

PROGRAMME D'ETUDE TYPOLOGIQUE ET GENETIQUE DE DEUX
TYPES D'ASSOCIATION DE SOLS SUR LES GRANITO-
GNEISS DU BASSIN DE LA BENOUE

par

P. BRABANT

I.- SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin de la Bénoué, affluent du Niger, se situe dans le Nord-Cameroun, au Nord des Plateaux de l'Adamaoua, entre les 8° et 10° degrés Nord et les 13° et 15° degrés Est.

L'altitude varie de 600 à 200 m.

Le climat est soudano-guinéen : pluviosité de 1 100 à 1 400mm ; température moyenne de 26° ; 6 mois de saison sèche.

La végétation est soit une forêt claire à Isoberlinia, soit une savane soudanienne dégradée.

II.- LE MATERIEL D'ETUDE

Deux types d'association de sols sont fréquents dans le bassin de la Bénoué, en particulier sur les roches granitiques (fig. 1).

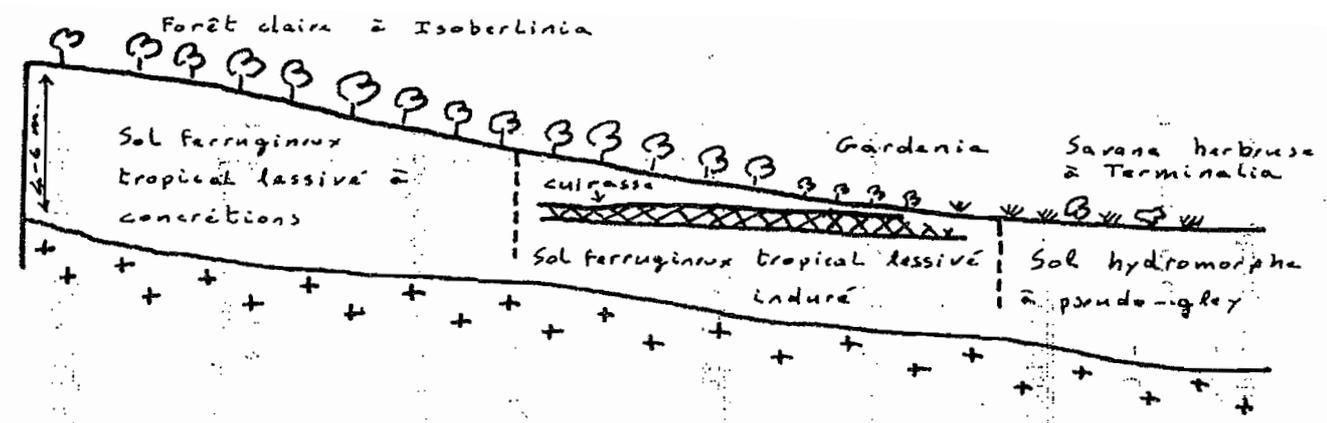
A.- Association de type I

- Les sols sont associés dans le paysage en fonction de la topographie.

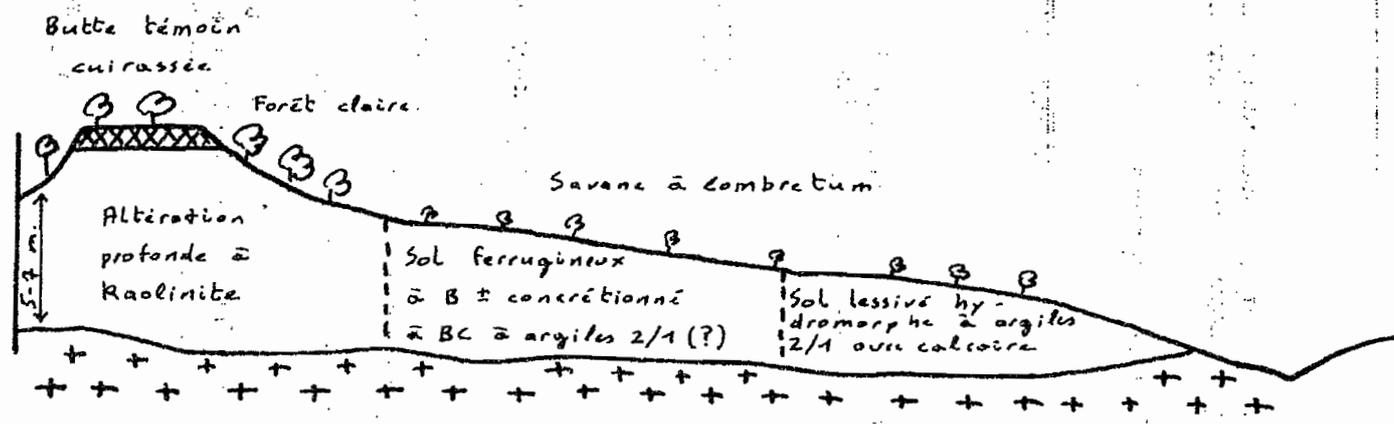
- Le caractère le plus remarquable est l'individualisation des oxydes, hydroxydes de fer et manganèse et leur accumulation en des endroits privilégiés.

(*) ORSTOM, B. P. 193, Yaoundé (Cameroun).

Zone amont:
Association type I



Zone intermédiaire



Zone aval:
Association type II

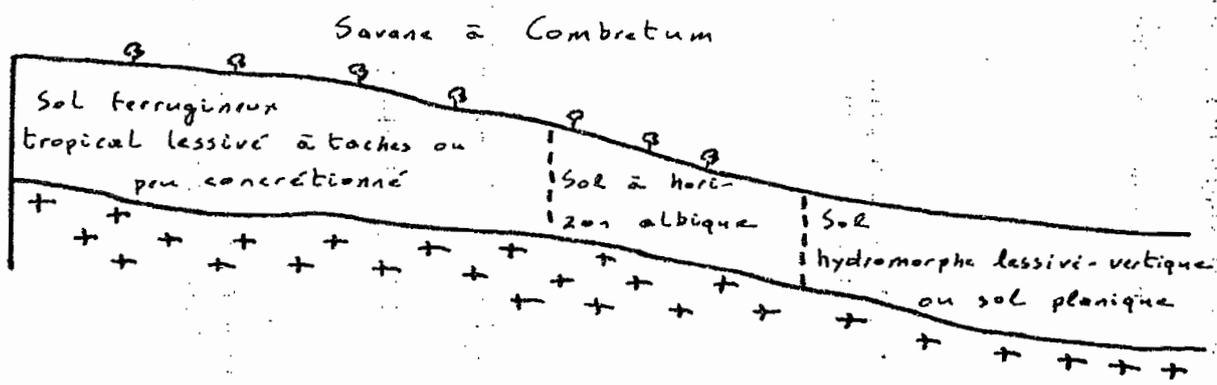


Figure 1

giés du paysage ; l'hydromorphie est toujours présente et d'importance variable le long de la toposéquence.

- La toposéquence est à 3 termes principaux qui, du sommet de l'interfluve au talweg, sont :

- . un terme à faible accumulation des oxydes et hydroxydes dans des conditions d'hydromorphie modérées ;
- . un terme à forte accumulation des oxydes et hydroxydes avec accroissement des conditions d'hydromorphie ;
- . un terme soumis à un engorgement par l'eau prolongé.

- L'argile kaolinique est dominante.

- La plupart des termes sont moyennement saturés.

Cette association est celle de sols dont les dénominations sont, dans la nomenclature courante les suivantes :

- Sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches ou concrétions ;
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés ;
- Sols hydromorphes minéraux à pseudogley.

B.- Association de type II

- Les sols sont associés dans le paysage en fonction de la topographie.

- Le caractère le plus remarquable est la présence, à un niveau quelconque de la toposéquence, d'horizons albiqes appauvris en plasma minéral ; l'individualisation et l'accumulation des oxydes et hydroxydes métalliques est faible ; l'hydromorphie est d'importance variable.

- La toposéquence est à 3 termes principaux dont deux termes peuvent être variables, le troisième étant toujours un sol à horizon albiqes.

Ex : sol ferrugineux tropical peu ou pas concrétionné
sol à horizon albiqes
sol hydromorphe ou sol planique

- Des argiles 2/1 sont présentes.

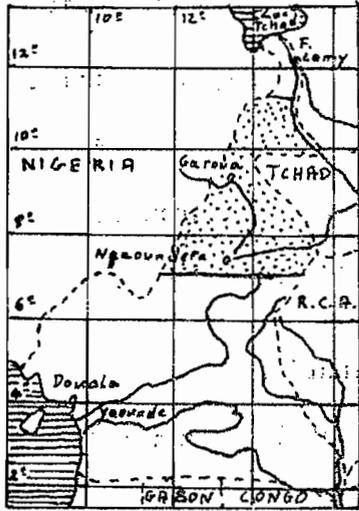
- Les termes somitaux sont généralement insaturés et les termes inférieurs saturés.

III.- LES MOTIVATIONS DE L'ETUDE

En Afrique de l'Ouest :

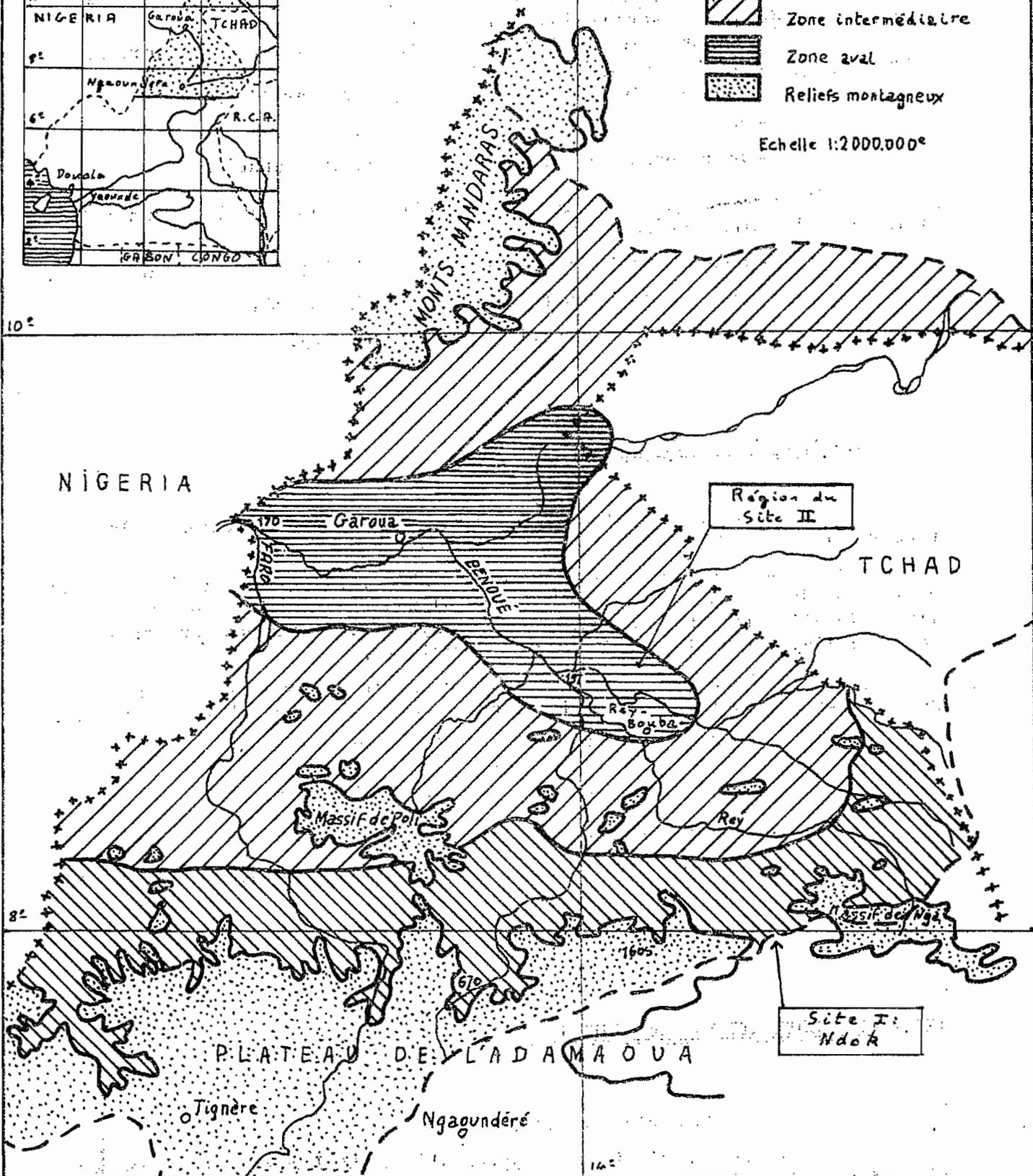
- Les associations de type I s'étendent largement dans une bande climatique qui oscille entre le 8^{ème} et 14^{ème} Nord suivant la longitude. Dans cette zone, elles représentent une des associations de sols les plus courantes, qui ont fait l'objet de nombreux travaux cartographiques.

Figure 2



- Limite du bassin versant
-  Zone amont
-  Zone intermédiaire
-  Zone aval
-  Reliefs montagneux

Echelle 1:2000.000^e



- Les associations de type II ont été jusqu'à présent mal définies. Il a été fait des observations fragmentaires, dispersées et des interprétations fort diverses. Il semblerait que certains parmi les sols reconnus comme plansols, sols albiques, plansolods, solods, solonetz solodisés, sod-podzolic soils, sols à horizons blanchis, leached pallid soils, sols gris de bas-fond, et certains sols hydromorphes à pseudo-gley, subissent une évolution pédogénétique relevant du même processus, caractérisé par un fort appauvrissement de certains volumes de sols en plasma minéral.

Dans le bassin de la Bénoué, les deux types de toposéquences sont associés à des paysages différents entre lesquels il est possible d'établir des relations dans l'espace et dans le temps. La cartographie au 1/200 000ème a fait apparaître des ensembles homogènes qui se distribuent de la façon suivante (fig 2) :

1°) Une zone amont : la phase d'érosion active actuelle remontant le long du réseau hydrographique n'a pas encore modifié le paysage ; l'érosion se limite aux abords des principaux axes de drainage. Les sols sont profonds, bien conservés, à dominance de kaolinite ; les formes d'accumulation du fer sont fréquentes. L'association de sols type I y domine largement.

2°) Une zone aval : qui a déjà subi d'importants phénomènes d'érosion et de remaniement. On y observe de très rares témoins d'une ancienne altération profonde à kaolinite sous forme de buttes à sommet cuirassé, aux pentes escarpées, dominant le paysage d'une cinquantaine de mètres. Les altérations sont moins profondes que dans la zone amont et les sols contiennent en abondance des minéraux 2/1 ; la nature des sols paraît plus sensible aux variations de la nature de la roche-mère. L'appauvrissement en plasma minéral est très fréquent et s'observe sous des formes variées : au niveau des agrégats, d'un horizon ou d'un profil entier. Les formes d'accumulation du fer sont discrètes et n'apparaissent pas dans le paysage. Les associations de type II sont observées fréquemment.

3°) Une zone intermédiaire qui paraît actuellement être en but aux actions les plus intenses de l'érosion. On y observe des différenciations qui se rapprochent des deux types précédents, chacune figurant :

- soit en petits ensembles homogènes correspondant au type I ou au type II (le type II étant ici moins différencié que dans la zone aval).
- soit simultanément dans la même toposéquence :
 - . termes somitiaux sous forme de buttes cuirassées avec altération profonde à kaolinite, dominant le paysage de 10 à 15 mètres ;
 - . termes inférieurs avec altération à argile 2/1 et appauvrissement en plasma plus ou moins marqué ;
 - . termes intermédiaires plus ou moins développés et souvent complexes.

On peut établir une chronologie relative entre ces divers paysages et le manteau pédologique qui leur est associé. C'est ainsi que l'on peut considérer le paysage de la zone aval comme plus récent que celui de la zone amont et les sols plus jeunes quant à leur évolution. Il existe une zone intermédiaire où coexistent à côté de formes anciennes, des formes très récentes ; ceci peut se révéler intéressant pour la recherche de certaines liaisons entre les deux systèmes.

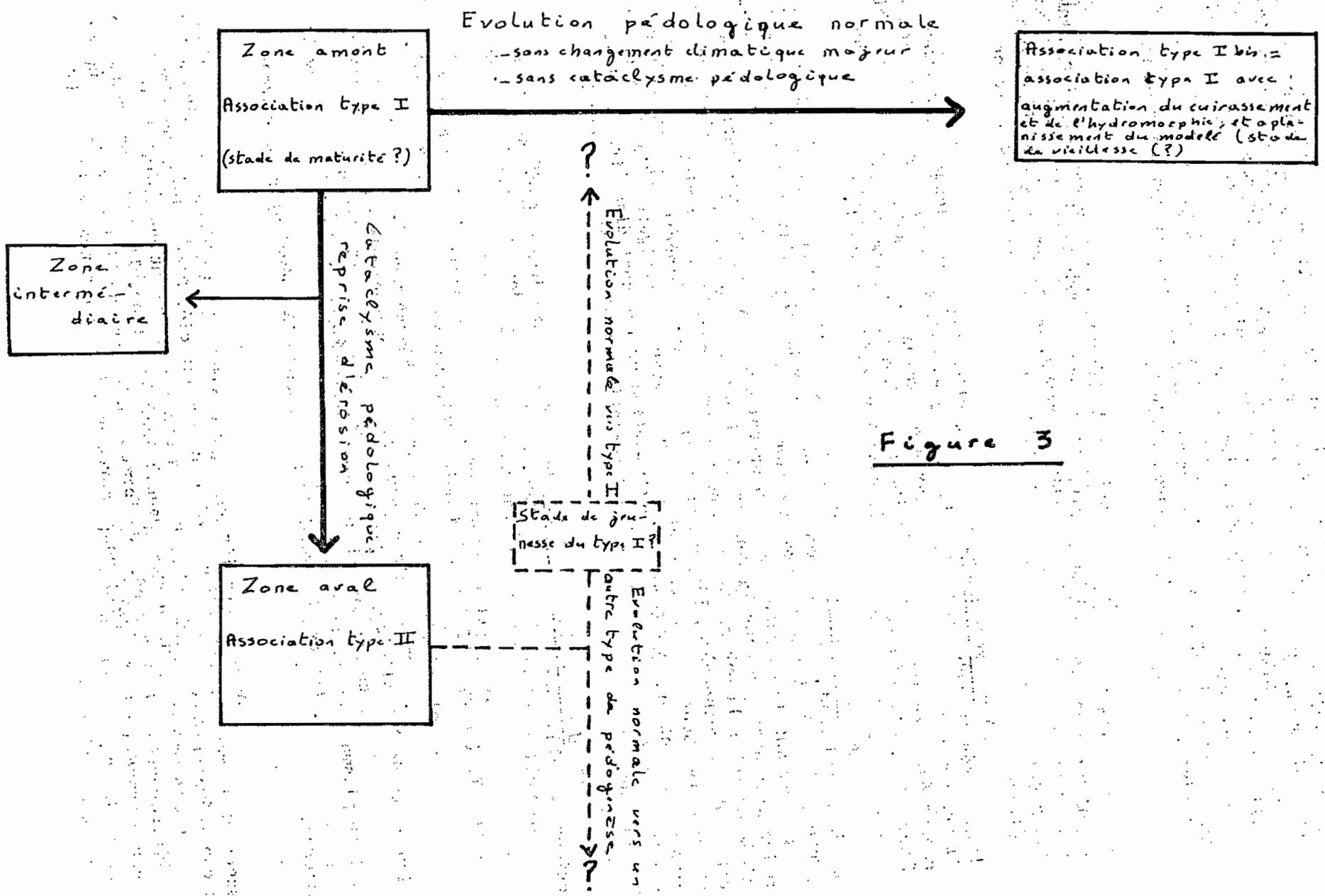


Figure 3

Le paramètre climatique peut être considéré comme à peu près invariant à l'échelle du bassin, et les 2 types d'associations seront étudiés sur le même matériau. Le principal paramètre variant d'un type à l'autre est donc le temps d'évolution provoquant la différenciation des sols en relation avec des unités de paysages. C'est en fonction de ce facteur temps que l'on cherchera à établir et comprendre les relations qui existent, ou non, entre les deux types de toposéquences, deux hypothèses étant possibles (fig. 3).

- les deux types sont des stades différents d'une même chaîne évolutive ;
- les deux types correspondent à des types d'évolution fondamentalement différents.

IV.- LES METHODES

La réalisation de ce programme est prévue en trois étapes principales :

- Etude statique et ponctuelle : typologie détaillée des différents termes caractérisant les toposéquences à divers stades du cycle annuel : fin de la saison sèche, maximum de la saison des pluies, fin de la saison des pluies. Cette 1ère partie aboutira normalement à formuler des hypothèses sur l'existence de mécanismes pédogénétiques dont les effets auront été constatés au cours des observations macro et micromorphologiques ou par les analyses.

- Etude dynamique qualitative : mise en évidence sur le terrain des mécanismes d'évolution actuelle et de leurs variations en cours du cycle annuel.

- Etude sur modèles au laboratoire : recherche de la nature même des mécanismes mis en évidence sur le terrain.

A.- Etude statique

A titre de référence, les profils seront décrits et analysés selon les normes habituelles desquelles il ne sera plus fait mention par la suite.

1°) Choix des sites

Cette première opération importante conditionne en partie la réussite du programme ; elle est rendue très malaisée dans ces régions à cause des difficultés de circulation en saison des pluies.

Pour le type I, on a choisi le bassin versant BVI du RISSO à NDOK, à la limite sud du bassin de la Bénoué, le long du 8ème parallèle. Dans cette zone, la toposéquence de type I se répète périodiquement dans le paysage sur de vastes surfaces. Signalons que ce bassin versant a été l'objet de mesures hydrologiques entre 1966 et 1970.

Pour le type II, le choix n'est pas encore définitif et dépend des possibilités d'accès qui devraient être améliorées dans un proche avenir. Le site sera choisi sur granite comme pour le site I. Il se situera dans le secteur de REY-BOUBA.

Dans la zone intermédiaire, on a déjà reconnu des sites favorables dont l'étude détaillée n'est pas prévue mais qui seront cependant susceptibles de certaines observations.

2°) Préparation du site

Une première reconnaissance permettra de rechercher l'emplacement le plus favorable à une toposéquence en fonction des accidents de terrain : grosses termitières, importants fouissements de gros animaux, contre-pentes etc...

Puis des profils seront creusés, correspondant aux divers termes de la toposéquence avec une densité telle que l'on puisse établir un lien entre les horizons de deux termes consécutifs. Parmi ceux-ci une sélection sera faite pour choisir les plus représentatifs.

Le profil topographique de la séquence sera effectué par un nivellement de précision.

3°) Macromorphologie

On fera une description morphologique la plus complète possible en se servant :

- du Glossaire de Pédologie (1969) ;
- du Fabric and mineral analysis of soils (BREWER 1964) ;
- projet de nomenclature internationale des horizons (FAO, UNESCO, 1967).

Tel ou tel trait pédologique pourra être examiné en détail suivant la période d'observation.

Un intérêt très particulier sera porté aux éléments suivants

- Cutans et pédoreliques, qui ont déjà été observés en abondance au cours des prospections précédentes
- Porosité et ses relations avec la présence de cutans.
- Zoomorphoses et phytomorphoses ; relations avec porosité et cutans. Activité des vers de terre qui est souvent très importante dans ces sols.

4°) Mesures physiques à réaliser in situ

- Humidité
- Densité
- Perméabilité
- Test de contrôle des phénomènes de prise en masse et d'évolution du comportement mécanique sous l'effet de la dessiccation (horizon B des sols albiqes).

5°) Prélèvements

- Pour l'humidité du sol à chaque état d'observation.
- Pour mesures physiques à réaliser au laboratoire.
- Pour étude micromorphologique.
- Pour étude analytique de la phase solide.

6°) Micromorphologie

La plupart des imprégnations pourront être réalisées au laboratoire sauf pour certains horizons albiques particuliers et le contact entre ces horizons et les horizons compacts sous-jacents.

7°) Etude de la phase solide

Seront analysés :

- des volumes jugés homogènes au cours de l'examen morphologique ;
- des traits pédologiques inclus ou non dans ces volumes.

a) Volume jugés homogènes : par granulométrie, on séparera le squelette du plasma. Des précautions devront être prises pour éviter toute transformation, altération ou destruction du plasma au cours de cette manipulation.

- Sur le squelette, on étudiera la granulométrie et la minéralogie : séparation par espèce et détermination par micrographie (minéraux lourds) ou par analyse chimique (feldspaths).

- Sur le plasma, on étudiera la composition granulométrique (sédimentation et centrifugation) et la composition minéralogique globale ou par fraction granulométrique (examens par ATD, RX, densimétrie, analyses chimiques).

b) Traits pédologiques : les cutans seront prélevés et analysés en détail (granulométrie, minéralogie, chimie). Le prélèvement des cutans se fera sous binoculaire.

8°) Matière organique

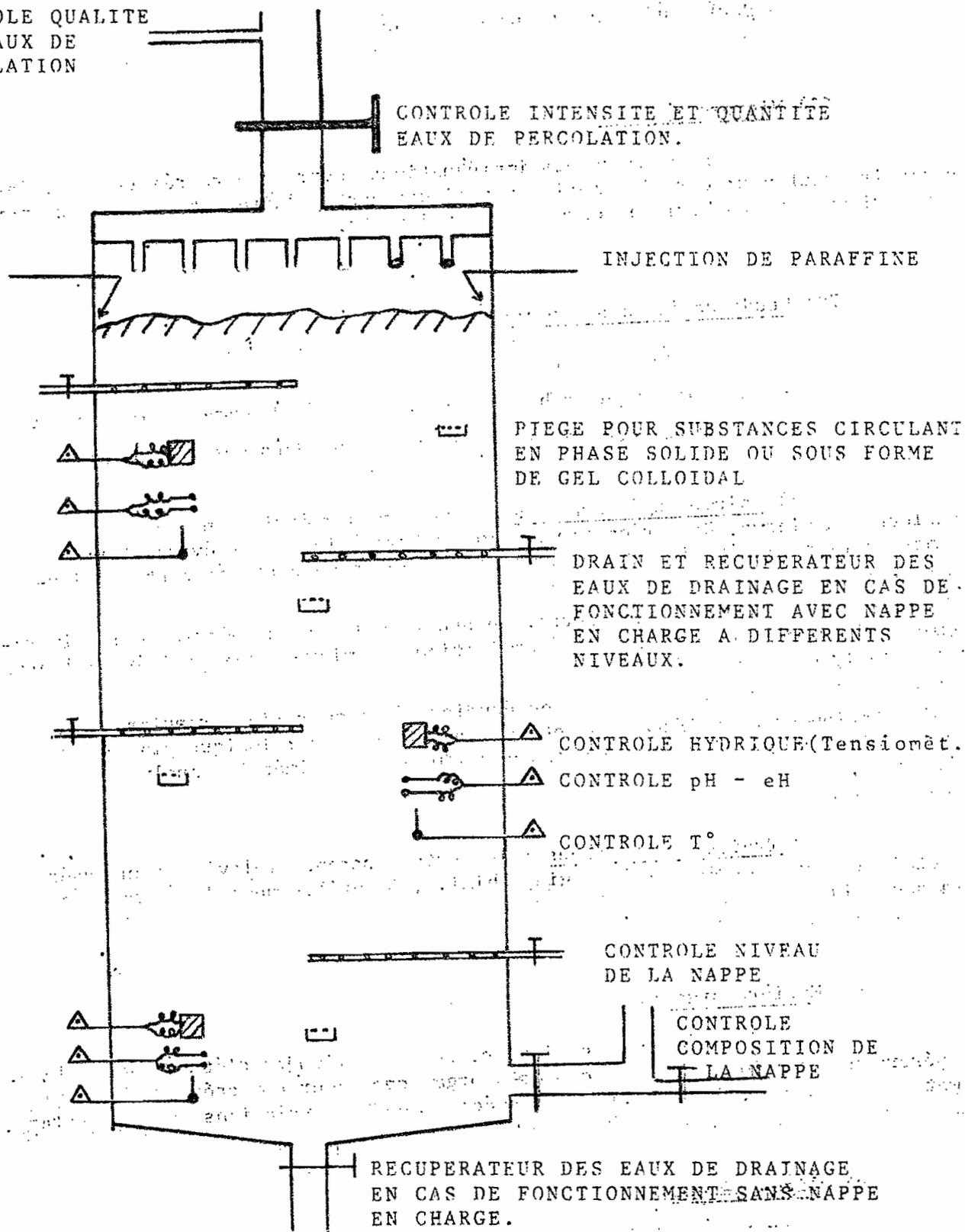
La matière organique ne sera pas l'objet d'études détaillées. On opérera un fractionnement des composés organiques pour caractériser le type de matière organique. On étudiera plus spécialement ses relations avec les cutans.

9°) Oligo-éléments

D'après certains travaux récents (L. NALOVIC) on pense que la répartition de ces éléments dans les profils, leur rapport avec les cations

Figure 4

CONTROLE QUALITE
DES EAUX DE
PERCOLATION



POSSIBILITE D'INCLINER L'ENSEMBLE SUIVANT UN ANGLE VARIABLE
PAR RAPPORT A LA VERTICALE.

métalliques, leur localisation dans des traits pédologiques, peuvent renseigner sur le degré d'évolution des sols.

10°) Matériau des zoomorphoses

On en étudiera les compositions granulométriques et minéralogiques.

B.- Etude de dynamique actuelle

Dans le cadre d'une toposéquence, cette étude sera uniquement qualitative ; il nous paraît en effet illusoire, dans ces conditions et au niveau des techniques actuelles, de tenter une étude quantitative et de faire des bilans.

Notre but est de procéder à des observations sur un cycle annuel en cherchant à mettre en évidence des processus dont l'existence est probable d'après les examens morphologiques, les analyses chimiques et minéralogiques :

- ex : - lessivage mécanique des argiles ;
- déplacement du fer sous forme colloïdale ou en solution ;
- déplacements d'éléments de la taille des limons ou sables fins.

Suivant un protocole simplifié, on procèdera à :

- des mesures de l'état hydrique du sol au cours de l'année ;
- des mesures de variation des nappes et de leur composition ;
- des mesures de T°, pH et Eh ;
- la recherche des niveaux principaux de circulation d'eau ;
- l'analyse de ces eaux et des substances qu'elles contiennent ;
- l'étude de la circulation de substances solides ou colloïdales par gravité.

La synthèse de ces mesures doit permettre de définir certains mécanismes qui s'exercent actuellement sous certaines conditions physico-chimiques et hydriques dans la toposéquence selon un rythme annuel cyclique.

C.- Etude sur modèles au laboratoire

Son but est de définir la nature même des mécanismes dont on aura observé les effets sur le terrain et de procéder à des mesures semi-quantitatives et quantitatives.

L'inconvénient majeur d'opérer sur des masses isolées de leur environnement sera en partie compensé :

- par l'avantage de connaître le volume de sol intéressé par les mesures et les conditions physico-chimiques et hydriques de fonctionnement des mécanismes in situ, données acquises au cours de la phase précédente, que l'on pourra plus ou moins reproduire in vitro.

- par la possibilité d'agir à volonté sur tel ou tel de ces paramètres ;
- par la rapidité, la fréquence et la précision des mesures et dosages, ce qui est impossible à réaliser sur le terrain étant donné l'éloignement des sites ;
- par un contrôle permanent de l'évolution du mécanisme étudié ;
- par la possibilité de réaliser des bilans précis puisque la masse de sol réagissante peut être connue à chaque instant.

Les grandes lignes des méthodes utilisées seront les suivantes :

- Prélèvement in situ et sans la perturber, d'une masse de sol dans un cylindre en plastique dur qui aura été précédemment conditionné. Le poids de sol prélevé se situera en moyenne autour de 100 kg.
- Le problème du transport jusqu'au laboratoire a été prévu pour éviter de graves perturbations de la porosité par chocs au cours du voyage.
- Mise en place des éléments de contrôle du pH, Eh, T°, humidité et des éléments de récupération des substances liquides et solides. Les premiers essais pourront être effectués avec un système figuré sur la fig. 4. La mise au point du système sera réalisée progressivement.

V. - CONCLUSION

En dehors de la caractérisation typologique, cette étude ne prétend pas définir tout le processus d'évolution pédologique de ces associations de sols, mais préciser le mieux possible la nature des mécanismes actuels et anciens et poser ainsi des problèmes réels et précis pouvant faire l'objet d'un autre programme préparé en fonction de ces critères, réalisé selon des méthodes et à une échelle différentes, afin de cerner de plus en plus près les processus élémentaires, les isoler et découvrir alors le "pourquoi" des mécanismes.

La réalisation de ce programme a été commencée en Janvier

1971.

COMITE TECHNIQUE DE PEDOLOGIE

BULLETIN DE LIAISON

du

THEME B

Numéro 1

Juin 1971

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER

SOMMAIRE

Avant-Propos, par A. Ruellan	3
Le thème B, par A. Ruellan	7
Le thème B en Haute-Volta et au Togo. Etat d'avancement des recherches de R. Boulet, B. Kaloga, J.C. Leprun, A. Lévêque. Compte-rendu, par A. Ruellan	11
Programme d'étude typologique et gé- nétique de sols sableux, par M. Gavaud	25
Programme d'étude typologique et gé- nétique de deux types d'association de sols sur les granito-gneiss du bassin de la Bénoué, par P. Brabant	39
Cadre général des programmes de recherche entrepris au Dahomey, par D. Dubroeuq, P. Faure et M. Viennot...	51
Programme de recherche sur le compor- tement géochimique des composés du fer dans deux sols tropicaux dans la zone de passage du domaine kaolinique au domaine montmorillonitique, par C. Tobias	59

