

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE BRAZZAVILLE

SECTION DE PEDOLOGIE

P R O G R A M M E D E R E C H E R C H E

Contribution à l'étude de la pédogenèse
sous climat équatorial

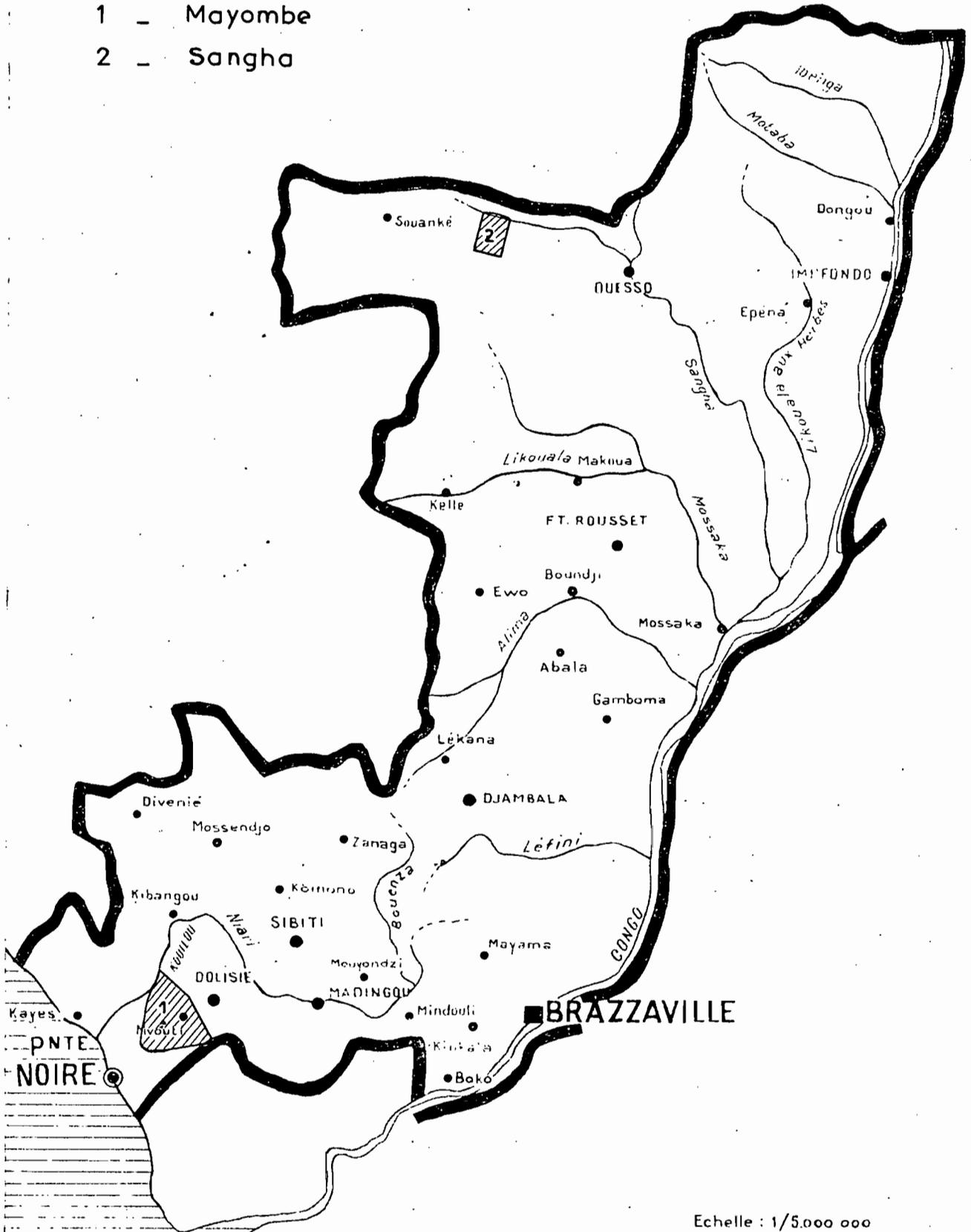
R. JALET.

Janvier 1974

RÉPUBLIQUE DU CONGO

Localisation des 2 secteurs étudiés

- 1 - Mayombe
- 2 - Sangha



Echelle : 1/5.000 000

PROGRAMME DE RECHERCHE

INTRODUCTION

Si de nombreux travaux très détaillés ont été consacrés à l'étude de l'altération des roches éruptives cristallines en milieu ferrallitique et de la pédogenèse qui en résulte, peu l'ont été à ces mêmes problèmes rapportés aux roches métamorphiques.

L'étude que je me propose d'entreprendre ne concerne pas l'altération proprement dite, car, s'il est facile d'atteindre des niveaux où la texture (au sens géologique) de la roche est parfaitement conservée, il faudrait descendre beaucoup plus profondément pour, dans la plupart des cas, rencontrer la roche parfaitement saine, de structure intacte.

Le but de ce travail est de suivre l'évolution tant physique que chimique du matériau, depuis le niveau le moins altéré possible jusqu'à l'horizon humifère de surface.

SENS DE LA RECHERCHE

L'altération qui décompose les roches est constituée par un ensemble de phénomènes qui aboutissent à une modification profonde des éléments constitutifs de celles-ci. A ce niveau, entre en action la pédogenèse qui produit les sols aux dépens de ce matériau transitoire, y provoquant décompositions, migrations, accumulations de substances, phénomènes particulièrement intenses, sous climat équatorial. La pédogenèse, si elle est altération, est aussi, comme son nom l'indique, génératrice du sol, et son effet le plus visible est cet arrangement nouveau des particules qui aboutit à la constitution de la structure pédologique.

La recherche entreprise a pour objet l'étude de cette évolution physico-chimique du matériau; elle suivra les effets minéralogiques et chimiques de la pédogenèse, le sort des différents éléments constitutifs, au fur et à mesure que la pédogenèse est plus active, vers la surface, grâce, en particulier, à l'eau chargée des produits de dégradation de la matière organique.

J'essaierai pour cela, par des recoupements des divers résultats fournis par les observations optiques, les analyses minéralogiques et chimiques, d'atteindre à une connaissance aussi complète que possible de chaque échantillon, c'est-à-dire de chacune des parties du profil, et en particulier de sa structure.

Plusieurs problèmes sont abordés et en particulier : - celui du rôle du fer, toujours présent en quantités notables, souvent abondants (jusqu'à 25 et même 30 %) : son rôle stabilisateur et protecteur contre les dégradations tant chimique que structurale;

- la solubilité du quartz, la mobilité de la silice dans le sol, son entraînement par les eaux de percolation;

- le comportement de l'alumine;

- l'évolution des minéraux argileux, qualitative et quantitative.

LE CADRE GEOGRAPHIQUE DE CETTE ETUDE

Les études de cartographie générale m'ont conduit à travailler, tout particulièrement, dans la région montagneuse du Sud-Congo : le Mayombe.

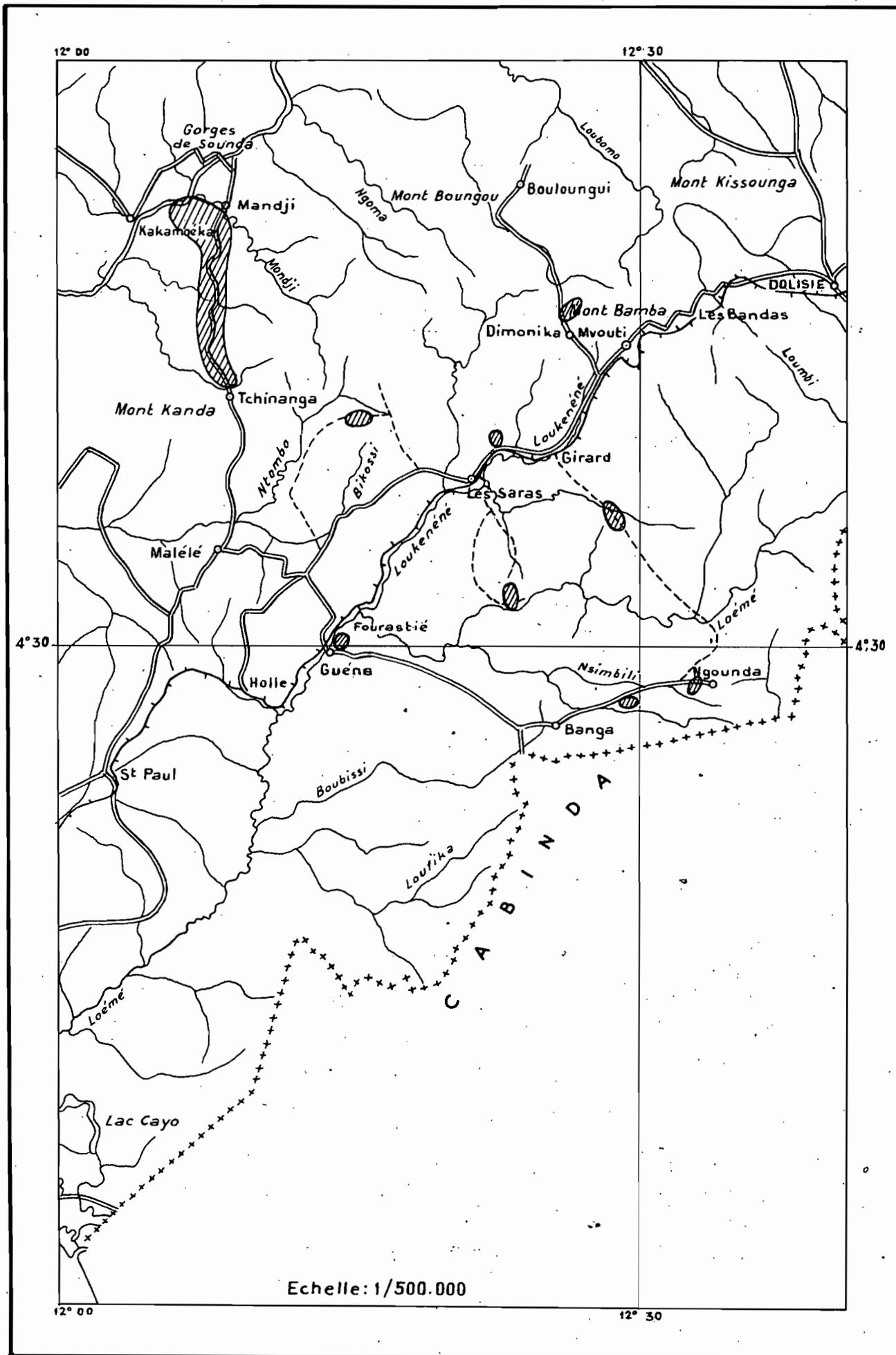
Au fil des prospections, il m'est apparu que, si, sur le plan agricole, les sols de cette région, pour des raisons de topographie ne pouvaient, sauf quelques exceptions, offrir qu'un intérêt minime, sur le plan pédologique, par contre, ils présentent, pour une grande partie d'entre eux, développés sur les roches cristallophylliennes, une originalité certaine : ce sont des sols relativement jeunes qui laissent apparaître la roche-mère à faible profondeur et nombre d'entre eux ont une structure grossière associée à une forte macroporosité marquant une partie ou la quasi-totalité du profil.

Plus récemment, lors de prospections entreprises dans le cadre d'une convention cacao, dans le Nord du Congo (Sangha), il m'a été donné d'observer d'autres types de sols de pédogenèse récente, mais développés, cette fois, sur des roches sédimentaires, peu ou pas métamorphisées (argilites ou schistes argileux) ou détritiques glaciaires (tillites). Quelques profils y ont été sélectionnés qui entrent également dans le cadre de cette étude.

La végétation de ces deux régions est la forêt dense semi-décidue.

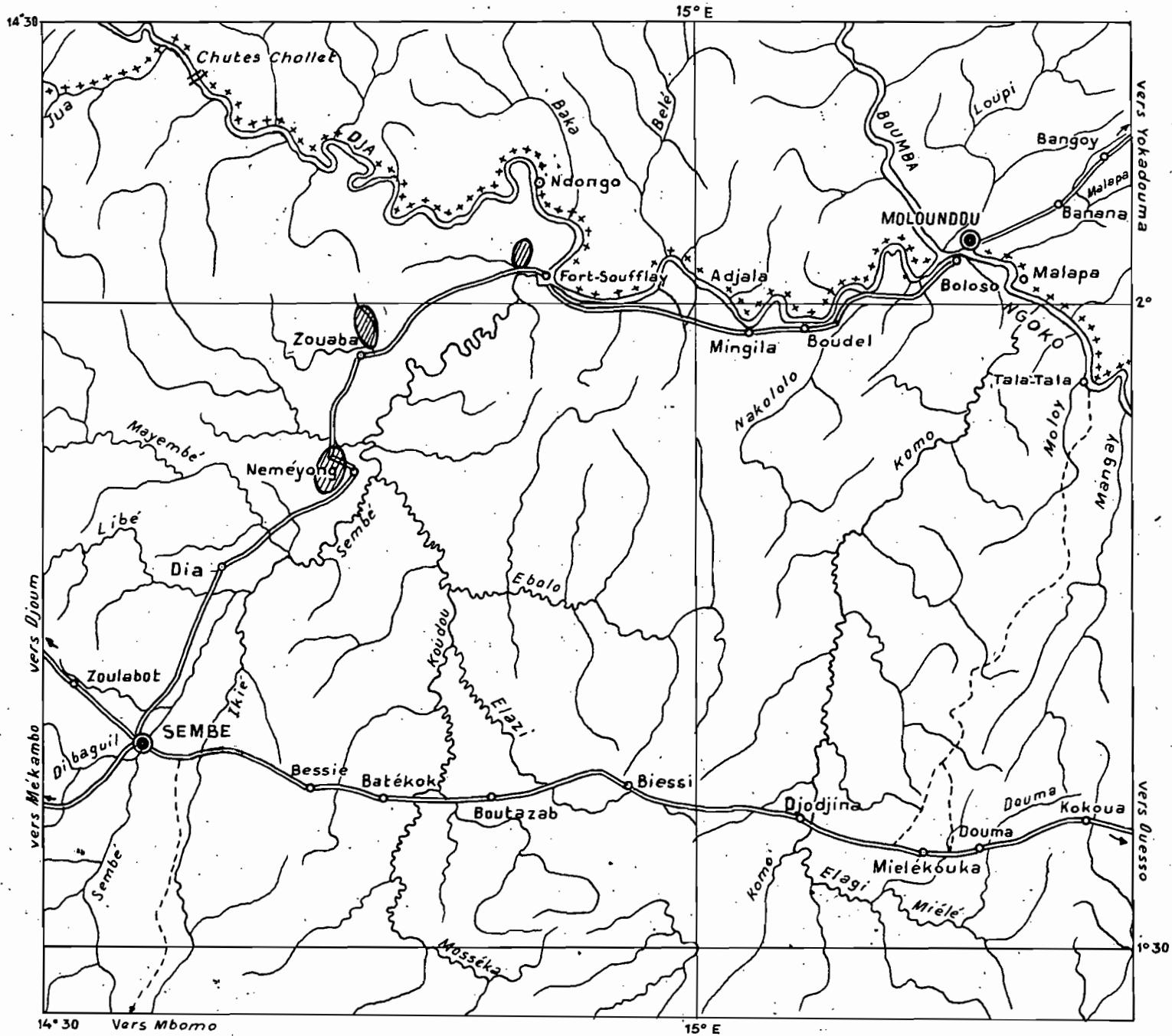
SUD_CONGO : MAYOMBE

Localisation des profils



NORD-CONGO : SANGHA

Localisation des profils



Echelle: 1/500.000

CARACTERISTIQUE DES PROFILS SELECTIONNES

Aussi bien dans le Mayombe que dans la Sangha, il apparaît que le processus d'évolution des sols est lié, de façon étroite au chimisme de la roche-mère.

A l'intérieur de la classe des roches cristallophylliennes, je me suis donc attaché à implanter des profils types recoupant les diverses variétés de roches entrant dans cette classe : schistes sériciteux, schistes graphiteux, chloritoschistes, micaschistes à chlorite, à muscovite, amphibolites, épidotites et gneiss, toutes formations qui se retrouvent dans trois des séries du Précambrien supérieur du Mayombe à savoir, par ordre chronologique : séries de la Bikossi - Loémé, de la Loukoula, de MVouti.

De même, dans la Sangha, les sols étudiés sont issus de roche d'âge précambrien.

Un autre facteur, (climat et végétation ne présentant que peu de variations) qui interviendra dans cette étude, conditionne la pédogenèse : la topographie. Aussi dans la mesure du possible les profils ont-ils été établis en séquences (sommet et partie inférieure des collines).

Au total, 32 profils ont été sélectionnés (ce nombre sera peut être accru) dont 26 pour le Mayombe et 6 pour la Sangha. Quelques-uns, approfondis par la suite, sont issus des travaux de cartographie, et les autres (24) ont été mis en place, spécialement pour cette étude (voir cartes de situation ci-jointes).

Tous les profils ont été creusés de façon à pénétrer la roche-mère aussi profondément que possible. Les profondeurs vont de 2,5 à 7,5 mètres.

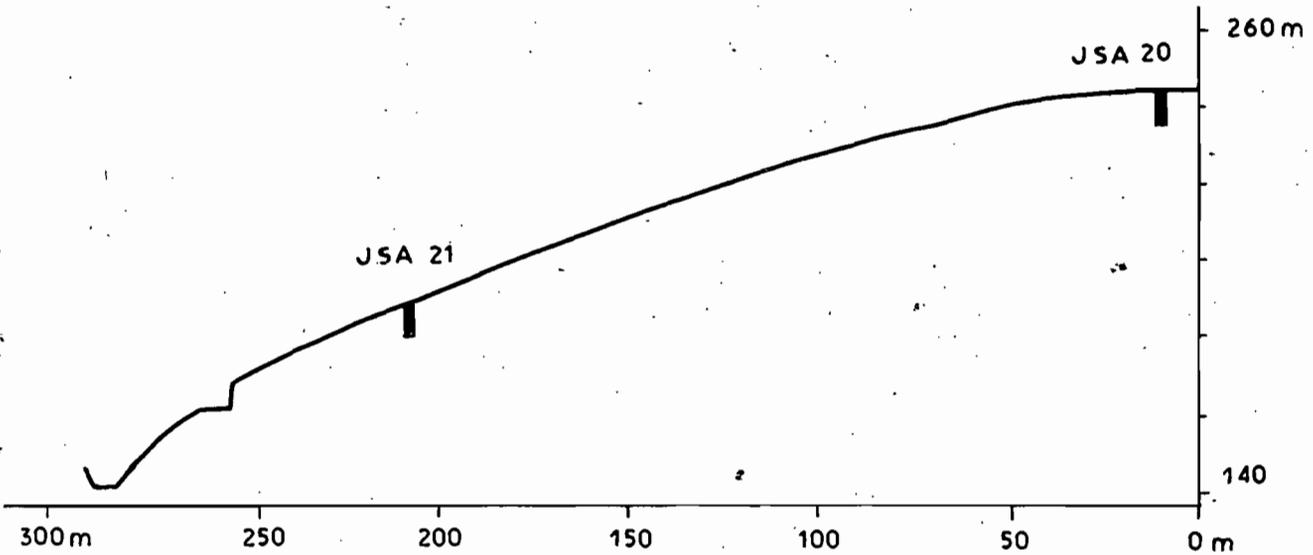
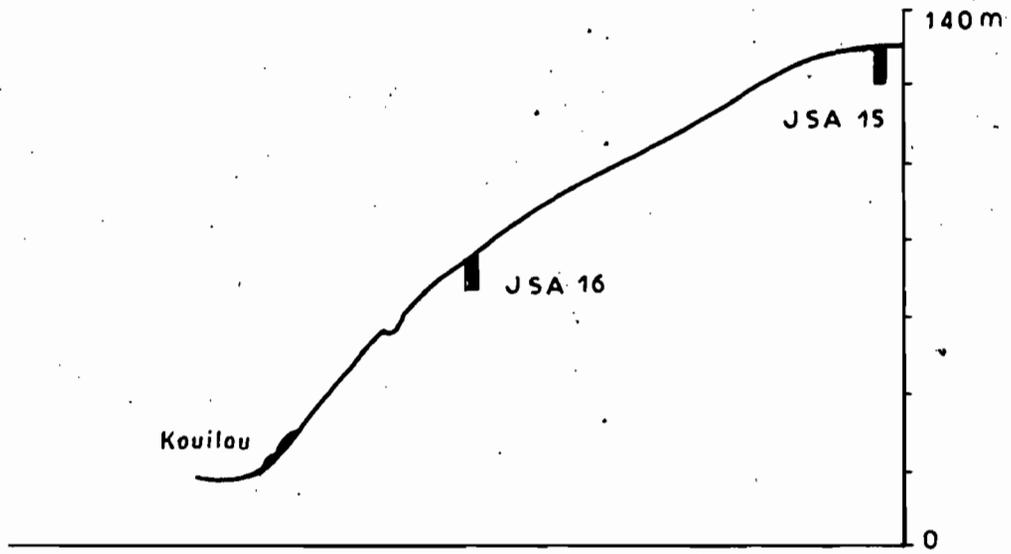
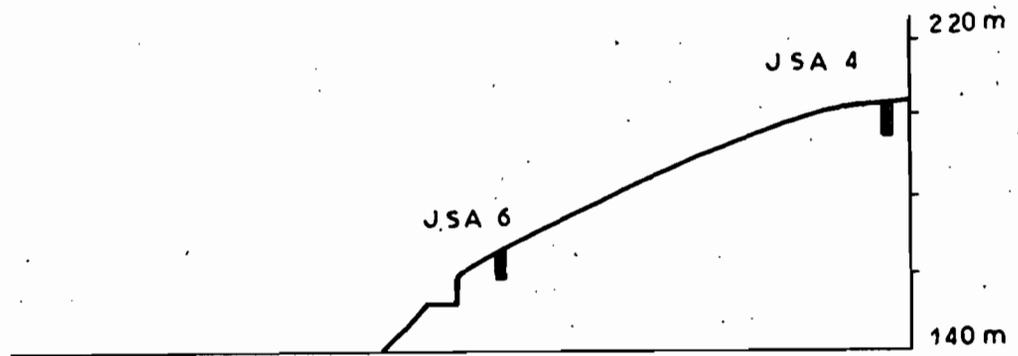
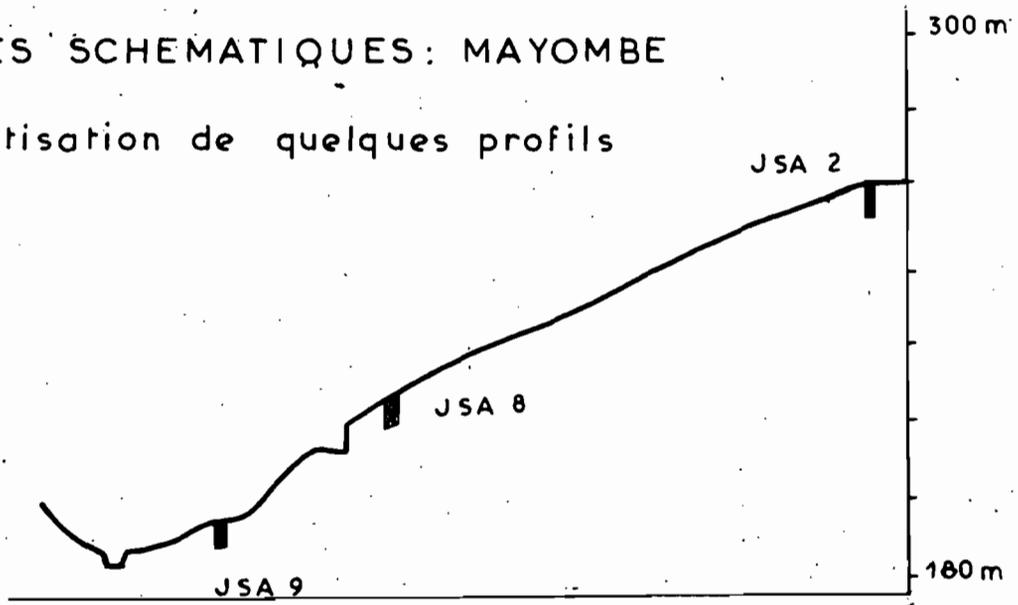
Pour le choix des profils, deux précautions ont dû être prises :

- s'assurer de l'homogénéité de la roche-mère,
- s'assurer que le sol est bien issu de la roche sous-jacente.

Dans presque tous les profils, apparaît, à profondeur variable, un horizon graveleux, essentiellement quartzeux dont l'épaisseur, parfois réduite à quelques cm, est en relation avec la densité des filons ou lentilles de quartz, présents dans la roche. Son autochtonie ne semble pas faire de doute.

COUPES SCHEMATIQUES: MAYOMBE

Localisation de quelques profils



TRAVAUX EFFECTUES OU EN COURS

L'Echantillonnage

Un total de 270 échantillons ont été prélevés dans les 32 profils retenus, dont 42 dans la Sangha, aux fins d'analyses.

D'autre part, un certain nombre de prélèvements particuliers ont été effectués :

- 114 échantillons de sols à structure conservée dans des boîtes ou anneaux spécialement conçus, dans 16 profils, et destinés à la confection de lames minces pour études micromorphologiques.

- 20 échantillons de volume connu, de sol à structure conservée dans 4 profils, pour le calcul de la densité apparente.

D'autre part, afin de récupérer de l'eau de percolation, aux fins de dosage des éléments dissous, des gouttières ont été installées dans un profil, à titre d'essai.

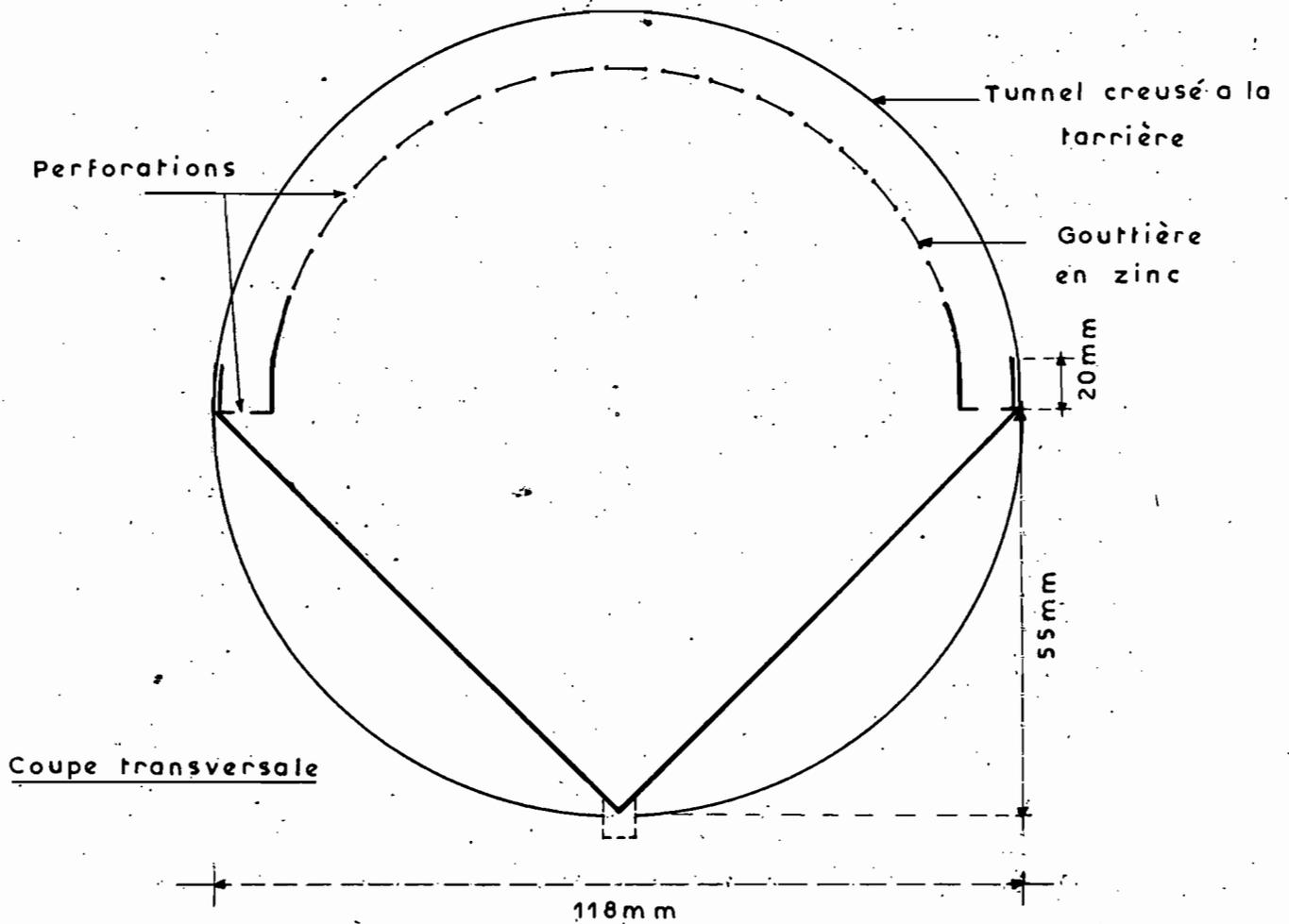
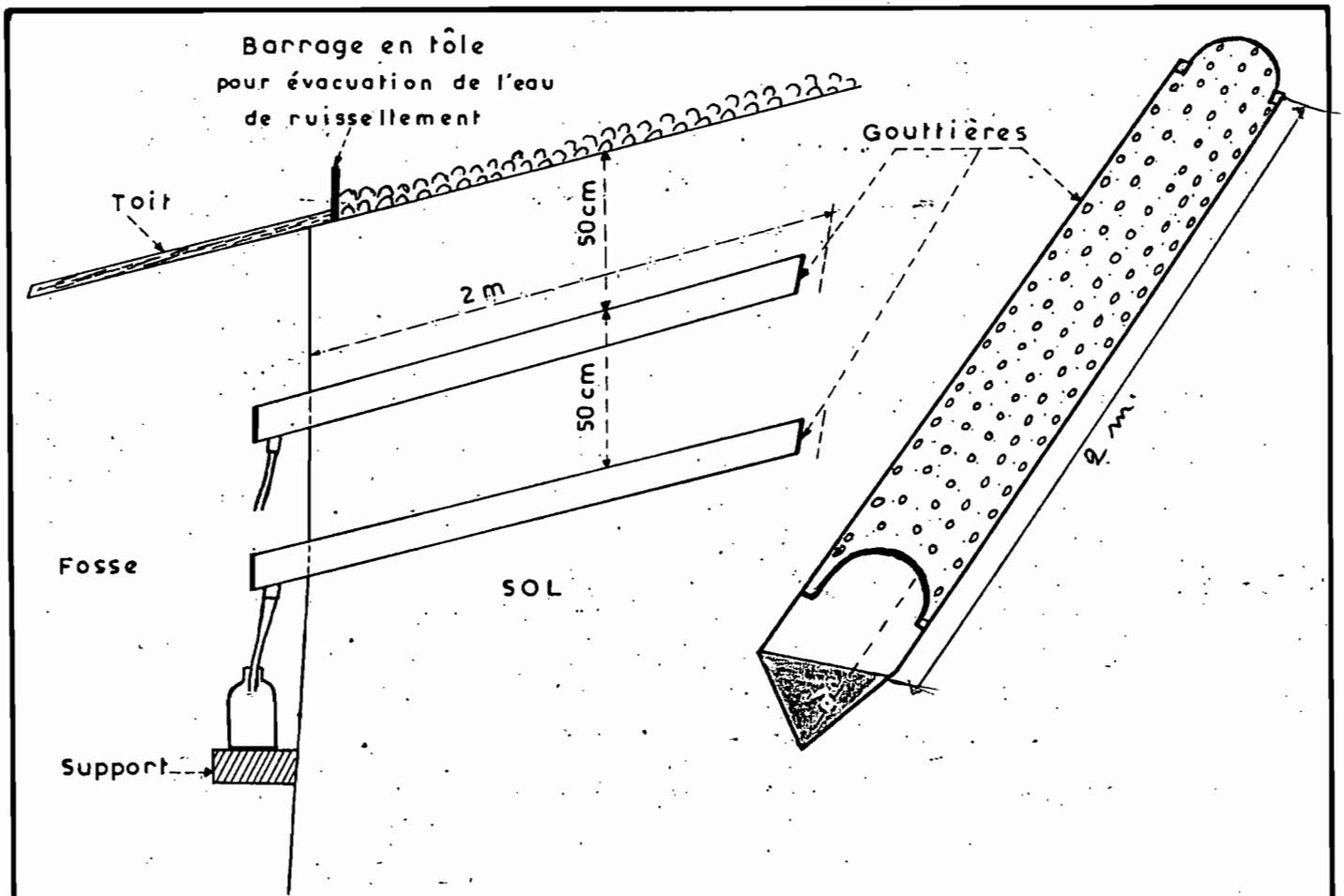
Le principe en est le suivant : à l'aide d'une tarière, de \varnothing 118 mm, l'on creuse un tunnel parallèlement à la surface du sol sur une profondeur de 2 m et l'on y introduit une gouttière en zinc de même diamètre représentée sur le schéma ci-contre. L'eau est récupérée dans des bouteilles en plastique fixées sur un support.

Deux gouttières de ce type ont été introduites dans le profil JSA 8, en bas de pente, l'un à une profondeur de 50 cm à la base de l'horizon B1, l'autre à 1 mètre au sommet de l'horizon B22 (plans verticaux décalés) : plusieurs échantillons d'eau ont déjà été récoltés et analysés.

Des prélèvements ont également été effectués dans des sources ou à la tête de marigots dont l'eau provient du drainage de massifs de roches schisteuses.

Travaux de laboratoire

La première phase des travaux, en vue des analyses granulométriques, morphoscopiques et minéralogiques, consiste en le fractionnement des échantillons en plusieurs tranches.



Les séparations ont été effectuées sur 254 échantillons :

sur 189 d'entre eux, ont été séparées, les fractions suivantes en microns: <1; 1-2, 2-20, 20-50, 50-100, 100-200, 200-310, 310-500, 500-750, 750-1000, >1000 et sur les 65 autres ont été extraits, en plus, les fractions 2-4, 4-10, et 10-20 μ .

Les échantillons, après broyage très modéré au mortier, achevé à la main, sont tamisés, sous l'eau, sur un tamis de 50 μ - permettant de séparer, d'un côté les sables, de l'autre argile + limons. Les sables sont séparés en 7 fractions par tamisage à sec. La fraction fine est dispersée dans l'eau à laquelle on ajoute une certaine quantité de NH_4OH , et mise en agitation pendant 6 à 8 heures. Puis la sédimentation se fait dans des allonges de 1 litre. Les divers prélèvements sont centrifugés à 4500 t/m pendant 15 minutes.

Lorsqu'il est trouble, le surnageant est recueilli et, par évaporation, l'on y concentre les particules solides.

Les différentes fractions sableuses sont étudiées par examen optique.

Les minéraux lourds ont été extraits de 75 échantillons par sédimentation dans le bromoforme, (extraction des 5 plus petites fractions sableuses).

Confection des lames minces :

Parmi les échantillons prélevés à cet effet, une trentaine ont été indurés par nos soins de la façon suivante :

- séchage à l'étuve à 105° pendant 24 heures puis imprégnation par capillarité dans un mélange, 1 partie de baume du Canada + 5 parties de benzène, mélange que l'on recomplete au fur et à mesure de l'imprégnation. Celle-ci achevée, l'on laisse pendant 2 ou 3 jours les échantillons sécher dans la solution qui s'enrichit en baume par évaporation du benzène.

Enfin, l'échantillon est mis à l'étuve à 70-80° pendant un temps variable avec la taille de l'échantillon mais qui peut dépasser 48 heures.

Les lames minces ont été confectionnées à l'Ecole des Sciences de Brazzaville : trois ou quatre pour chacun des échantillons indurés.

Cette méthode est très longue et ne donne pas toujours, pour les sols, des résultats satisfaisants aussi sera-t-elle remplacée par une induration à l'aide de vernis F 1809 (Maurice Gaine, Institut de Géologie de Strasbourg) le collage devant être fait par un ciment thermoplastique, le Lake Side n° 70 C.

Les avantages incontestables de cette méthode sont, d'abord, sa rapidité, puis la possibilité qu'elle donne de traiter les échantillons durcis sous l'eau.

D'autre part un certain nombre de lames seront confectionnées à Bondy, l'induration se faisant à l'aide de résines (29 sont en cours de fabrication).

Enfin quelques lames nous ont été fournies par G. BOCQUIER.

Analyses effectuées

Divers types d'analyses ont été exécutées ou sont en cours à Bondy :

- analyses thermopondérales et mesure de surface des argiles (sur 39 échantillons),
- dosages des éléments amorphes (sur 46 échantillons)
- analyses triacides (sur 35 échantillons)
- oligo-éléments (sur 46 échantillons)

d'autre part des déterminations de minéraux lourds y sont en cours sur 163 fractions sableuses (43 échantillons de sol).

Des analyses diffractométriques (RX) ont été faites à Strasbourg (A. NOVIKOFF) sur 213 échantillons d'argile, et 120 ATD à Brazzaville.

D'autre part à Brazzaville, toujours, ont été effectués :

- des granulométries sur échantillons déferrifiés par la méthode JEFFRIES, sur 35 échantillons (4 profils),
- des dosages de fer sur 52 échantillons d'argile,
- des calculs de densités apparentes et réelles, sur 20 échantillons,
- des analyses d'eaux.

Autres études prévues

Outre les analyses mentionnées ci-dessus qui seront poursuivies sur d'autres échantillons, sont prévues d'autres investigations :

- mesure de la capacité d'échange d'argile et limons fins,
- dosage de l'alumine échangeable dans des horizons de surface (vraisemblablement responsable de la très forte acidité)
- dosage du fer ferreux de certains échantillons prélevés au voisinage de la roche-mère,
- mesure de l'humidité à pF variables,
- établissement de bilans hydriques, dans la mesure du possible sur sol à structure conservé et calcul du taux d'humidité directement en % du volume,
- mesure de stabilité structurale.

CONCLUSION

Le but final de cette étude est d'arriver à donner une image aussi complète que possible de chacune des parties des sols étudiés, et d'expliquer, en les suivant par les méthodes d'investigations mentionnées ci-dessus, par quels mécanismes, partant d'un matériau dont le microscope et les analyses nous donnent une image bien précise, l'on peut passer à des réarrangements bien différents au fur et à mesure que l'on s'éloigne du matériau originel. La micromorphologie nous en donne une idée de visu, les analyses minéralogiques et physico-chimiques la complètent.

Les méthodes de raisonnement sont variées : méthode à volume constant, très rigoureuse, qui peut nous permettre d'apprécier directement, gains et pertes de substances, et qui sera utilisée chaque fois que l'état du matériau le permettra; méthode considérant comme invariant, l'un des constituants du sol : alumine, titane, quartz et évaluant les variations en référence à cet élément. Les minéraux lourds pourraient, peut être, être utilisés en ce sens, l'étude de leur bilan nous permettra de le vérifier.

Au stade actuel des recherches, les résultats obtenus sont encore trop fragmentaires pour qu'il soit possible d'en tirer quelque conclusion, ce que je pense pouvoir faire dans le courant de cette année. Mais étant donné le grand nombre d'échantillons à traiter, les résultats définitifs ne pourront être obtenus qu'à plus longue échéance.