

# NOTE SUR LES MÉTHODES DE PHOTOINTERPRÉTATION UTILISÉES DANS LA CARTOGRAPHIE PÉDOLOGIQUE EN CÔTE D'IVOIRE

P. de la SOUCHÈRE

*Pédologue à l'ORSTOM  
Adiopodoumé - Abidjan*

## 1. Introduction

La cartographie pédologique de type conventionnel nécessite des observations réparties plus ou moins régulièrement le long d'un réseau de cheminements et dont la densité varie en fonction de l'échelle cartographique envisagée. La trame d'observations peut être linéaire (toposéquences) ou sinueuse (parcours sur routes et pistes). En règle générale, une observation doit correspondre à un examen du sol par unité de surface cartographique (1). En fait, une assez grande latitude est laissée au prospecteur dans le choix des points d'étude suivant la physiographie du terrain.

Les données recueillies sont ensuite interpolées ou extrapolées sur un fond topographique existant. Or, en Côte d'Ivoire, on ne dispose pas toujours des cartes topographiques à l'échelle requise pour le travail exigé. Même, lorsque de telles cartes existent, elles ne figurent pas tous les éléments physiographiques dont le pédologue a besoin pour confronter ses observations avec les facteurs biogéographiques dans le but d'établir des liaisons pédologiques.

---

(1) 1 cm<sup>2</sup> dans la norme adoptée par la plupart des pédologues français. Certains auteurs préconisent une observation par 25 mm<sup>2</sup> de carte en particulier dans les grandes échelles égales ou supérieures à 1/10 000. Cette surface est considérée comme la plus petite unité cartographique pouvant entrer dans le dessin de la carte.

A ce point de vue, les photographies aériennes offrent des possibilités analytiques plus étendues, car tous les phénomènes de surface sont enregistrés dans leurs moindres détails (2). Toutefois l'exploitation des photographies aériennes ne doit pas se tenir à des examens superficiels, mais suppose des investigations méthodiques. Une utilisation irrationnelle laisserait échapper de nombreuses informations importantes, voire conduirait à de graves erreurs d'interprétation.

La présente note décrit les grandes lignes des méthodes photointerprétatives appliquées à la cartographie pédologique du territoire ivoirien.

## 2. Etapes de travail

La réalisation d'une carte pédologique avec l'emploi des photographies aériennes comprend plusieurs étapes techniques de travail. Elles résultent de l'application des méthodes de photo-interprétation et de prospection au sol :

---

(2) Une photographie aérienne possède une capacité de plusieurs milliers à plusieurs millions d'unités d'information (bit) = binary digit, unité d'information correspondant au log. de base 2).

## 2.1. PRÉ-PROSPECTION

Elaboration des cartes de photointerprétation servant de documents de base aux différents stades d'étude pédologique (3).

(a) Plan d'index suivi de :

(b) Carte des « systèmes paysagiques », reflets de l'interaction des facteurs du milieu biogéographique : Sol - Végétation - Morphologie - Matériau originel - Hydrographie - Occupation du sol, etc.

(c) Carte morphologique des « facettes isomorphes » de modelés.

(d) Carte physionomique des « facettes isophènes » de paysages végétaux.

## 2.2. PROSPECTION PÉDOLOGIQUE

(a) Choix des axes de prospection en fonction des indications physiographiques pour les parcours de reconnaissance et pour les études détaillées des zones témoins,

(b) Appréciation et critique des valeurs physiographiques,

(c) Collecte des renseignements sur le mode d'association et de répartition des sols permettant d'améliorer les règles d'interprétation en vue de leur extrapolation à d'autres régions analogues.

## 2.3. POST-PROSPECTION

(a) Nouvelle interprétation aux points litigieux à la lumière des renseignements de prospection,

(b) Exploitation systématique de la couverture aérienne à partir des nouvelles recettes interprétatives,

(c) Contrôles complémentaires sur le terrain pour vérifier les corrélations dans les zones analysées par la 2<sup>e</sup> phase d'interprétation,

(d) Classification des sols selon leurs affinités génétiques à partir des données chimiques, physiques et morphologiques des profils de sols en corrélation avec les modèles biogéographiques,

(3) tels que : connaissance du milieu — orientation des travaux sur le terrain au cours des prospections de reconnaissance et des études détaillées des zones témoins — interprétation des rapports génétiques entre les données observées et les faits physiographiques photosensibles — interpolation des limites de sols.

(e) Délimitation des unités pédologiques entre les points du canevas d'observations en s'appuyant sur les fonds physiographiques.

## 3. Elaboration des cartes de photointerprétation

En relation avec l'échelle cartographique utilisée, le pédologue réalise 4 types de cartes pédologiques qui sont :

— Cartes générales de synthèse à très petites échelles (1/500 000 à 1/2 000 000) ;

— Cartes de reconnaissance à petites échelles (1/100 000 à 1/200 000) ;

— Cartes semi-détaillées à moyennes échelles (1/20 000 à 1/50 000) ;

— Cartes détaillées à grandes échelles (1/5 000 à 1/10 000).

Suivant le type de carte pédologique envisagé on établit une ou plusieurs cartes de photointerprétation, par exemple :

— Echelle 1/500 000 = Carte des matériaux originaux et des reliefs résiduels comprenant les limites lithologiques et des formations alluviales (minérales et organiques), les accidents du relief (inselbergs, collines, buttes et plateaux cuirassés).

— Echelle 1/200 000 =

(a) Plan d'index de la physiographie générale,

(b) Carte des « systèmes paysagiques » contenant les unités physiographiques de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> ordres (paysage et faciès morphologiques, paysages et faciès des formations végétales). Faciès lithologiques des zones d'érosion et des zones d'accumulations.

— Echelle 1/50 000 =

(a) Plan d'index de la physiographie générale,

(b) Carte morphologique contenant les unités physiographiques de 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ordres (paysages, faciès et facettes morphologiques - séquences et toposéquences - faciès lithologiques des zones d'érosion et des zones d'accumulation).

— Echelles 1/5 000 =

(a) Plan d'index de la physiographie générale (en particulier celui des formations végétales),

(4) L'échelle 1/50 000 est parfois utilisée dans l'établissement des cartes de reconnaissance.

(b) Carte morphologique contenant les unités de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> ordres (faciès, facettes isomorphes, éléments topographiques),

(c) Carte physionomique des formations végétales contenant les unités de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> ordres (faciès, facettes isophènes, éléments du paysage végétal).

### 3.1. PLAN D'INDEX

Le plan d'index est une esquisse synoptique des paysages, correspondant à la première classification des unités physiographiques. Les limites de ces unités sont relatives et doivent être corrigées ou complétées par des analyses plus fines. En outre, l'échelle planimétrique d'un tel plan est approximative, due essentiellement aux déformations géométriques des photographies elles-mêmes.

Au cours des phases d'interprétation suivantes, ce document sert comme plan de référence dans la sélection des photographies de chaque paysage en vue de l'étudier en détail sous le stéréoscope à miroirs.

Les techniques d'exécution du plan d'index sont les suivantes :

- Assemblage des photographies sous plaque de verre,
- Détermination des repères (localités, routes, réseau hydrographique),
- Détermination et classification primaire des zones homogènes en utilisant les critères biogéographiques,
- Reproduction des limites lithologiques sur le schéma physiographique,
- Etude des corrélations entre « matériaux originels et unités physiographiques » - « répartition des unités végétales et répartition des unités morphologiques ».

### 3.2. CARTE DES SYSTÈMES PAYSAGIQUES

Celle-ci est dressée à partir de l'étude générale des paysages (plan d'index) et des analyses détaillées sous stéréoscope. La 2<sup>e</sup> phase de travail précise les limites esquissées sur le plan d'index, corrige et complète la 1<sup>re</sup> classification.

Les unités physiographiques sont déterminées par les paramètres suivants :

#### Unités physiographiques de 1<sup>er</sup> ordre.

définition = une région (ou modèle paysagique) définie par :

- un type de paysage (morphologique + système de drainage) ;
- un ensemble de matériaux originels ;
- un mode d'association et de répartition des sols associés à :
- un type de surface d'érosion ;
- un ensemble de groupements végétaux ;
- un type de régime climatique.

#### Unités physiographiques de 2<sup>e</sup> ordre

définition = une ou plusieurs zones correspondant à des sous-paysages (ou faciès de paysage) ;

- faciès morphologiques (modèle des interfluviaux) ;
- faciès végétaux (types de forêt et types de savane) ;
- faciès lithologiques ou des matériaux originels.

### 3.3. CARTE MORPHOLOGIQUE DES FACETTES ISOMORPHES

Les chaînes de sols répartis le long des versants peuvent correspondre soit à des séquences, soit à des toposéquences. Un système de paysage peut contenir plusieurs variants de séquence. Les toposéquences se rapportent aux faciès du système paysagique et renferment plusieurs facettes et éléments topographiques.

Les facettes isomorphes, unités physiographiques de 3<sup>e</sup> ordre, sont définies comme « des portions d'égale forme juxtaposées le long des versants et délimitées par les lignes de changement de pente ». La toposéquence est formée de trois principales facettes isomorphes et des secteurs élémentaires (fig. 1) :

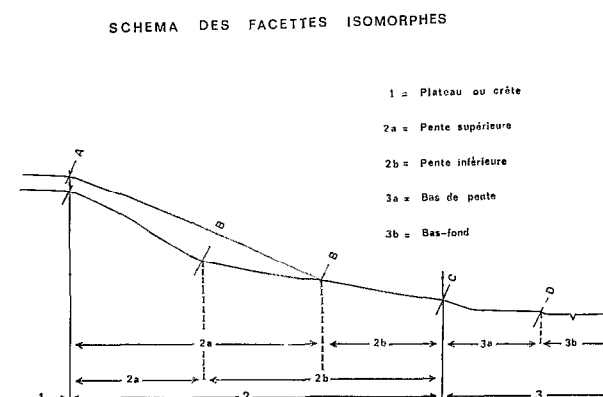


FIG. 1.

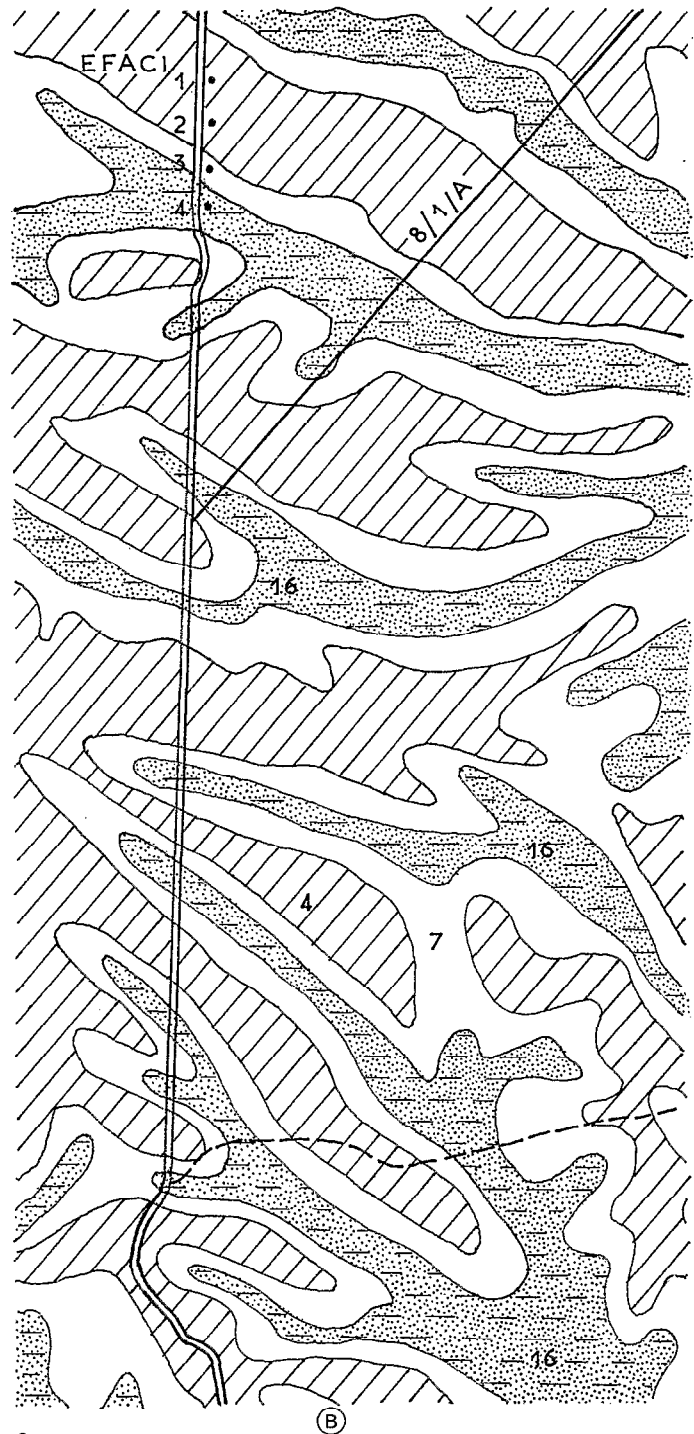
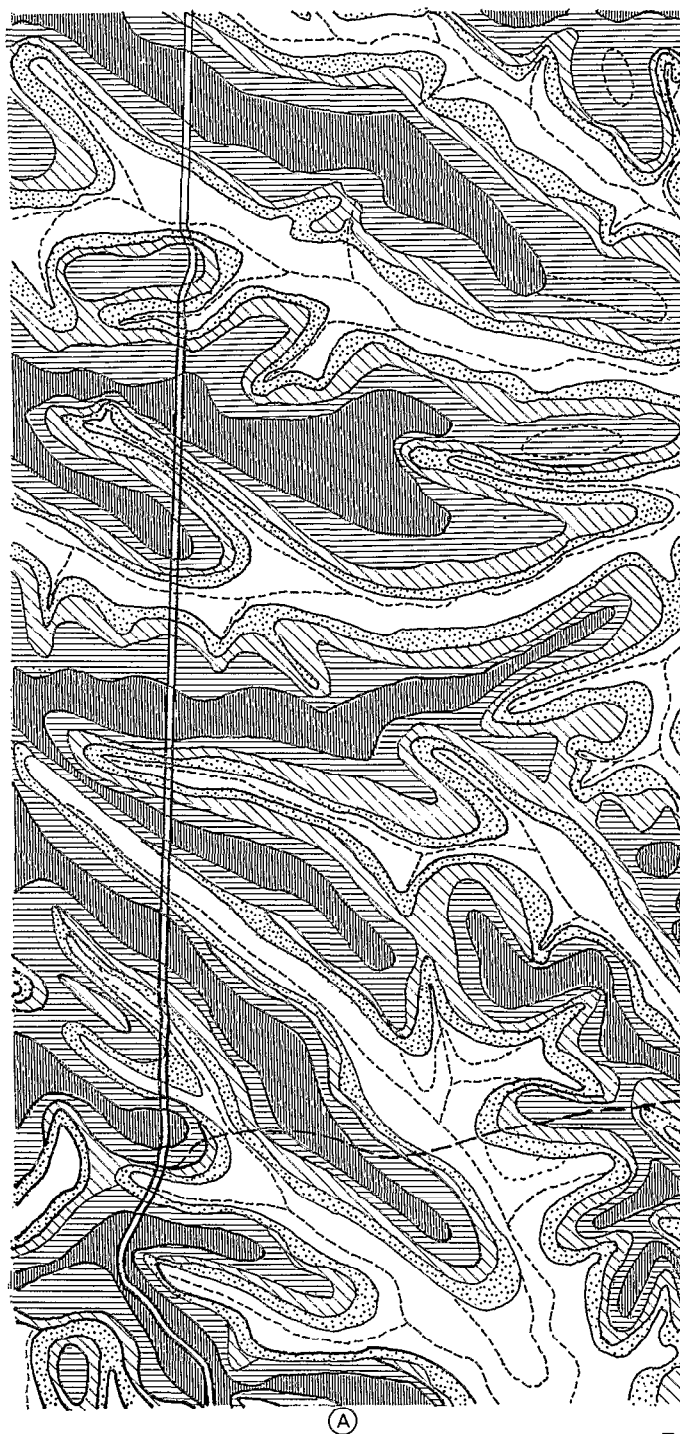


FIG. 2.

(B) = SOLS

(A) = FACETTES ISOMORPHES



Crête et plateau



Pente supérieure



Pente inférieure



Bas de pente

SOLS FERRALLITIQUES MOYENNEMENT DESATURES SUR SCHISTES ARGILEUX



Sols remaniés modaux



Associations des sols

a) Sols remaniés colluvionnés appauvris

b) Sols remaniés colluvionnés appauvris hydromorphes

SOLS HYDROMORPHES MINERAUX SUR COLLUVIONS DE SCHISTES ARGILEUX



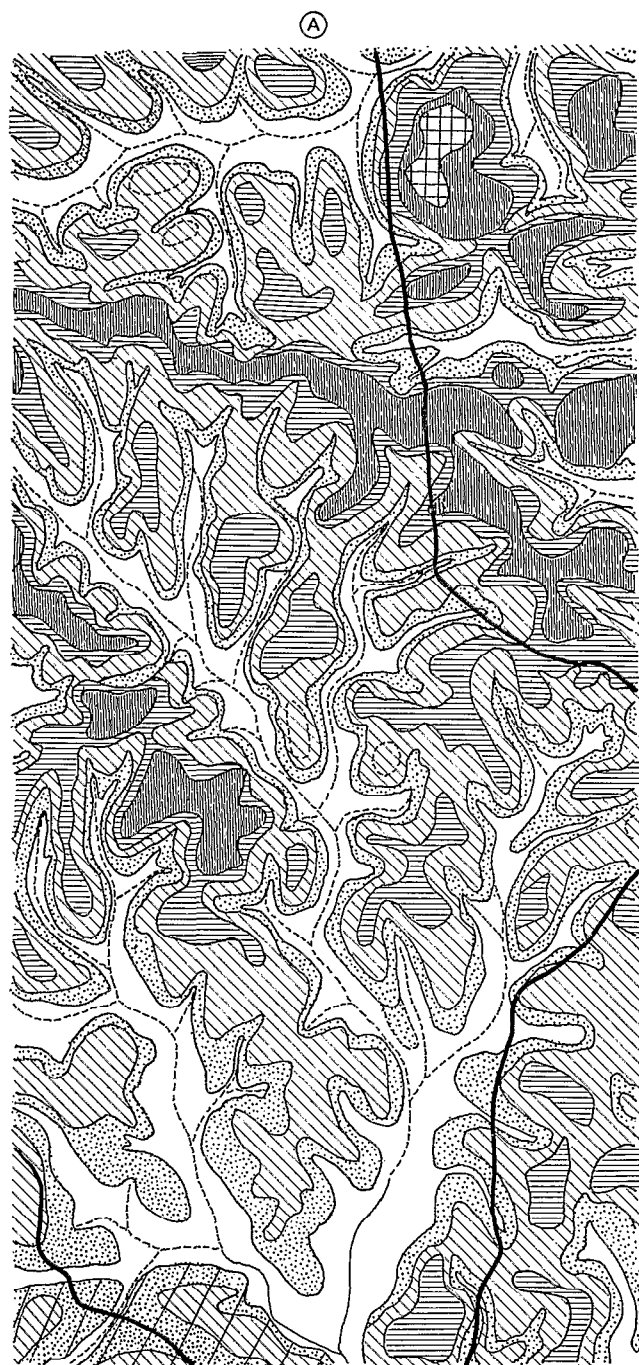
Bas-fond

16



Sols hydromorphes peu humifères à amphigley

0 1 km



(A)=FACETTES ISOMORPHES

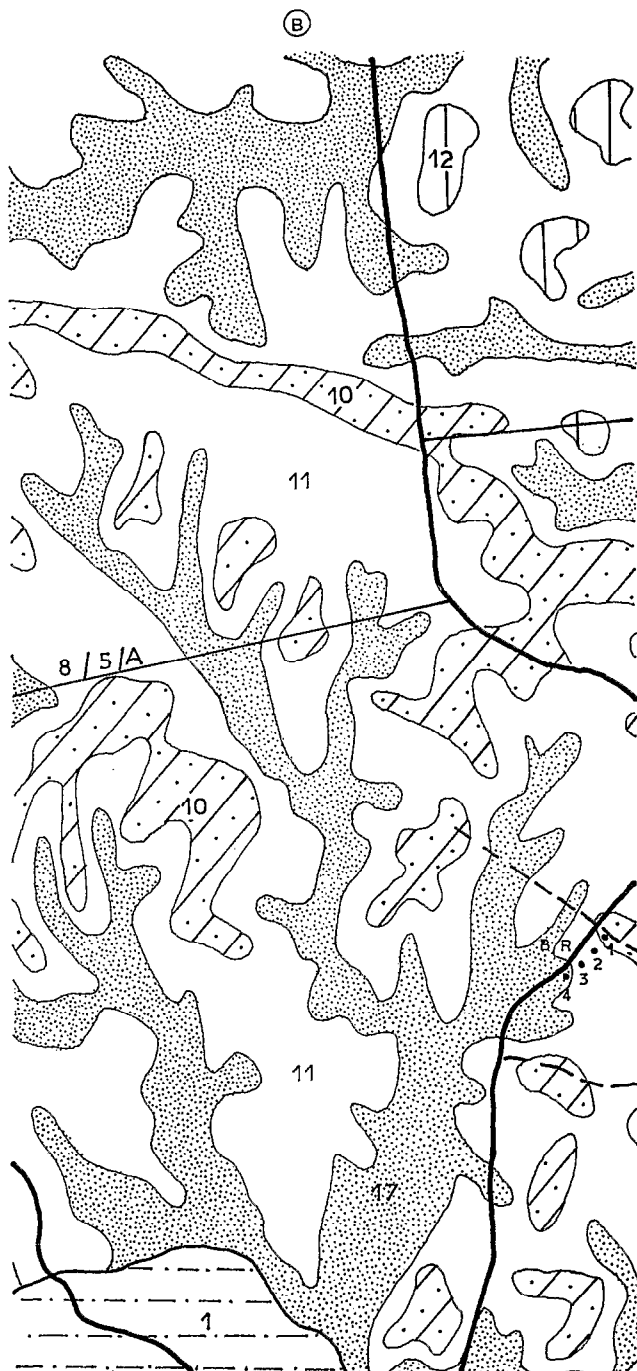
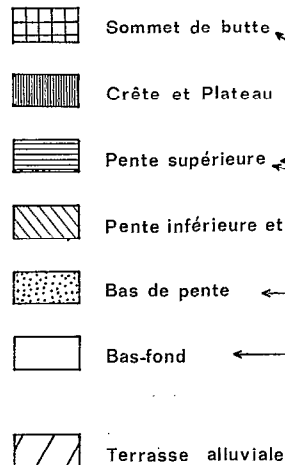


FIG. 3,

(B)=SOLS

### SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT DESATURES

- 12 Association des sols sur schistes argileux quartzeux
  - a) Sols remaniés modaux
  - b) Sols remaniés rajeunis

0 1Km

- 10 Sols remaniés appauvris sur schistes arkosiques

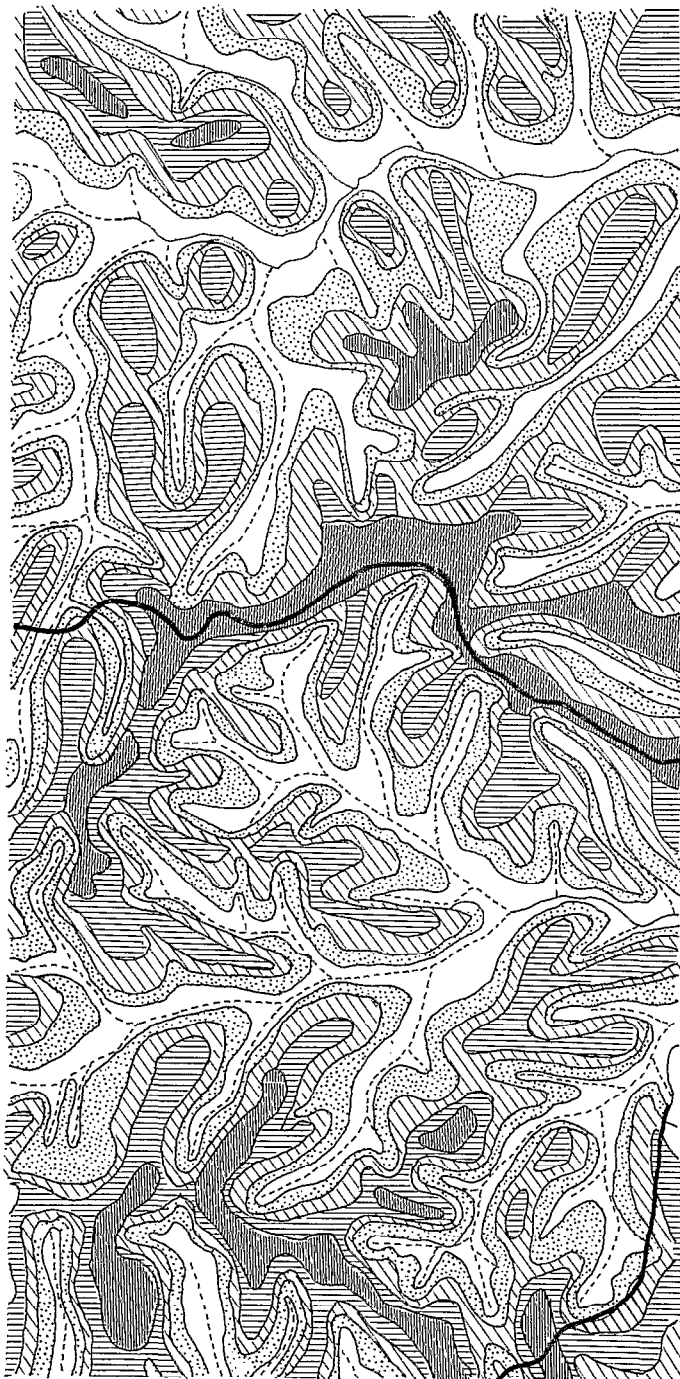
- 11 Sols remaniés colluvionnés appauvris et hydromorphes sur schistes arkosiques et schistes argileux quartzeux

### SOLS HYDROMORPHES MINERAUX SUR COLLUVIONS SCHISTEUSES

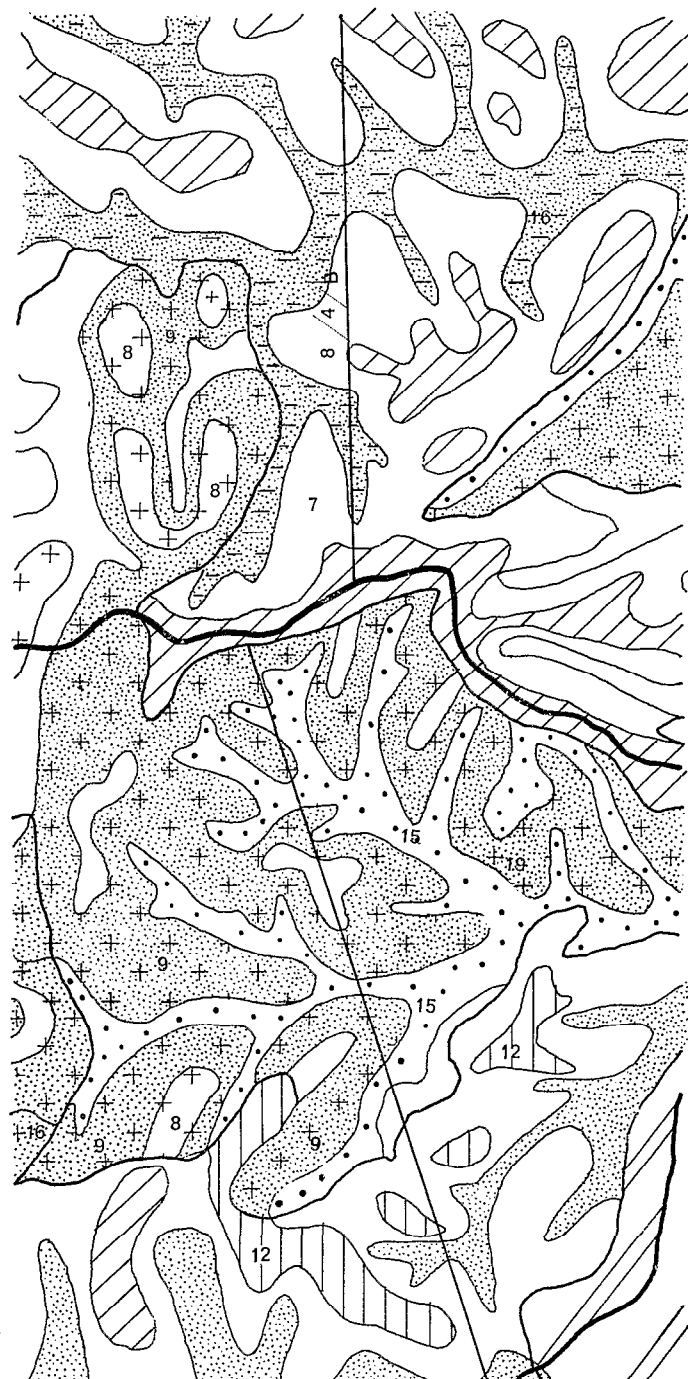
- 17 Sols humifères à gley d'ensemble

### ASSOCIATION DE SOLS PEU EVOLUES ET DE SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS

- 1
  - a) Sols peu évolués d'apport hydromorphe de moyenne terrasse
  - b) Sols hydromorphes à gley d'ensemble de basse terrasse



(A)



(B)

FIG. 4.

(A) = FACETTES ISOMORPHES

(B) = SOLS

SOLS FERRALLITIQUES MOYENNEMENT DESATURÉS SUR GRANITE

-  Crête et plateau
-  Pente supérieure et replat
-  Pente inférieure
-  Bas de pente
-  Bas-fond

8  Sols appauvris rajeunis

9  Sols colluvionnés appauvris et hydromorphes

SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX SUR COLLUVIONS GRANITIQUES

15  Sols hydromorphes minéraux peu humifères à amphigley

0 1Km

(N<sup>os</sup> 7, 12, 16 et 17 voir figures 2 et 3)

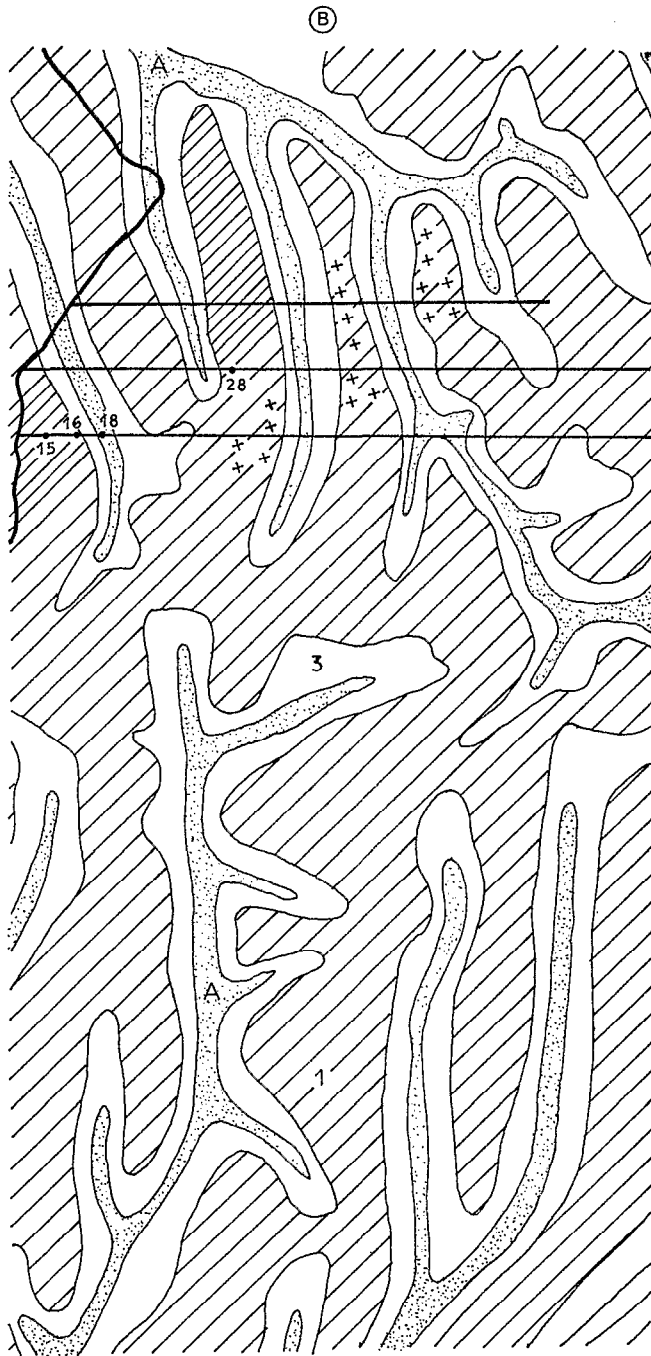
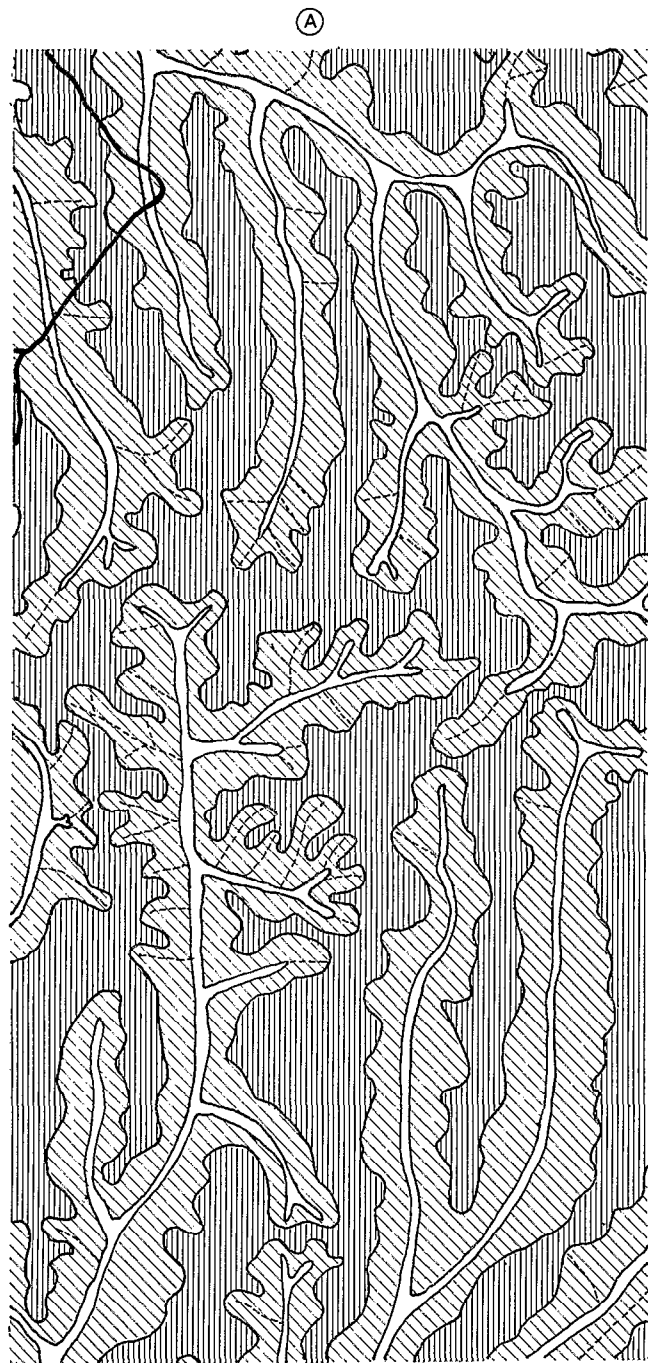


FIG. 5.

(A) = FACETTES ISOMORPHES  
SIMPLIFIEES

(B) = SOLS

1 Plateau - Pente supérieure -  
Replat

3 Pente inférieure  
et Bas de pente

4 Bas-fond

SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT DESATURES SUR SCHISTES ARKOSIQUES

Complexe de sols :

a) Sols typiques remaniés ou indurés en profondeur

b) Sols remaniés modaux et remaniés modaux indurés

c) Sols remaniés tronqués

d) Sols remaniés indurés

ASSOCIATION DE SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT ET MOYENNEMENT DESATURES  
SUR SCHISTES ARKOSIQUES

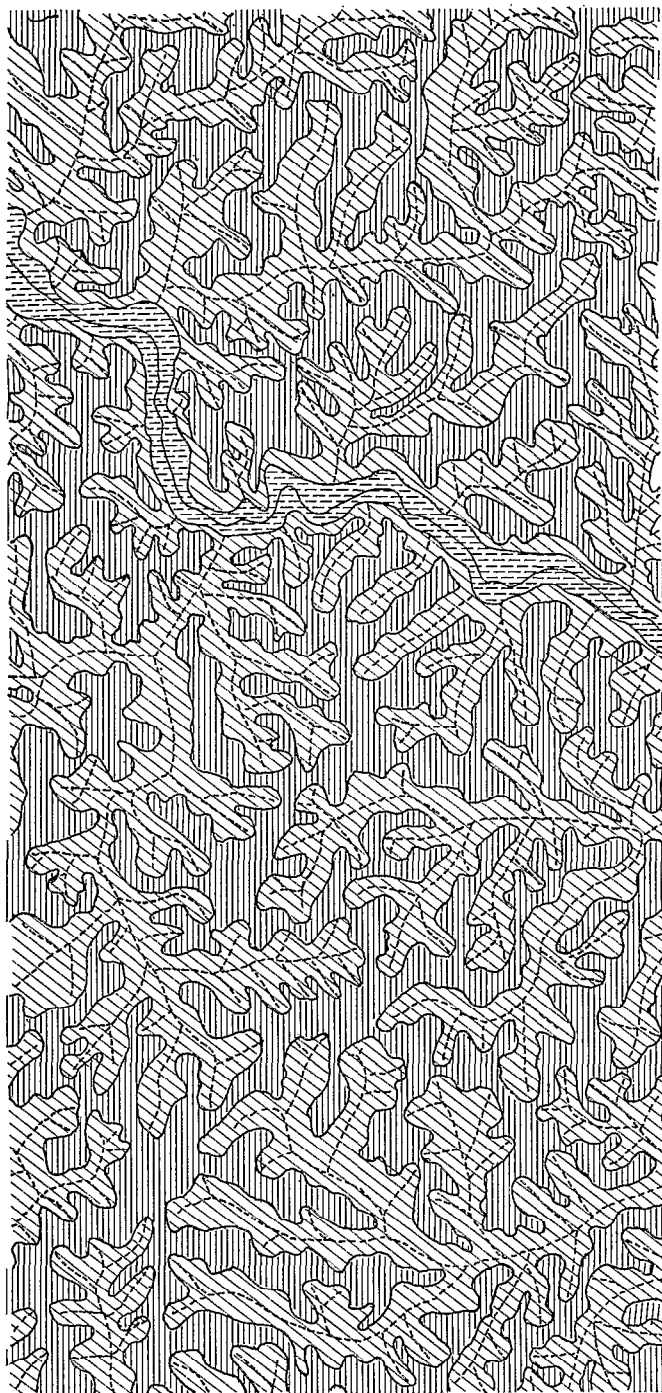
a) Sols remaniés tronqués et appauvris. b) Sols remaniés colluvionnés appauvris  
c) Sols remaniés colluvionnés appauvris et hydromorphes

SOLS HYDROMORPHES MINERAUX SUR MATERIAU ALLUVIO-COLLUVIAL

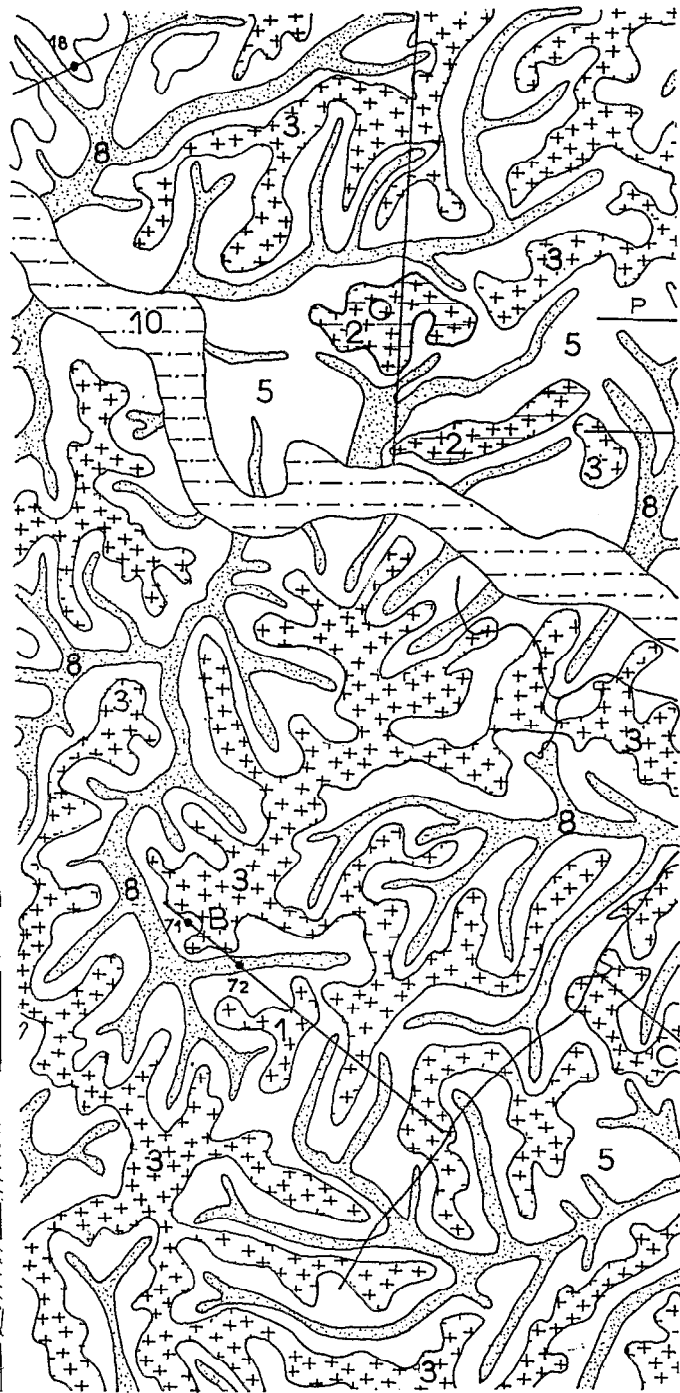
Sols hydromorphes à pseudo-gley à tâches

0 1 Km





(A)

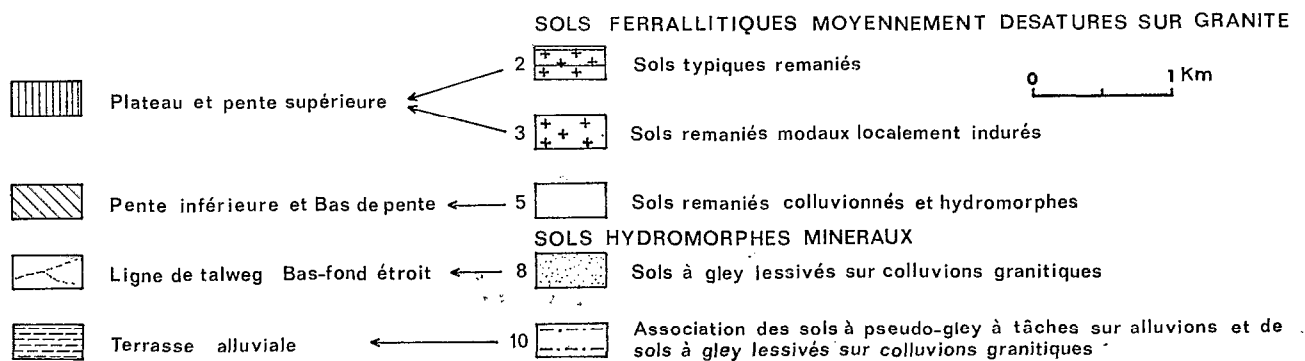


(B)

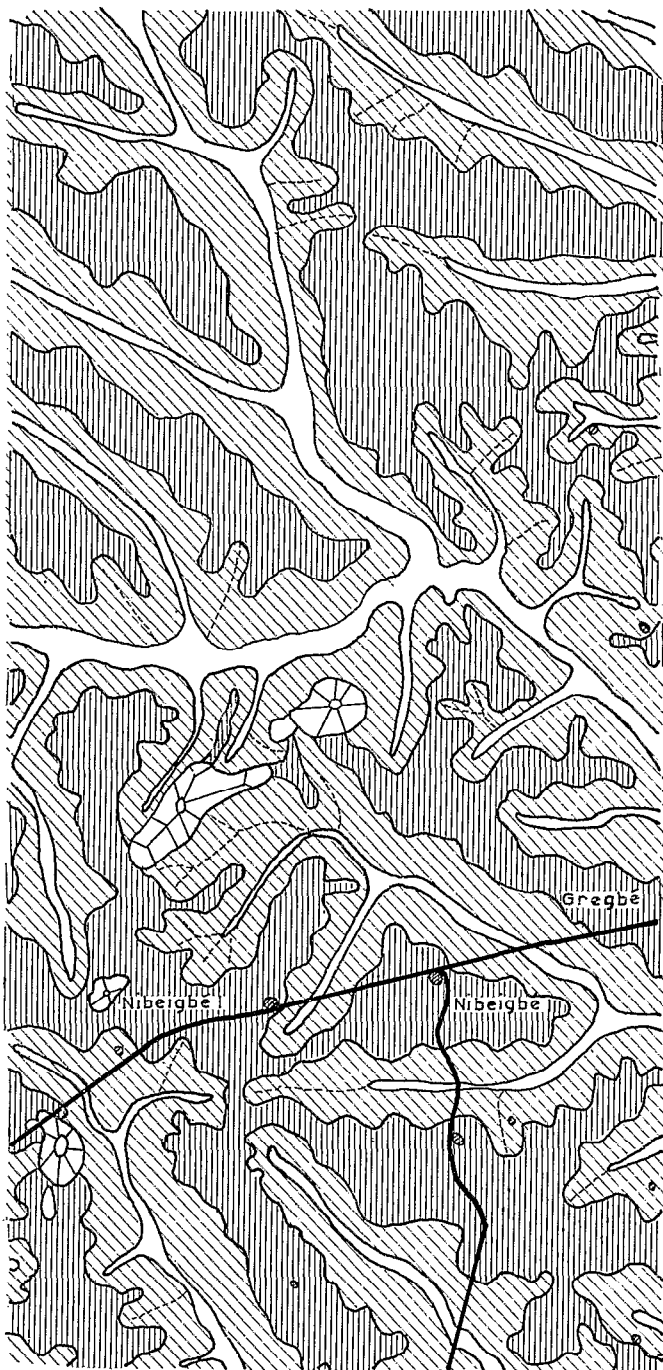
FIG. 6.

(A) = FACETTES ISOMORPHES

(B) = SOLS

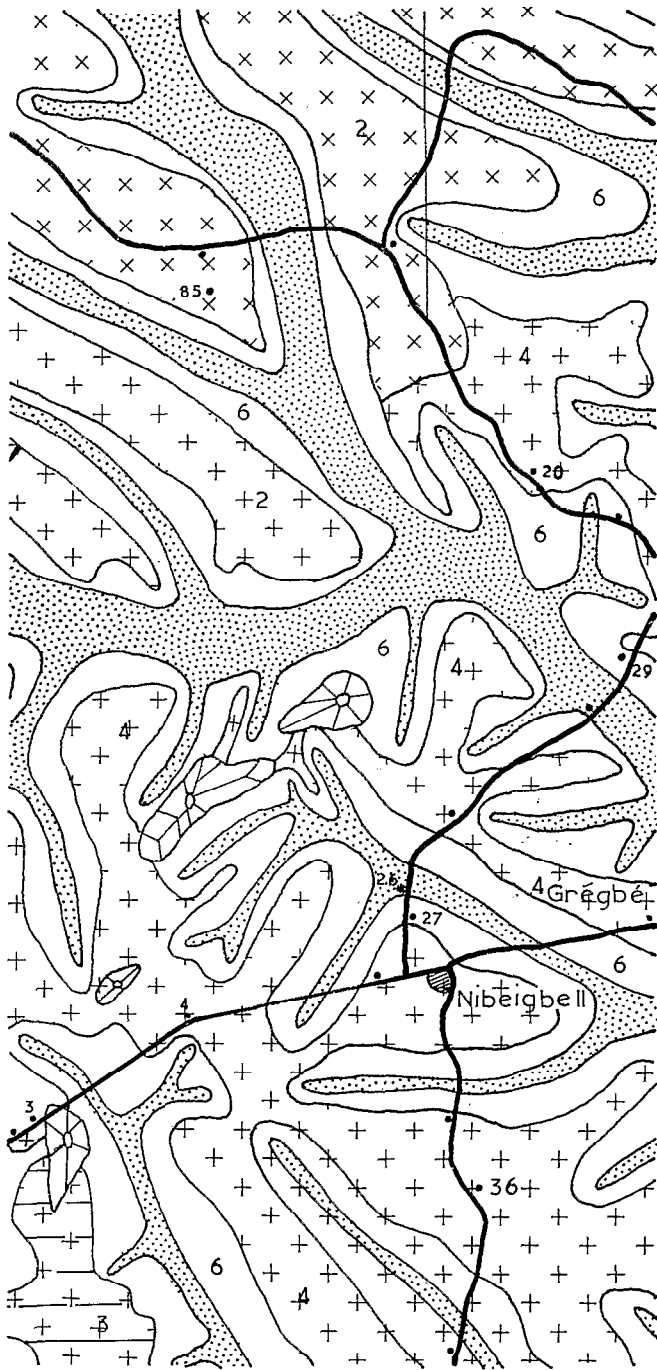






(A)

(A) = FACETTES ISOMORPHES



(B)

FIG. 7.

(B) = SOLS



Inselberg-Dôme granitique



Plateau, pente supérieure



Pente inférieure Bas de pente



Bas-fond

2



Complexe de sols:  
a) Remaniés modaux. b) Typiques remaniés. c) Typiques indurés.

3



Soil remaniés rajeunis.

4



Complexe de sols:  
a) Remaniés rajeunis. b) Typiques remaniés.

6



Complexe de sols:  
a) Remaniés colluvionnés. b) Remaniés appauvris.

8



Complexe de sols:  
a) A pseudo-gley à tâches et concrétions. b) A gley lessivés.

0 1 Km

SOLS FERRALLITIQUES MOYENNEMENT ET FORTEMENT DESATURÉS SUR GRANITE

SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT DESATURÉS SUR GRANITE

SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX SUR COLLUVIONS GRANITIQUES

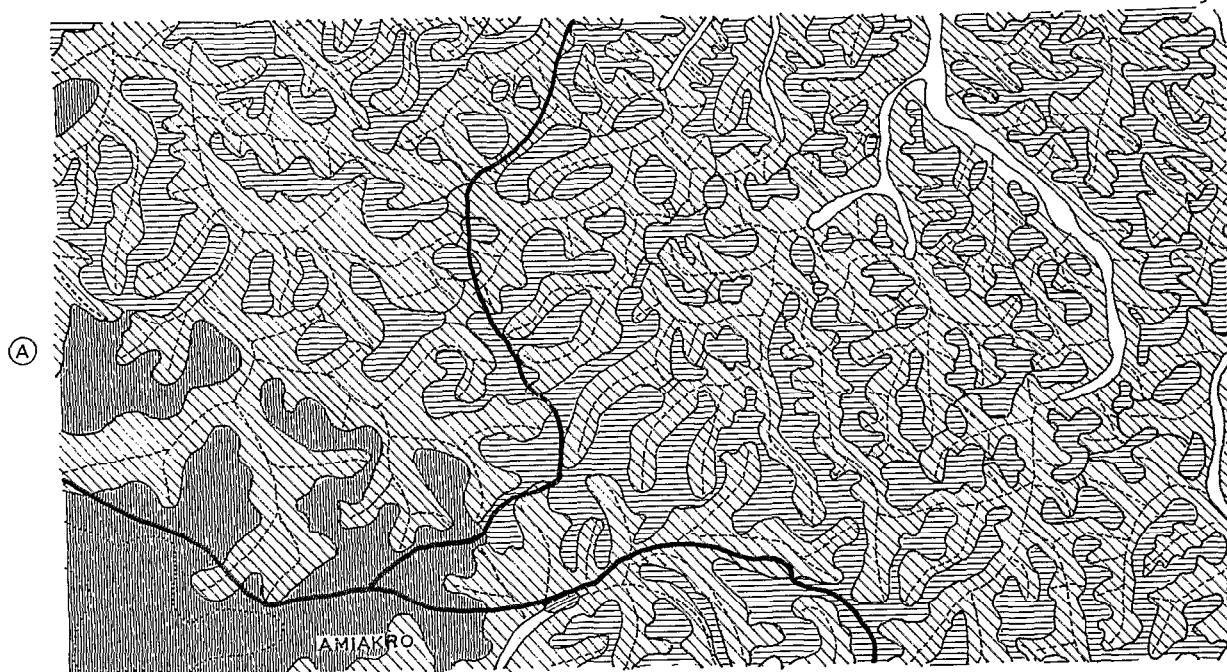
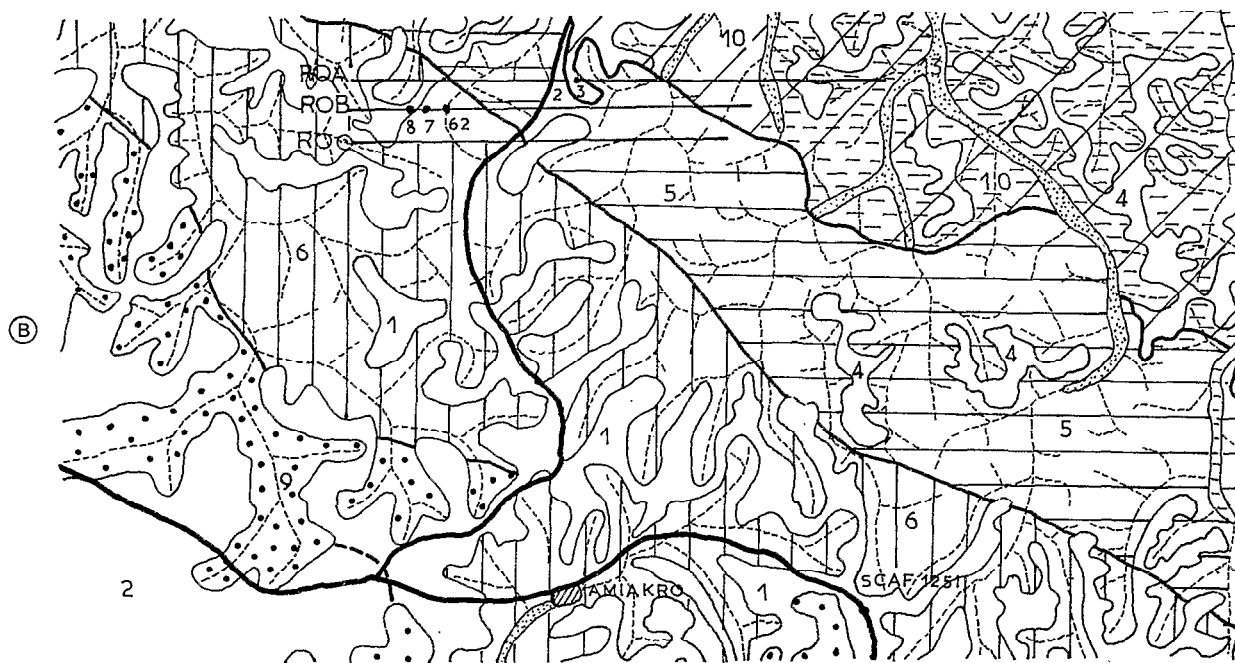


FIG. 8. (B) = SOLS

(A) = FACETTES ISOMORPHES

Plateau large

Crête-Plateau étroit

Versant abrupt avec talweg en V

Bas-fond

SOLS FERRALLITIQUES FORTEMENT DESATURES

1-2 Sols appauvris modaux sur sables tertiaires

9 Sols appauvris rajeunis et colluvionnés sur sables tertiaires

4 Sols remaniés modaux sur roches métamorphiques

5 Sols remaniés colluvionnés rajeunis sur roches métamorphiques

10 Sols remaniés rajeunis sur roches métamorphiques et hydromorphes

6 Sols rajeunis remaniés sur complexe de roches métamorphiques et sables tertiaires

SOLS HYDROMORPHES MINERAUX

13 Sols hydromorphes peu humifères à gley ou pseudo-gley d'ensemble

0 1 Km

# FACETTES ISOPHENES DE LA SAVANE DE LAMTO

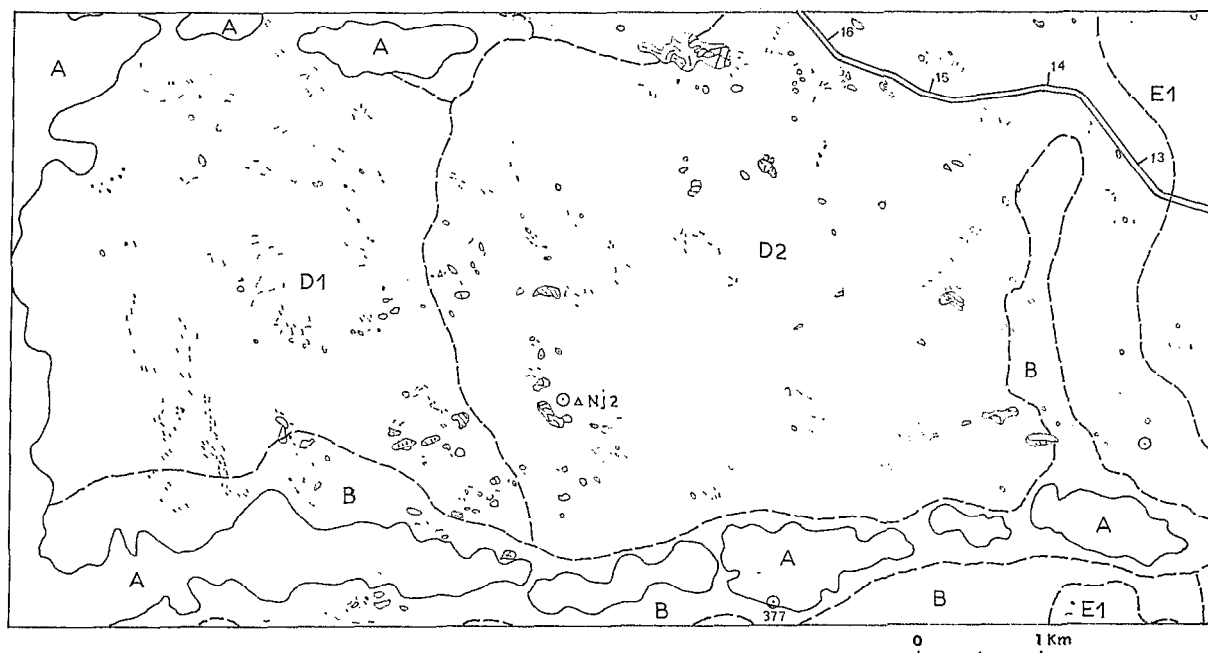


FIG. 9.

## \* FORMATION FORESTIÈRE :

- A  Forêt galerie { Sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley à tâches de surface et d'ensemble.

## \*\* FORMATIONS SAVANICOLES A RONIERS :

### + FACIES HERBACE à Loudetia simplex :

- B  Prairie de bas de pente { Sols colluvionnés appauvris et hydromorphes à pseudo-gley à tâches de profondeur avec inclusions de sols colluvionnés indurés de surface ou de profondeur.

### ++ FACIES ARBUSTIFS :

#### a) STRATE HERBACEE à Loudetia simplex :

- D1  Faciès arbustif ouvert. Juxtaposition de sols : { a) Sols(colluvionnés)appauvris et hydromorphes à pseudo-gley à tâches et concrétions de profondeur parfois indurés.  
b) Sols bruns eutrophes peu évolués d'érosion, modaux et vertiques.

#### b) STRATE HERBACEE à Andropogonées et à Imperata cylindrica :

- D2  Faciès arbustif moyennement ouvert { Association de sols ferrugineux tropicaux ocre-jaune, lessivés en fer (dominants) et ocre-rouge à tâches et concrétions sur matériaux ferrallitiques remaniés appauvris, parfois indurés en profondeur avec des inclusions de sols rajeunis et lithiques.

- E1  Faciès arbustif dense (boisé) { Sols ferrugineux tropicaux rouges à ocre-rouges à tâches et concrétions sur matériaux ferrallitiques remaniés appauvris avec des inclusions de sols rajeunis et lithiques.



Affleurements rocheux

1 : Zone de plateau et de crête limitée par la ligne de changement de pente supérieure (ligne A).

2 : Versant convexe compris entre les lignes de changement de pente supérieure et inférieure (ligne C). La ligne B divise ce portion de versant en deux secteurs :  $2a$  = pente supérieure et  $2b$  = pente inférieure à déclivité moins accusée.

3 : Versant concave situé au-delà de la ligne C, portion que divise la ligne D en  $3a$  = bas de pente et en  $3b$  = bas-fond.

L'expression graphique des facettes isomorphes fait apparaître des structures physiographiques caractéristiques des modelés, par exemple (fig. 2 à 8) :

— Structure en doigts de gant :

(a) forme rectiligne = modelé des schistes argileux,

(b) forme dentelée = modelé des schistes arkosiques.

— Structure en feuille de chêne :

(a) interfluves larges = modelé granitique du secteur mésophile (1) ;

(b) interfluves courts = modelé granitique du secteur ombrophile (1).

### 3.4. CARTE PHYSIONOMIQUE DES FACETTES ISOPHÈNES DE LA VÉGÉTATION

Les facettes isophènes, unités de 3<sup>e</sup> ordre, sont des secteurs d'égale expression physionomique. Chaque facette est déduite au moyen de quatre principaux critères physiographiques :

(a) Structure caractéristique de chaque zone homogène,

(b) Tonalité de cette structure,

(c) Type du couvert végétal dominant,

(d) Densité de ce couvert dominant.

Un essai de cartographie des facettes isophènes a été fait avec des photographies aériennes à 1/5 000 sur la Station écologique de Lamto (sous-préfecture de Tiassalé). Les définitions des facettes par photointerprétation préliminaire montre une concordance des

limites de l'ordre de 70 à 80 % avec les zones écologiques d'une part, et les unités pédologiques d'autre part (fig. 9) :

Une analyse antérieure à l'échelle de 1/50 000 a été réalisée pour l'étude pédologique de reconnaissance de la zone alluviale du Bas-Bandama. La correspondance entre les unités physiographiques de la végétation et les unités pédo-cartographiques reconnues sur le terrain est établie comme suit :

— une unité physiographique correspond à une unité cartographique,

— une unité cartographique recouvre plusieurs unités physiographiques (différents types de forêt marécageuse croissant sur de la tourbe forestière).

### 3.5. ÉLÉMENTS PHYSIOGRAPHIQUES

Le 4<sup>e</sup> ordre des unités physiographiques est lié aux formes d'érosion ou aux caractères spécifiques de la formation végétale :

Forme reliques = rochers, petites ruptures de pente isolées, corniches cuirassées, etc.

Micro-relief = gilgais, touradons, cuvettes, griffes d'érosion.

Aspect spécifique de la formation végétale = forme et texture des houppiers, rapport de hauteur des espèces, couleur, etc.

### 4. Conclusion

Les cartes physiographiques ainsi définies, par rapport aux moyens d'investigation conventionnelle, présentent les avantages suivants :

1<sup>o</sup> Orientation plus efficace des axes de prospection,  
2<sup>o</sup> Réduction du nombre d'observations (voir tableau I),

3<sup>o</sup> Précision accrue dans l'interpolation des limites thématiques,

4<sup>o</sup> Présentation cartographique dans la limite des erreurs admises et non hasardeuses,

5<sup>o</sup> Réalisation des cartes à plus bref délai en réduisant les frais d'étude.

En outre, elles peuvent servir comme documents de base aux études intégrées pour l'inventaire des ressources naturelles.

(1) Ces secteurs correspondent au climax des forêts mésophiles et ombrophiles.

TABLEAU I

EXEMPLES SCHÉMATIQUES DE RÉDUCTION DU NOMBRE CONVENTIONNEL D'OBSERVATIONS  
AVEC UTILISATION DES CARTES PHYSIOGRAPHIQUES ÉTABLIES À PARTIR DES P.A.

| Echelle<br>cartographique               | Pour une<br>superficie<br>de :                    | Nombre conventionnel<br>d'observations<br>par unité cartographique<br>(UC) |                                            | Avec utilisation de cartes physiographiques        |                                                                                    |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                         |                                                   | de 25 mm <sup>2</sup>                                                      | de 1 cm <sup>2</sup>                       | Réduction<br>(%)                                   | Nombre d'observations<br>après réduction (selon l'UC<br>conventionnelle envisagée) |                   |
|                                         |                                                   |                                                                            |                                            |                                                    | 25 mm <sup>2</sup>                                                                 | 1 cm <sup>2</sup> |
| Etude<br>détaillée<br>1/5 000           | 1 000 ha                                          | 16 000 =<br>16 obs.<br><br>à l'ha                                          | 4 000 =<br>4 obs.<br><br>à l'ha            | 10<br>à 30<br>selon la<br>complexité<br>du terrain | 14 400<br>à 11 200                                                                 | 3 600<br>à 2 800  |
| Etude<br>semi-détaillée<br>1/50 000     | 20 000 ha                                         | 3 200 =<br>1 obs.<br>par 6,25 ha                                           | 800 =<br>1 obs.<br>par 25 ha               | 50                                                 | 1 600                                                                              | 400               |
|                                         | 1 coupure =<br>15' carré ou<br>76 176 ha          | 12 188                                                                     | 3 047                                      | 50                                                 | 6 094                                                                              | 1 523             |
| Carte<br>de reconnaissance<br>1/200 000 | 1 coupure =<br>1° carré<br>12 100 km <sup>2</sup> | 12 100 =<br>1 obs.<br>au km <sup>2</sup>                                   | 3 025 =<br>1 obs.<br>par 4 km <sup>2</sup> | 70                                                 | 3 630                                                                              | 907               |

#### DISCUSSION APRÈS LA COMMUNICATION DE P. DE LA SOUCHÈRE

M. GOUROU

Les exemples de cartes présentés par M. de la SOUCHÈRE nous montrent combien la photo-interprétation peut être utile au géographe pour la définition des paysages. N'existe-t-il pas d'autres procédés permettant d'arriver à des résultats comparables ?

M. de la SOUCHÈRE

Les procédés autres que la photographie aérienne classique sont nombreux. On peut utiliser le radiomètre, qui a un pouvoir de résolution très grand ; le radar, qui pose des problèmes de reconstitution d'image ; les différents procédés de détection spatiale. La photographie aérienne reste cependant promise à un bel avenir (facilité d'emploi, gamme d'émulsions de plus en plus variée).