. Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne à forte. Très nombreuses faces luisantes. Porosité fissurale, tubulaire fine, vides internodulaires. Racines fines mm. peu abondantes. Transition progressive ondulée, contraste de couleur très faible.
- 80 - 180 cm : Argile tachetée : fond jaune 10 YR 7/6 à plages jaune pâle  
90 2,5 Y 7/6, reticules rouges 5 YR 5/6 à rouge foncé 2,5 YR 4/8 parfois légèrement indurés (contenant quelques noyaux altéritiques violets 7,5 R 3/4). Nettement argileux, frais à humecté. Massif à débit polyédrique fortement engrené. Cohésion forte. Porosité fissurale et tubulaire fine à très fine. Quelques macropores tubulaires et alvéolaires (0,3-1 cm) avec remplissage jaune brunâtre, nettement argileux, bien humecté. Quelques fins gravillons noirs (3 mm) dispersés. Racines très fines rares "flottant" dans macropores tubulaires.

18) Recrû de trente huit ans (P38) : profil P38 A

- 0 - 2 cm : Beige 10 YR 5/3 à plages ou remplissage brun foncé 10 YR 4/2. Sableux à sables fins, sec. Structure nuciforme. Cohésion moyenne à forte. Nombreux sables déliés à la surface agrégats. Porosité intergranulaire. Racines assimilatrices et conductrices (< 1 cm) nombreuses. Transition rapide, contraste de couleur faible.
- 2 - 13 cm : Brun jaune 10 YR 6/3. Sableux légèrement argileux, sec. Massif à débit polyédrique subanguleux (1-3 cm). Cohésion moyenne à forte. Peu à moyennement poreux : intergranulaire et tubulaire fine. Activité biologique localement très forte : Termites. Racines moyennement abondantes, surtout conductrices (certaines très grosses, 3-4 cm horizontales). Transition graduelle, contraste de couleur très faible.
- 13 - 15 cm : Jaune brunâtre 10 YR 6/4 à plages brun jaune. Sablo-argileux à  
40 sables fins frais à sec. Massif (résiste à la pénétration du couteau), compact. Peu poreux : intergranulaire et tubulaire fin, quelques plages brun rouille au niveau pore tubulaire. Racines peu abondantes, conductrices, 1 pivot vertical. Transition graduelle, contraste moyen à faible.
- 15 - 70 cm : Jaune 10 YR 6/5 à plages jaunes brônâtres, quelques plages brun  
40 rouille plus nombreuses vers le bas. Argilo-sableux à sables fins frais à sec. Nombreux gravillons à patine noire 60% associés à des nodules à faciès réti-chrome et quelques blocs de quartz subanguleux (3-6 cm). Structure polyédrique définie par les éléments grossiers. Cohésion moyenne à forte. Porosité fissurale et tubulaire fine. Peu poreux. Présence de poche (5-10 cm) et de galerie à nodules jointifs et à nombreux sables déliés. Racines peu abondantes sauf dans ces poches plus aérées. Transition rapide, irrégulière avec forte imbrication. Contraste de couleur fort.
- 70 - 70 cm : Zone de démantèlement de carapace. Emballage jaune 10 YR 7/6  
90 nettement argileux, frais à sec. Nombreux nodules à faciès réti-chrome rouge foncé 2,5 YR 5/8, 60%. Structure polyédrique définie par les nodules. Cohésion forte. Peu poreux : fissurale tubulaire fine et macropores tubulaires. Racines fines mm. peu abondantes. Transition progressive, ondulée. Contraste de couleur faible.
- 70 - 100 cm : Carapace : réticules coalescents indurés rouge foncé 2,5 YR 5/8  
90 bordés d'ocre sale, matrice jaune franc 2,5 Y 7/6 nettement argileuse frais à sec. Massif. Nombreux macropores tubulaires et alvéolaires (1 cm) avec remplissage jaune brunâtre 10 YR 6/4, argileux, frais à sec. Racines fines mm. peu abondantes dans macropores.

2) Protocole de fractionnement de la matière organique

Le fractionnement de la matière organique fut effectué selon la technique de DABIN (1971) pour l'humus, suivie des opérations préconisées par RATSIMBAZAFY (1973) pour l'humine. Ce fractionnement comporte les étapes suivantes :

- Traitement d'un échantillon de sol séché à 35°C à l'acide phosphorique 2M, au pyrophosphate de sodium 0,1 M puis à la soude 0,1 N qui extrait en deux temps les composés humiques (acides fulviques, acides humiques). Le prétraitement à l'acide phosphorique permet également de séparer les débris végétaux non humifiés (matière organique légère),



- Traitement du culot, séché à 60°C par l'acide chlorhydrique N, à chaud, suivi d'une extraction à la soude puis nouveau traitement par un mélange acide chlorhydrique N-acide fluorhydrique concentré, à chaud suivi d'une nouvelle extraction à la soude. Les deux traitements permettent de libérer successivement l'humine liée aux sesquioxydes et l'humine liée aux argiles, ces deux fractions étant regroupées sous le terme d'humine solubilisable.
- Le résidu des traitements précédents est mélangé au bromure d'acétyle, à chaud, pendant quatre jours. La fraction dissoute constitue l'humine sequestrée (exprimée en pourcentage pondéral de l'humine) et le culot : l'humine non extractible.

Les différentes fractions de la matière organique, exprimées en carbone pour mille, sont dosées par coulométrie.

### 3) Liste des figures

- Fig. I : Situation géographique.
- Fig. II : Données climatiques.
- Fig. III : Caractères morphologiques et texturaux des sols.
- Fig. IV : Granulométrie des sables des turricules et du sol à différentes côtes.
- Fig. V : Distribution verticale des lombrics.
- Fig. VI : Quantité de rejets au sol en janvier 1981.
- Fig. VII : Productions hebdomadaires de rejets de surface sur une période d'un an.
- Fig. VIII : Population totale de lombrics
- Fig. IX : Biomasse végétale au sol.
- Fig. X : Analyse des résidus organiques au sol (litière).
- Fig. XI : Minéralomasse au sol (litière).
- Fig. XII : Lixiviation de matière fraîche, analyse du lessivat.
- Fig. XIII : Composition chimique de la matière organique.
- Fig. XIV : Fractions minérales en carbone et en azote de la matière organique du sol.
- Fig. XV : Activité phosphatasique.
- Fig. XVI : Fractionnement de la matière organique du sol.
- Fig. XVII : Phosphore.
- Fig. XVIII : Cations de réserve.
- Fig. XIX : Bases échangeables (complexe absorbant).
- Fig. XX : pH H<sub>2</sub>O et pH KCl.
- Fig. XXI : Porosité.
- Fig. XXII : Indices d'instabilité structurale et de perméabilité.
- Fig. XXIII : Pénétrométrie.
- Fig. XXIV : Tests de perméabilité de surface (méthode Pioger).

### 4) Liste des tableaux

- Tabl. I : Données physiques.
- Tabl. II : Matière organique.
- Tabl. III : Fractionnement de la matière organique.
- Tabl. IV : Phosphore.
- Tabl. V : Cations minéraux.

TABLEAU I : DONNEES PHYSIQUES

Requ	Caz	Humid	GRANULOMETRIE								STABILITE STRUCTURALE								
			A	LF	LC	SF	SG	H.C.	M.C.	Σ	Is	Agregat Alcool	Agregat Eau	Agregat Benzène	Ag1-SG	Ag2-SG	AgE-SG	K	
			%	%	%	%	%	(105)	%	%		%	%	%				me/mph	
P11	Tou	0,4	0,2	13,5	7,0	2,5	27,0	33,5	1,5	5,5	101,6	0,1	74,8	71,3	73,3	24,7	25,0	22,8	33,3
	C-10	1,1	1,2	21,3	3,3	1,3	21,0	49,5	1,3	2,5	102,3	0,2	72,6	67,3	65,7	17,5	11,6	13,3	57,1
	10-20	0,6	8,4	22,5	3,3	2,0	20,3	43,8	1,2	1,5	100,3	1,1	66,0	54,4	43,4	17,7	3,0	7,1	22,6
	20-30	0,2	13,3	25,3	3,5	2,3	19,4	47,8	1,2	1,3	100,7	2,0	61,3	47,3	45,6	17,3	1,2	3,6	10,1
	30-50	0,1	45,2	28,5	4,0	2,3	13,2	44,6	1,7	1,2	101,5	2,1	69,6	52,3	52,2	13,0	1,0	2,8	5,1
	50-70	-	53,6	30,3	5,5	1,4	12,1	42,1	2,0	0,9	101,2	2,3	67,8	49,4	48,1	21,4	0,9	3,3	3,8
	70-90	-	46,3	36,0	7,0	3,1	16,5	35,1	2,0	0,8	101,6	2,4	69,7	47,3	44,8	25,0	2,1	4,2	2,5
P12	Tou	0,2	0,2	15,0	3,0	3,2	33,1	37,3	1,6	4,5	98,3	0,0	66,6	67,1	68,0	25,0	27,0	25,4	37,1
	C-10	1,2	2,7	11,5	2,3	3,1	31,6	46,8	1,3	2,4	98,3	0,2	63,2	61,2	58,2	15,6	12,4	13,2	36,0
	10-20	0,3	12,0	18,5	3,5	3,3	29,2	43,2	1,0	1,6	100,4	0,8	58,6	52,2	47,2	14,1	4,0	7,6	22,5
	20-30	0,2	24,8	27,0	4,0	4,0	32,3	34,8	1,3	1,1	100,1	1,7	55,9	45,4	42,2	14,3	3,3	4,5	10,5
	30-50	0,1	42,9	29,5	4,3	3,4	26,7	35,9	1,2	0,8	100,6	1,7	65,0	48,2	44,8	20,8	1,3	4,2	5,1
	50-70	0,1	47,1	26,0	4,2	3,5	23,3	41,4	1,4	1,4	101,5	2,4	53,3	43,3	43,0	12,5	1,6	3,1	4,4
	70-90	-	68,4	31,8	5,0	3,3	20,8	37,3	1,7	0,7	100,6	2,2	62,3	45,4	41,6	17,5	0,8	4,5	4,4
P10	Tou	0,1	-	14,5	3,5	3,2	23,5	41,8	1,7	5,3	100,4	0,1	63,2	66,6	65,8	25,0	22,6	23,2	47,5
	C-10	0,3	1,1	13,5	2,5	2,3	24,2	51,5	0,7	1,3	93,5	0,2	72,8	67,3	67,0	13,6	3,3	11,0	40,7
	10-20	0,3	7,3	13,0	3,5	2,7	24,0	48,5	1,0	1,2	93,3	1,0	64,6	55,6	53,2	13,2	2,9	6,2	26,2
	20-30	0,3	18,3	29,3	3,5	3,4	24,2	43,6	1,1	1,2	100,3	1,5	65,0	54,1	48,6	15,3	1,6	5,4	15,6
	30-50	0,1	34,4	26,0	3,3	3,5	21,9	43,6	1,5	1,0	100,8	1,8	68,4	51,4	43,4	13,5	1,4	3,3	6,4
	50-70	0,1	42,6	28,8	4,0	3,1	17,5	45,0	1,7	0,8	100,3	2,0	71,3	52,4	48,4	24,1	1,1	5,1	5,4
	70-90	-	42,1	35,0	7,5	2,4	15,8	33,1	1,3	0,3	101,7	2,1	73,4	47,9	43,4	30,3	1,1	6,6	5,2
P11	Tou	0,1	-	15,5	3,6	4,1	27,5	45,1	1,1	4,2	101,1	0,1	66,1	65,4	63,2	13,3	16,0	17,6	27,5
	C-10	1,1	-	16,8	2,3	3,3	23,1	44,7	1,1	2,3	99,7	0,2	67,2	65,7	62,6	16,7	12,2	14,6	38,3
	10-20	0,4	1,8	18,5	3,3	3,3	27,5	44,6	0,9	1,2	93,4	0,3	61,2	53,1	43,6	14,2	3,5	6,5	13,1
	20-30	0,1	6,6	23,0	3,8	3,4	28,6	39,3	0,9	1,0	100,0	1,7	60,3	47,2	46,7	15,0	1,7	3,7	10,3
	30-50	-	22,6	24,8	3,8	4,6	23,0	42,7	1,3	0,3	100,8	1,3	66,0	53,5	48,8	18,2	1,3	3,5	6,9
	50-70	-	43,7	25,9	4,5	4,5	20,4	44,1	1,5	0,3	100,5	2,3	66,7	47,4	47,2	20,5	1,0	2,6	5,3
	70-90	-	47,7	33,0	5,3	3,1	15,6	42,8	1,6	0,8	101,1	2,4	62,7	45,0	43,7	26,4	1,0	3,7	4,8
P12	Tou	0,1	-	13,3	3,3	3,2	23,5	42,4	1,5	5,5	92,6	0,1	67,3	70,3	67,6	21,7	20,2	20,6	40,2
	C-10	0,3	3,2	24,0	3,5	2,3	19,2	46,8	1,5	2,7	100,0	0,5	76,0	66,7	60,2	24,3	14,7	16,7	20,8
	10-20	-	11,0	22,5	3,5	2,5	13,4	41,7	1,4	1,4	100,4	1,2	77,7	54,5	43,9	25,9	2,3	11,3	11,5
	20-30	0,3	24,5	31,3	3,5	2,7	18,3	42,7	1,5	1,3	100,9	1,7	70,3	51,3	46,5	26,5	1,5	6,3	11,6
	30-50	-	36,7	30,3	4,3	3,5	18,0	42,4	1,8	1,1	101,4	2,0	74,7	50,3	45,2	27,6	1,3	5,7	7,6
	50-70	-	30,7	36,5	5,0	3,4	15,3	34,2	2,1	1,0	101,2	2,1	73,2	43,7	42,2	32,0	1,3	7,5	5,7
	70-90	-	17,7	42,5	10,0	3,2	13,2	24,2	2,1	0,9	101,4	2,4	66,1	33,7	31,6	37,0	2,2	7,9	4,0
P13	Tou	0,2	-	18,2	3,6	5,0	31,3	28,1	2,8	10,3	100,3	0,1	68,6	48,5	68,0	30,5	30,1	30,0	24,0
	C-10	0,7	0,8	16,5	3,3	4,1	31,5	42,1	1,3	2,3	100,5	0,2	64,5	62,8	58,1	15,3	12,8	17,6	32,3
	10-20	0,4	13,4	19,5	3,5	4,4	30,1	35,3	1,0	1,3	93,3	1,0	60,8	51,4	44,5	18,0	3,5	3,2	16,0
	20-30	0,1	21,2	21,5	4,8	5,3	20,1	37,1	1,4	1,1	101,4	0,1	54,2	42,2	38,6	14,1	1,2	4,0	5,0
	30-50	-	32,9	25,3	6,0	4,4	27,3	35,2	1,4	1,0	101,4	2,4	58,2	40,9	34,1	20,1	1,2	2,7	8,2
	50-70	-	36,2	33,3	6,0	2,6	21,2	34,0	1,8	1,0	101,3	2,3	63,3	33,9	37,2	25,8	1,1	3,9	4,8
	70-90	-	28,8	38,3	3,8	2,0	19,3	27,3	2,1	0,3	93,2	2,0	73,4	56,4	51,8	13,6	1,0	3,0	6,0
P14	Tou	0,2	0,2	21,0	5,1	4,3	21,1	37,0	1,9	10,0	102,8	0,1	80,5	80,6	80,6	28,5	27,2	26,3	133,8
	C-10	0,8	0,2	13,5	4,3	2,8	20,6	56,2	1,4	2,5	101,2	0,2	77,6	73,8	71,6	17,6	11,4	14,6	52,8
	10-20	0,4	1,3	18,5	4,0	3,6	21,9	50,3	1,3	1,4	100,3	0,8	72,7	60,1	56,0	15,7	3,1	7,0	22,2
	20-30	0,1	6,1	21,8	4,3	3,5	18,4	50,6	1,5	1,1	101,0	1,5	70,6	56,3	51,8	17,3	1,4	4,0	12,0
	30-50	-	16,3	23,0	4,3	2,2	17,3	46,5	1,4	0,9	101,1	2,4	64,6	37,1	31,7	32,3	1,2	6,5	4,1
	50-70	0,2	21,3	22,8	5,3	1,4	12,4	45,6	1,7	1,0	100,5	2,4	70,3	47,0	46,4	25,5	1,2	3,3	5,1
	70-90	-	30,3	35,3	3,3	1,4	12,6	30,8	2,3	0,8	100,4	2,6	68,3	44,7	41,8	27,4	1,1	3,6	4,4
P15	Tou	0,1	0,4	20,1	4,1	3,0	13,2	46,3	1,5	6,5	100,7	0,1	74,3	76,2	77,7	23,5	23,4	23,2	57,8
	C-10	0,5	11,8	19,5	4,3	3,2	22,1	47,8	1,7	2,7	101,2	0,2	75,3	71,6	65,9	20,8	12,8	16,8	51,5
	10-20	0,4	28,3	24,8	3,0	3,6	20,4	46,4	1,7	3,0	100,8	0,2	74,5	61,6	56,3	20,3	4,8	9,9	13,3
	20-30	0,1	41,7	25,3	3,8	3,8	17,7	47,1	1,8	1,4	100,3	1,3	73,0	58,6	54,5	20,1	1,4	6,6	13,2
	30-50	-	48,4	20,3	5,3	3,0	14,3	45,0	1,3	1,1	101,3	1,3	75,6	55,7	50,3	23,0	0,9	5,7	7,8
	50-70	-	40,9	38,5	4,0	3,0	12,5	40,9	2,2	1,0	101,4	2,0	74,6	54,1	43,5	23,2	0,9	6,1	6,6
	70-90	-	25,6	36,0	8,3	2,4	11,9	37,7	2,1	0,3	100,7	2,1	74,7	47,6	45,4	31,4	1,1	6,4	4,5
P16	Tou	-	-	14,5	7,0	5,8	27,3	15,3	1,0	2,3	100,0	0,2	39,3	38,8	42,0	21,3	23,6	21,4	20,2
	C-10	1,0	0,7	13,0	5,8	3,2	14,4	35,2	1,2	1,7	101,0	0,2	45,7	43,6	44,2	13,4	13,2	13,3	23,6
	10-20	0,2	12,9	14,0	5,5	3,1	17,1	27,2	1,0	1,1	101,3	1,1	43,0	34,6	30,8	15,8	4,1	6,5	15,7
	20-30	-	22,5	17,5	4,3	3,2	19,3	26,2	1,2	0,9	101,1	1,3	44,5	31,2	23,2	16,5	2,2	4,7	10,7
	30-50	-	23,0	20,5	4,5	3,0	17,3	24,3	1,4	0,3	100,5	2,2	43,6	33,0	23,5	20,4	1,4	4,4	7,2

		MATIERE ORGANIQUE				ELEMENTS MINERALISABLES							HUMINE				
		H.O. total %	C %	N %	C/N	C Minér. %	NO <sub>3</sub> Initial 10 <sup>-5</sup>	NO <sub>3</sub> Ap. Incub. 10 <sup>-5</sup>	NH <sub>4</sub> Initial 10 <sup>-5</sup>	NH <sub>4</sub> Ap. Incub. 10 <sup>-5</sup>	Imidicé Minér. de Ruzick	Humine dissociée			Humine attachée à l'humine	Quantité	
												C %	C %	C %			
FORESTIERE	PT1	Tur	5,5	31,30	2,53	12,61	0,36	2,93	5,22	4,22	3,22	0,51	1,70	2,21	3,56	1,24	73,11
		0-10cm	2,5	14,25	1,13	12,61	0,16	2,26	4,51	1,43	0,45	1,25	0,61	1,30	2,16	0,70	43,0
		10-20	1,5	8,83	0,75	11,85	0,08	0,18	2,66	0,71	0,11	2,51	0,46	0,96	0,71	0,64	32,34
		20-30	1,3	7,64	1,10	6,97	0,05	0,07	1,61	0,61	0,41	1,22	0,33	0,77	0,77	1,38	14,43
		30-50	1,2	6,77	0,48	14,10	0,03	0,10	0,62	0,34	0,43	1,52					
		50-70	0,3	5,33	0,43	12,40	0,03	0,10	0,28	0,38	0,50	0,70					
	70-90	0,2	4,81	0,35	13,74	0,01	0,03	0,31	0,55	0,41	0,40						
REFERENCE	PT2	Tur	4,5	26,03	3,23	8,06	0,33	0,19	2,93	2,24	5,29	1,21	1,86	1,95	4,12	1,26	72,46
		0-10	2,4	13,92	1,05	13,26	0,16	1,63	3,68	1,66	0,33	0,63	0,73	1,06	1,68	0,92	33,83
		10-20	1,6	9,32	0,73	12,77	0,03	0,20	3,25	0,88	0,07	3,07	0,63	1,06	0,87	0,50	35,60
		20-30	1,1	6,47	2,40	2,70	0,05	0,01	1,38	0,31	0,52	0,66	0,37	0,31	1,38	0,64	6,56
		30-50	0,8	4,37	0,43	10,16	0,02	0,18	0,23	0,32	0,55	0,65					
		50-70	1,1	6,25	0,60	15,63	0,01	0,03	0,36	0,38	0,62	1,28					
	70-90	0,7	4,02	0,30	13,40	0,01	0,27	0,68	0,30	0,52	2,10						
CHAMP DE RIZ	P0	Tur	5,3	34,16	0,82	38,22	0,26	0,01	2,78	1,62	3,46	5,24	1,33	1,82	5,15	1,58	76,08
		0-10	1,3	10,97	0,80	13,71	0,03	1,37	3,76	2,27	0,33	0,56	0,52	0,34	1,26	0,76	42,57
		10-20	1,2	7,06	0,55	12,84	0,07	0,15	2,05	0,42	0,01	2,58	0,65	0,87	0,63	12,08	1,09
		20-30	1,2	6,81	0,53	12,85	0,06	0,05	1,76	0,25	0,01	2,76	0,57	1,74	0,87	0,68	3,24
		30-50	1,0	5,52	0,53	10,42	0,04	0,57	0,45	0,35	0,01						
		50-70	0,8	4,77	0,40	11,93	0,02	0,22	0,27	0,31	0,41	0,38					
	70-90	0,3	5,01	0,50	10,02	0,03	0,27	0,26	0,17	0,42	0,48						
	P1	Tur	4,2	24,17	1,78	13,58	0,24	0,19	3,42	2,32	2,12	1,70	1,68	1,30	4,46	1,0	63,80
		0-10	2,3	13,60	1,00	13,60	0,14	0,13	2,0	1,24	0,84	1,47	0,71	1,20	2,13	1,08	31,94
		10-20	1,2	6,35	0,73	9,52	0,08	0,22	1,92	0,60	0,18	1,75	0,48	0,83	3,05	0,14	32,14
		20-30	1,0	5,51	0,45	12,24	0,06	0,35	0,78	0,24	0,25	0,32	0,35	0,83	0,83	0,64	1,25
		30-50	0,8	4,43	0,43	10,44	0,03	0,03	0,36	0,32	0,23	0,23					
		50-70	0,8	4,85	0,38	12,76	0,02	0,01	0,20	0,32	0,27	1,35					
	70-90	0,3	4,55	0,40	11,38	0,02	0,01	0,16	0,21	0,20	1,85						
	P2	Tur	5,4	31,23	2,20	14,20	0,16	0,03	1,01	2,85	5,70	1,71	1,97	1,83	7,02	2,66	41,03
		0-10	2,7	15,50	1,08	14,35	0,10	0,35	2,27	1,05	0,22	0,38	0,70	1,55	4,56	0,16	64,38
		10-20	1,4	8,23	0,70	11,76	0,06	0,68	1,37	0,55	0,17	1,30	0,34	0,86	3,03		
		20-30	1,3	7,30	0,60	12,17	0,05	0,16	1,23	0,43	0,27	0,52	0,43	0,31	1,31	0,64	17,81
		30-50	1,1	6,25	0,45	13,83	0,03	0,05	0,40	0,32	0,65	1,51					
		50-70	1,0	6,05	0,48	12,60	0,02	0,03	0,33	0,34	0,22	1,63					
	70-90	0,3	5,12	0,38	13,47	0,01	0,03	0,33	0,30	0,23	0,61						
FORESTIERS	P4	Tur	10,8	62,71	4,45	14,03	0,33	2,74	5,23	4,33	7,65	1,31	3,53	2,08	11,34	2,64	74,43
		0-10	2,3	13,12	1,05	12,55	0,16	1,70	3,80	0,34	0,13	1,23	0,76	1,18	4,18	0,02	300,0
		10-20	1,3	7,35	0,70	10,50	0,08	0,38	2,26	0,42	0,01	1,23	0,51	0,31	1,31	0,34	15,88
		20-30	1,1	6,18	0,50	12,56	0,07	0,14	1,41	0,38	0,01	1,78	0,45	0,73	1,60	0,30	4,0
		30-50	1,0	5,55	0,45	12,33	0,02	0,02	1,01	0,10	0,03	2,04					
		50-70	0,1	5,56	0,32	14,63	0,02	0,10	0,48	0,41	0,23	0,53					
	70-90	0,3	5,13	0,38	13,50	0,02	0,06	0,18	0,35	0,77	1,42						
RECRUS	P7	Tur	10,0	58,15	4,15	14,01	0,32	1,55	7,27	3,54	3,64	1,40	3,73	2,30	11,03	2,64	78,41
		0-10	2,5	14,70	1,20	12,25	0,18	1,06	2,31	1,24	1,52	1,22	0,83	1,05	1,84	2,34	17,48
		10-20	1,4	8,15	0,70	11,64	0,08	0,22	1,71	0,34	0,30	2,21	0,47	0,86	1,73	0,42	33,76
		20-30	1,1	6,53	0,55	11,87	0,05	0,16	0,78	0,24	0,66	0,30	0,44	0,21	1,71	0,44	15,55
		30-50	0,9	5,48	0,45	12,18	0,03	0,12	0,15	0,45	0,35						
		50-70	1,0	5,20	0,40	14,50	0,02	0,17	0,11	0,50	0,57	0,03					
	70-90	0,8	4,53	0,33	13,91	0,02	0,01	0,04	0,26	0,43	0,73						
	P15	Tur	6,5	37,63	2,35	12,76	0,03	1,95	3,23	5,78	7,53	1,05	2,08	1,30	5,11	2,12	65,61
		0-10	2,7	15,55	1,23	12,64	0,17	2,26	4,18	1,31	0,34	0,77	0,3	0,87	2,76	0,58	88,10
		10-20	2,0	11,44	0,28	13,0	0,02	0,35	2,57	1,47	1,22	2,24	0,63	0,38	2,44	0,72	28,13
		20-30	1,4	8,33	0,60	13,28	0,07	0,10	1,20	0,27	1,33	2,65	0,47	0,80	1,86	1,50	10,30
		30-50	1,1	6,35	0,48	12,23	0,04	0,01	0,32	0,26	0,75	0,54					
		50-70	1,0	5,52	0,50	11,24	0,02	0,01	0,30	0,55	0,52	0,52					
	70-90	0,8	4,65	0,43	10,81	0,01	0,01	0,23	0,44	0,33	0,40						
	P38	Tur	2,3	17,03	1,40	12,21	0,17	1,10	2,12	3,54	4,25	1,24	1,03	0,72	3,26	1,04	45,53
		0-10	1,7	10,05	0,38	11,42	0,03	0,86	2,72	1,44	0,21	1,40	0,78	0,82	2,02	1,04	10,13
		10-20	1,1	6,52	0,58	11,24	0,07	0,15	1,23	0,35	0,16	2,67	0,46	0,23	1,70	1,46	0,21
		20-30	0,3	5,34	0,50	10,48	0,04	0,07	0,37	0,43	0,37	1,68	0,40	0,34	1,21	1,38	5,65
		30-50	0,8	4,76	0,43	11,67	0,03	0,01	0,37	0,22	0,61	1,74					



TABLEAU IV : PHOSPHORE

		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total %	P Olsen ppm	P Bray <sup>2</sup> ppm	P <sub>m</sub> 48 ppm	Phospha lixation ppm	TD
PT1	Tur	0,39	20	15	28	45	8,62
	0-10	0,28	18	11	16	75	3,44
	10-20	0,26	10	4	6	110	0,50
	20-30	0,30	7	2	2	135	0,10
PT2	Tur	0,28	13	8	16	53	3,15
	0-10	0,23	12	6	11	62	1,78
	10-20	0,24	10	4	6	93	0,58
	20-30	0,24	7	3	2,5	104	0,16
PD	Tur	0,36	30	36	36,5	30	18,25
	0-10	0,21	11	5	9	60	1,39
	10-20	0,23	7	2	3	95	0,21
	20-30	0,21	7	1	2	110	0,12
P1	Tur	0,34	10	5	9	60	1,29
	0-10	0,24	11	6	10,5	55	1,75
	10-20	0,23	8	3	4,5	83	0,40
	20-30	0,24	8	1	1,5	102	0,11
P2	Tur	0,37	13	8	10,5	80	1,47
	0-10	0,29	11	4	7	95	0,73
	10-20	0,26	9	2	3	132	0,19
	20-30	0,25	6	1	1	165	0,04
P4	Tur	0,57	15	9	5,5	45	1,65
	0-10	0,24	12	6	12,5	82	1,60
	10-20	0,23	7	2	4	130	0,20
	20-30	0,22	6	1	2	142	0,08
P7	Tur	0,74	12	5	27,5	65	4,29
	0-10	0,42	11	5	12,5	70	1,70
	10-20	0,36	8	2	4,5	80	0,41
	20-30	0,39	6	2	4,5	105	0,24
P15	Tur	0,40	11	5	16,5	44	3,30
	0-10	0,28	14	8	11,2	85	1,58
	10-20	0,30	13	4	2	114	0,20
	20-30	0,33	8	2	1,4	145	0,07
P38	Tur	0,28	11	6	9,5	80	1,15
	0-10	0,23	12	7	3,5	65	1,48
	10-20	0,20	8	3	4	104	0,29
	20-30	0,17	6	2	1,4	135	0,06

TABLEAU V : CATIONS MINERAUX

	Pit.	COMPLEXE ADSORBANT											CATIONS DE RESERVE				
		H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup> mc.	Mg <sup>2+</sup> mc.	K <sup>+</sup> mc.	Na <sup>+</sup> mc.	S mc.	T mc.	CO <sub>2</sub> /T %	Taux Calcif. Ca à 350°	Partic. de calcif.	Ca <sup>2+</sup> mc.	Mg <sup>2+</sup> mc.	K <sup>+</sup> mc.	Na <sup>+</sup> mc.	S mc.
PT1	Tur	4,8	3,5	2,40	0,30	0,18	0,03	3,51	3,55	36,75	2,41	7,33	3,45	2,10	0,20	0,48	6,23
	0-10cm	4,1	3,7	0,60	0,30	0,11	0,05	1,06	5,80	18,28	1,93	4,24	0,75	1,40	0,10	0,48	2,73
	10-20	4,2	3,3	0,20	0,10	0,04	0,02	0,36	3,32	9,18	2,13	3,07	0,35	1,40	0,10	0,26	2,11
	20-30	4,3	4,0	0,20	0,10	0,01	0,02	0,33	3,80	8,68	2,41	3,11	0,35	1,40	0,01	0,01	1,77
	30-50	4,9	4,2	0,18	0,10	0,01	0,01	0,30	3,53	8,36	2,68	3,53	1,60	2,50	1,60	3,16	8,26
	50-70	4,3	4,3	0,14	0,10	0,03	0,01	0,34	3,41	9,97	3,03	4,17	1,20	2,50	1,50	1,80	7,00
	70-90	5,0	4,4	0,15	0,10	0,01	0,01	0,27	3,63	7,32	2,31	3,72	1,20	2,50	1,10	1,26	6,06
PT2	Tur	5,4	4,6	3,44	1,90	0,13	0,03	5,50	8,94	61,52	2,38	7,93	3,68	2,30	0,17	0,03	6,18
	0-10	4,9	4,2	1,30	0,70	0,11	0,03	2,14	5,03	42,54	1,55	3,97	1,68	1,60	0,17	0,01	3,43
	10-20	4,7	4,1	0,44	0,30	0,04	0,02	0,80	3,63	21,68	1,76	2,93	0,55	1,40	0,07	0,04	2,06
	20-30	4,6	4,1	0,20	0,20	0,01	0,02	0,43	3,41	12,61	2,13	2,79	0,45	1,60	0,10	0,16	2,31
	30-50	4,9	4,3	0,20	0,10	0,01	0,01	0,32	2,85	11,23	2,13	2,71	2,20	2,50	1,80	3,16	9,66
	50-70	5,0	4,4	0,22	0,10	0,02	0,01	0,35	3,02	11,59	2,38	3,10	1,80	2,50	1,60	2,40	8,30
	70-90	5,1	4,5	0,31	0,10	0,01	0,01	0,43	3,03	13,92	2,78	3,58	0,90	2,10	1,20	1,16	5,36
PO	Tur	5,8	4,3	3,68	1,60	0,16	0,03	5,47	10,28	53,21	2,60	8,63	5,65	2,60	0,30	0,24	8,73
	0-10	4,8	4,0	0,84	0,40	0,03	0,01	1,34	4,24	31,60	1,74	2,73	0,35	1,20	0,10	0,10	2,35
	10-20	4,6	4,1	0,26	0,20	0,04	0,03	0,53	3,24	16,36	1,80	2,60	0,35	1,30	0,10	0,10	1,85
	20-30	4,8	4,2	0,30	0,20	0,02	0,02	0,54	3,42	15,73	2,13	2,95	0,35	1,40	0,01	0,08	1,84
	30-50	5,0	4,4	0,30	0,20	0,01	0,01	0,52	3,31	15,71	2,28	3,37	1,50	2,60	1,90	3,16	9,56
	50-70	5,0	4,5	0,24	0,20	0,03	0,01	0,48	3,21	14,35	2,55	3,28	1,60	2,50	1,60	2,06	7,76
	70-90	5,0	4,5	0,18	0,20	0,01	0,01	0,40	3,53	11,33	3,30	3,85	1,50	2,60	1,20	2,06	7,36
PA	Tur	6,6	5,6	3,06	1,50	0,34	0,01	4,31	7,28	67,45	2,17	5,28	6,30	2,70	1,30	0,10	10,40
	0-10	5,6	4,7	1,80	0,70	0,05	0,01	2,60	4,93	52,10	1,42	3,71	2,15	1,60	0,12	0,16	4,03
	10-20	4,8	4,1	0,44	0,25	0,04	0,01	0,74	3,37	21,96	1,43	2,58	0,65	1,30	0,10	0,36	2,41
	20-30	4,5	4,2	0,38	0,20	0,04	0,01	0,63	3,08	20,45	2,03	2,43	0,35	1,40	0,10	0,36	2,21
	30-50	5,0	4,3	0,35	0,20	0,04	0,01	0,60	2,74	21,90	2,30	2,85	0,50	1,40	0,10	0,08	2,08
	50-70	5,2	4,4	0,38	0,20	0,07	0,02	0,67	3,06	21,30	2,60	3,33	0,60	1,70	0,25	0,16	2,71
	70-90	5,1	4,4	0,36	0,10	0,02	0,01	0,43	3,21	15,26	2,93	3,66	0,50	1,70	0,40	0,16	2,76
P2	Tur	6,4	5,5	4,26	1,70	0,23	0,02	6,21	9,76	63,63	3,24	7,35	7,50	2,80	0,95	0,20	11,45
	0-10	5,0	4,2	1,50	0,60	0,06	0,01	2,17	5,73	37,87	2,13	4,63	2,05	1,90	0,10	0,26	4,21
	10-20	4,7	4,1	0,30	0,20	0,02	0,01	0,53	4,30	12,33	2,53	3,63	0,65	1,70	0,02	0,42	2,85
	20-30	4,7	4,2	0,20	0,15	0,02	0,01	0,38	3,92	9,69	2,56	3,76	0,35	1,60	0,07	0,10	2,12
	30-50	4,9	4,3	0,18	0,10	0,01	0,01	0,30	3,66	8,20	2,91	4,02	0,30	1,40	0,10	0,08	1,88
	50-70	5,0	4,3	0,18	0,20	0,01	0,01	0,40	3,96	10,10	2,93	3,22	0,40	1,80	0,10	0,16	2,46
	70-90	4,9	4,3	0,18	0,10	0,01	0,01	0,30	3,70	8,11	3,65	4,14	1,0	2,40	0,25	1,30	5,55
P4	Tur	5,9	5,1	4,54	1,90	0,31	0,03	6,80	12,56	54,14	3,42	8,57	17,90	5,90	1,80	0,32	25,92
	0-10	5,0	4,3	1,58	0,50	0,07	0,01	2,16	5,58	38,71	1,81	4,16	2,05	2,10	0,20	0,07	4,52
	10-20	4,8	4,1	0,61	0,20	0,03	0,01	0,85	4,13	20,58	2,12	3,03	0,95	2,30	0,30	0,20	3,75
	20-30	4,8	4,2	0,58	0,20	0,02	0,01	0,81	3,81	21,21	2,41	2,87	1,0	2,50	0,25	0,04	3,73
	30-50	5,1	4,3	0,60	0,20	0,01	0,01	0,82	3,76	21,81	3,02	3,43	2,30	3,80	1,90	2,76	10,70
	50-70	4,8	4,3	0,52	0,30	0,02	0,01	0,85	4,03	20,78	3,55	3,58	1,20	3,70	1,70	0,40	6,00
	70-90	5,1	4,4	0,46	0,30	0,01	0,01	0,78	4,24	18,40	4,21	4,05	1,50	4,40	1,80	1,30	9,60
P7	Tur	6,3	5,9	4,96	2,90	0,51	0,03	8,40	12,71	66,03	3,66	8,53	14,90	7,0	2,65	0,06	24,61
	0-10	5,5	4,7	1,60	1,10	0,13	0,02	2,85	5,16	55,23	1,81	4,0	2,50	2,30	0,95	0,04	5,73
	10-20	5,1	4,2	0,58	0,50	0,07	0,02	1,47	3,60	32,50	2,03	3,23	0,90	1,90	1,00	0,04	3,84
	20-30	5,1	4,4	0,38	0,40	0,05	0,01	0,84	3,03	27,18	1,80	2,58	0,70	2,10	1,00	0,14	3,94
	30-50	5,3	4,5	0,35	0,40	0,04	0,01	0,80	3,03	26,40	2,57	3,11	2,30	3,30	2,80	3,16	11,56
	50-70	5,3	4,7	0,32	0,40	0,03	0,01	0,76	3,03	25,08	2,65	3,33	1,80	3,20	2,60	1,96	9,56
	70-90	5,3	4,8	0,34	0,50	0,03	0,01	0,88	3,24	27,18	3,45	3,83	1,70	3,30	2,40	1,96	9,36
P15	Tur	5,3	4,9	3,66	1,70	0,26	0,03	5,65	10,46	54,02	3,81	7,27	7,70	3,20	0,40	0,50	11,80
	0-10	4,5	4,0	0,86	0,40	0,03	0,01	1,36	5,81	23,41	2,03	4,58	1,40	1,60	0,10	0,02	3,12
	10-20	4,4	4,0	0,42	0,20	0,10	0,02	0,74	5,56	13,31	2,49	4,24	0,80	1,70	0,00	0,04	2,54
	20-30	4,7	4,1	0,30	0,20	0,02	0,02	0,54	4,37	12,36	2,35	3,76	0,50	1,60	0,25	0,04	2,33
	30-50	4,9	4,2	0,32	0,20	0,01	0,01	0,54	4,34	12,44	2,73	3,72	1,30	2,30	0,95	0,36	4,91
	50-70	4,9	4,2	0,32	0,20	0,01	0,01	0,54	4,03	13,20	3,28	3,97	1,0	2,10	0,75	0,14	3,93
	70-90	5,0	4,3	0,30	0,20	0,01	0,01	0,52	3,87	13,46	3,80	4,10	1,40	2,20	0,90	0,24	4,74
P38	Tur	5,2	4,2	1,26	0,70	0,13	0,02	2,11	10,51	20,03	2,32	3,67	2,20	3,0	0,90	0,10	6,20
	0-10	4,8	4,0	0,50	0,30	0,06	0,01	0,87	4,31	20,13	1,88	3,13	1,60	2,70	1,50	0,32	6,13
	20-20	4,7	4,0	0,26	0,10	0,03	0,01	0,46	3,38	13,61	1,83	2,21	0,50	2,30	0,45	0,12	3,37
	20-30	5,0	4,2	0,43	0,20	0,01	0,01	0,65	3,47	18,73	2,53	2,43	0,90	2,60	0,70	1,15	5,34
	30 50	5,0	4,2	0,57	0,20	0,01	0,01	0,73	3,77	20,35	2,91	2,83	1,0	2,90	0,75	0,02	4,67

FIG III : CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET TEXTURAUX DES SOLS

