

PÉDOLOGIE. — *Considérations sur l'analyse granulométrique et le problème de la détermination de la constitution minéralogique élémentaire de certains sols tropicaux; nécessité et limites de la déferrification.* Note (*) de MM. ARMAND CHAUVEL et GEORGES PEDRO, présentée par M. Jean Orcel.

Dans une Note précédente ⁽¹⁾, nous avons montré en nous basant sur une étude des sols rouge et beige de la moyenne Casamance (Sénégal) qu'une analyse granulométrique classique ne conduisait pas nécessairement à une séparation complète des individus cristallins constituant l'échantillon à analyser. C'est ainsi qu'en utilisant la méthode Demolon-Bastisse par exemple ⁽²⁾, on a pu obtenir une très bonne dispersion dans le cas du sol beige (94 % de la kaolinite du sol se retrouvent au sein de la fraction $\emptyset < 2 \mu$), tandis que pour le sol rouge de constitution minéralogique similaire, la dissociation des « particules élémentaires » réalisée dans les mêmes conditions a été beaucoup moins bonne : La fraction « argile » ne contient que 77 % de la kaolinite du matériau, le complément argileux (23 %) se trouvant plus spécialement concentré au sein des sables issus de l'analyse.

Il est d'ailleurs aisé de confirmer un tel résultat; si l'on pratique un deuxième traitement dispersant sur les fractions les plus grossières ($\emptyset = 0,2-2 \text{ mm}$) des deux sols, récupérées lors de l'étude granulométrique normale, on fait immédiatement apparaître une nouvelle distribution granulométrique dans le cas du sol rouge (tableau I). On a bien ainsi la preuve qu'un certain nombre de particules récoltées avec les « sables grossiers » ne sont pas des grains élémentaires et qu'elles ne correspondent, en réalité, qu'à des sortes de petits agrégats complexes ⁽³⁾ qu'on peut désigner sous le nom de « pseudoparticules ».

TABLEAU I.

Matériau d'analyse.	< 2 μ .	2-20 μ .	20-50 μ .	50-200 μ .	0,2-2 mm.
Fraction (0,2-2 mm) du sol rouge (%).	6,7	0,6	1,4	5,0	86,2
Fraction (0,2-2 mm) du sol beige (%).	0	0	0	0	100

Cet exemple montre donc que, dans le cas de certains sols tropicaux, il semble pratiquement impossible en utilisant les méthodes classiques de l'analyse granulométrique, d'obtenir une distribution dimensionnelle qui reflète véritablement la composition minéralogique élémentaire de l'échantillon, d'où la nécessité d'améliorer la technique générale de dispersion et de chercher à adapter d'autres méthodes comme, par exemple, celles qui permettent de dissoudre tout ce qui peut être considéré comme ciment.

A cet effet, et afin de nous placer dès le départ dans les meilleures conditions d'étude, nous avons choisi de travailler uniquement sur les particules réfractaires à la dispersion habituelle, c'est-à-dire sur les « pseudoparticules » et nous avons ainsi retenu celles dont la taille est comprise entre 0,2 et 2 mm. Leur isolement a d'ailleurs été grandement facilité par le fait que la plupart d'entre elles ont une densité inférieure à celle des grains de quartz; nous les avons donc séparées par décantation en utilisant un mélange alcool-bromoforme de densité 2,53.

L'étude de la constitution minéralogique des pseudoparticules ainsi récoltées a été réalisée à l'aide des méthodes de diffraction X et des techniques chimiques et thermogravimétriques; elle montre que nous avons affaire ici à un mélange de kaolinite et de quartz en quantité sensiblement équivalente et de l'ordre de 45 %, associé à des sesquioxydes libres ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,9\%$), qui sont représentés principalement par des hydrates ferriques amorphes et par un peu d'hématite. Comme ce sont de tels constituants ferrugineux qui jouent plus ou moins directement le rôle de ciments, nous avons été amenés à effectuer des traitements de déferrification avant de procéder à l'analyse granulométrique proprement dite. Trois traitements ont été éprouvés à cet effet : Réduction à l'hydrosulfite de sodium (¹); Réduction à l'hydrogène naissant (²); Réduction biologique par fermentation (³).

Les données granulométriques obtenues dans les différentes conditions ainsi que celles résultant d'une étude sans déferrification (témoin) sont consignées dans le tableau II.

TABLEAU II.

Méthode.	Argile (%) ($\phi < 2 \mu$).	Limon (%) (2-50 μ).	Sable (%) (0,05-2 mm).
Méthode classique Demolon-Bastisse (D. B.)	33,7	9,9	56,4
Déferrification biologique (20 jours) + (D. B.)	65,8	9,7	24,5
Déferrification biologique (38 jours) + (D. B.)	65,8	15,8	18,4
Traitement Deb (¹) + (D. B.)	66,2	15,7	18,1
Traitement Jeffries (²) + (D. B.)	66,6	20,4	13,0

L'examen de ce tableau conduit alors à deux groupes de remarques :

1. *La teneur en argile a fortement augmenté après déferrification de l'échantillon, puisqu'elle est sensiblement deux fois plus élevée; ce premier point tend à montrer que ce sont bien les hydrates de fer qui sont responsables de la mauvaise dispersion de l'argile dans les conditions opératoires habituelles.*

En même temps, on peut constater que cette teneur en argile est constante, c'est-à-dire *totale* indépendante de la technique déferrifiante adoptée; il est donc raisonnable de penser que, pour les quatre types de traitements employés, la dispersion obtenue a bien été totale.

Ainsi, la déferrification préalable à l'analyse granulométrique semble, dans ce cas et au moins en ce qui concerne la distribution des constituants argileux, parfaitement adaptée au problème posé.

2. Par contre, pour une extraction d'argile identique, *les teneurs en limons* (2-50 μ) *et surtout en sables* (0,05-2 mm) ont été très différentes d'un essai à l'autre. Ceci nous conduit logiquement à admettre que les divers traitements déferrifiants ont une action essentiellement variable sur les constituants ferrugineux *qui ne sont pas associés directement aux minéraux argileux* et qu'on retrouve alors dans la fraction sableuse, par exemple à l'état de ponts entre plusieurs grains de quartz ou encore sous forme d'incrustations au sein de particules réellement élémentaires.

De ce fait, si l'on pouvait démontrer que les sesquioxydes atteints par tel ou tel procédé ne représentent que des ponts entre particules, la composition minéralogique élémentaire la plus vraisemblable serait toujours celle donnée par le traitement le plus déferrifiant (ici, la méthode Jeffries). En réalité, il n'en est pas ainsi; l'étude microscopique indique nettement, en effet, que la forte diminution de la teneur en sables obtenue après attaque à l'hydrogène naissant résulte essentiellement d'une véritable *fragmentation* de grains de quartz originels, consécutive à la dissolution des oxydes de fer incrustés dans les microfissures d'un certain nombre de particules élémentaires sableuses.

On se trouve donc, là, en présence d'un fait nouveau, très significatif probablement du point de vue pédologique (on peut penser qu'il est à l'origine de la pulvérisation des quartz en milieu tropical), mais qui, en ce qui nous concerne, constitue un écueil fondamental quant à la détermination par voie analytique de la composition élémentaire d'un matériau ferrugineux peu dispersable.

En conclusion, nous avons vérifié au cours de ce travail que, dans le cas de certains sols tropicaux riches en « pseudoparticules », la distribution granulométrique obtenue par l'intermédiaire de méthodes de dispersion *peu* agressives ⁽²⁾ pouvait être fort éloignée de la répartition dimensionnelle des individus cristallins, telle qu'elle existe au sein de l'échantillon. Aussi, avons-nous été conduits à faire appel à des méthodes de préparation *plus* agressives ou mieux, dont l'agressivité est *plus spécifique*; l'emploi des techniques de déferrification nous a paru à cet effet particulièrement adaptée à l'étude des matériaux caractérisés par la présence de liants ferrifères. Effectivement, les diverses techniques utilisées ont amélioré la dispersion et permis d'extraire la totalité de la fraction « argile »; mais, en même temps, nous avons vu qu'elles pouvaient être aussi à l'origine d'une certaine fragmentation des grains de quartz plus ou moins ferruginisés de l'échantillon. Du point de vue analytique, le problème semble donc déboucher sur une impasse, de telle sorte qu'au moins dans un certain nombre de cas, on est amené maintenant à considérer l'analyse mécanique, beaucoup plus comme un des moyens d'étude d'un matériau donné que comme une méthode conduisant directement à la détermination de sa composition élémentaire.

Dans ces conditions, l'évaluation de cette dernière ne peut être réalisée que par une approche en *plusieurs* étapes faisant intervenir à la fois les données de la granulométrie classique et les investigations minéralogiques; c'est ce que récemment A. Blot et G. Pedro (7) sont arrivés à proposer avec la méthode dite de la « granulométrie virtuelle ».

(*) Séance du 17 avril 1967.

(1) A. CHAUVEL et G. MONNIER, *Comptes rendus*, 264, série D, 1967, p. 1964.

(2) A. DEMOLON et E. BASTISSE, *Ann. Agron.*, 1935, p. 1-15.

(3) J. D'HOORE et J. GROEGAERT, *C. R. 2^e Conf. Interaf. Sols*, Léopoldville, 1954, II, p. 1105-1112.

(4) B. C. DEB, *J. Soil. Sc.*, 1, 1950, p. 212-220.

(5) C. D. JEFFRIES, *Soil Sc.*, 52, 1941, p. 451-454.

(6) R. BÉTRÉMIEUX, *Ann. Agron.*, 1951, p. 193-295.

(7) A. BLOT et G. PEDRO, *Ann. Agron.*, 18, (2), 1967 (sous presse).

(O.R.S.T.O.M., Pédologie, Centre de Dakar-Hann, Sénégal
et I. N. R. A., Laboratoire des Sols,
route de Saint-Cyr, Versailles, Yvelines.)