

SÉDIMENTOLOGIE. — *Etude granulométrique par l'analyse factorielle des correspondances : application aux sables des formations superficielles du Sud-Ouest de Madagascar.* Note (*) de MM. Michel Sourdât et Joël Mahé, présentée par

M. Jean Wyart.

L'analyse factorielle des correspondances est appliquée à l'exploitation d'un ensemble complexe de données granulométriques. Elle discrimine plusieurs familles d'observations, auxquelles correspondent les divers faciès granulométriques classiques. Les résultats sont interprétés dans le cadre local.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) est une méthode mathématique multivariable, propre à l'exploitation informatique des fichiers à nombreuses données ⁽¹⁾. Après avoir illustré son intérêt en paléontologie ⁽²⁾ et en géochimie ⁽³⁾, nous l'avons appliquée à des comptages de minéraux lourds et à des pesées granulométriques. Les principes de la méthode et les résultats minéralogiques ayant fait l'objet d'un précédent compte rendu ⁽⁴⁾, cette Note sera consacrée aux principaux résultats granulométriques ⁽⁵⁾.

CADRE DE L'ÉTUDE. — Le Sud-Ouest de Madagascar est un bassin sédimentaire, soumis à un climat tropical à longue saison sèche. Trois régions naturelles sont étagées, de l'intérieur (alt. 1 304 m) à la mer : massif de l'Isalo, plateaux karstiques et plaine côtière.

Les *carapaces sableuses* ⁽⁶⁾ sont des formations superficielles meubles, correspondant à un glaciais détritique d'âge pliocène, disséqué, remanié et rubéfié au Quaternaire. Elles sont intimement associées aux affleurements de roches cohérentes : grès d'âge Karroo dans l'Isalo, calcaires et basaltes d'âges crétacé à miocène dans les zones karstiques et côtières ; leur frange littorale est remodelée en dunes.

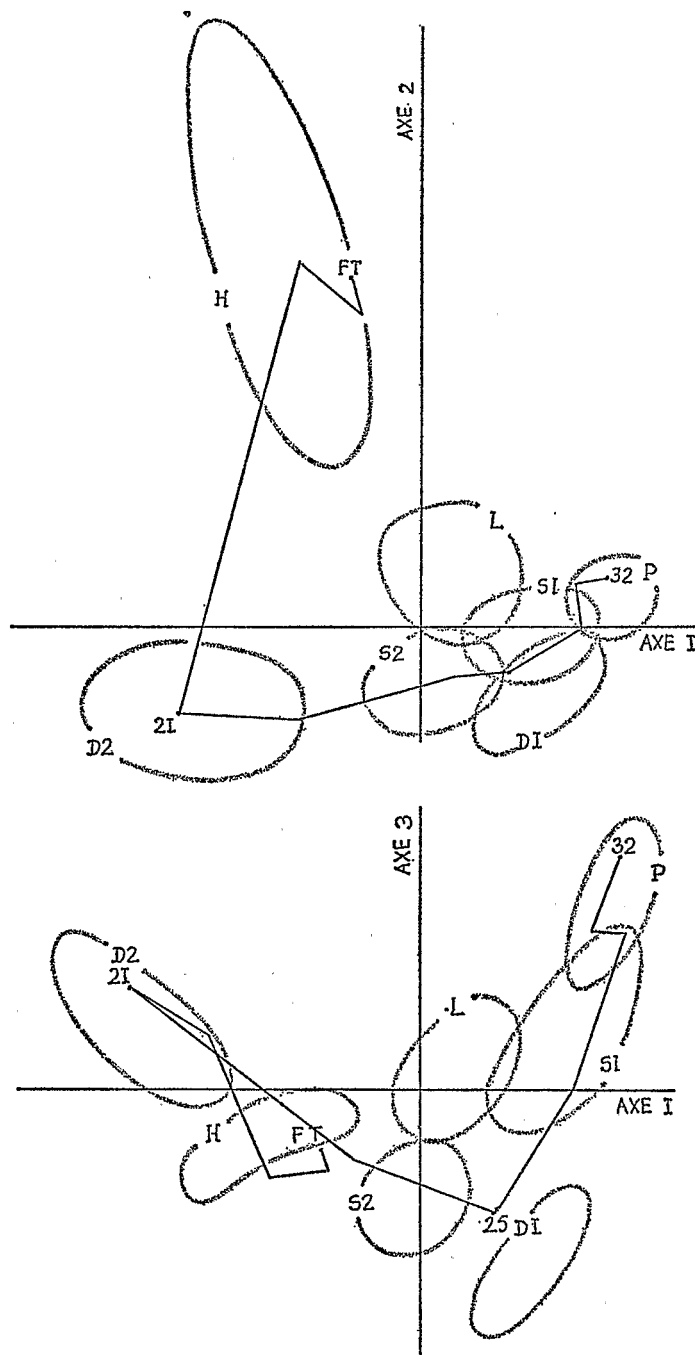
L'étude sédimentologique vise à déterminer des degrés de filiation entre les sols et leurs substrats, meubles ou cohérents.

LES DONNÉES. — Chacun des 304 prélèvements effectués fournit, après tamisage et pesée ⁽⁷⁾, une *observation* constituée par les pourcentages des fractions pondérales. Les *variables* sont les classes dimensionnelles, dont la progression suit la norme AFNOR, de 50 à 2 000 μ .

Le traitement d'échantillons partiels fournit une première série de diagrammes, à partir desquels un échantillon réduit représentatif est rationnellement sélectionné : sa matrice est limitée à 76 observations et 16 variables.

ANALYSE DES DIAGRAMMES AFC DE L'ÉCHANTILLON GLOBAL RÉDUIT. — Dans l'espace que définissent les trois premiers axes factoriels, les *points-tamis* représentatifs des variables se distribuent schématiquement le long d'une courbe gauche, assez régulière bien que brisée (*fig.*).

point-observation de l'ensemble des points-tamis traduit l'importance relative des classes dimensionnelles propres à l'observation correspondante, exprimée empiriquement par son *faciès granulométrique* ⁽⁸⁾.



Position de la courbe des points-tamis et des nuages de points-observations, sur deux projections de l'espace factoriel. Seuls, les points-tamis remarquables, FT, 21, 25, 32, sont notés

Ainsi, à la position centrale du nuage L correspond une famille granulométrique de *faciès linéaires*.

Aux positions, voisines des points-tamis extrêmes, de nuages tels que P, S 1 et H, correspondent des familles de faciès respectivement *paraboliques* et *hyperboliques* ; à la position médiane de S 2 correspondent des faciès intergrades, dits « en S ».

Aux positions excentrées (D 1, D 2) correspond la prépondérance de certaines classes dimensionnelles et des faciès *logarithmiques*.

LES FAMILLES GRANULOMÉTRIQUES DU SUD-OUEST DE MADAGASCAR. — Le collationnement des observations propres à chaque nuage de points-observations associée, à chaque famille granulométrique, un ou plusieurs types de gisements.

Famille L : faciès linéaires. — Horizons rouges des sols sur grès des reliefs tabulaires de l'Isalo ; sols calcimorphes, et horizons inférieurs des sols rouges associés aux karsts ; sols sur basaltes ou matériaux basaltiques ; un sol de référence prélevé sur leytinite du socle. Tous ces matériaux sont présumés autochtones, c'est-à-dire développés sur le substrat cohérent.

Famille P : faciès paraboliques. — Strate de base des carapaces sableuses.

Famille S 1 : faciès paraboliques dégradés. — Strates supérieures des carapaces sableuses ; formations analogues, telles que les terrasses rubéfiées anciennes ; quelques altérites et résidus de désagrégation expérimentale des grès.

Famille S 2 : faciès en S. — Horizons supérieurs des sols rouges associés aux karsts. Ces matériaux sont réputés allochtones, soit développés sur la carapace sableuse.

Famille H : faciès hyperboliques. — Sols rouges des dolines ; quelques résidus de décarbonatation expérimentale.

Famille D 1 : faciès logarithmique à médianes moyennes. — Sables des formations dunaires les plus anciennes ; situées en positions relativement continentales et plus particulièrement au Nord du fleuve Fiherenana.

Famille D 2 : faciès logarithmiques typiques. — Sables des formations dunaires plus récentes, en positions littorales, notamment au Sud du Fiherenana.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS. — Divers problèmes de filiation pédologique sont résolus grâce aux regroupements des observations, par affinités granulométriques et par types de gisement.

Ainsi, dans la zone des karsts, les horizons supérieurs des sols rouges présentent des faciès paraboliques et s'apparentent aux carapaces sableuses (S 1 et S 2) ; les horizons inférieurs par contre présentent des faciès linéaires et s'apparentent aux sols calcimorphes (L). Cette dualité constante témoigne de la nature polygénique des sols rouges. A la lumière d'observations pédologiques et minéralogiques, il apparaît que des horizons autochtones s'approfondissent par décarbonatation, sous une couverture sableuse allochtone.

L'hétérométrie granulométrique de ces horizons profonds autochtones n'est cependant pas liée à celle des strates du substrat, dont les matériaux sont originellement triés ; les résidus de décarbonatation expérimentale présentent en effet des faciès logarithmiques ou hyperboliques. La même singularité affecte les sols rouges du domaine gréseux. Il semble donc qu'en milieu sédimentaire, le cumul de stocks, homométriques au niveau du substrat, puisse reconstituer un stock hétérométrique au niveau des sols. Parallèlement, il est probable que l'altération sous climats tropicaux soit propre à modifier la répartition granulométrique des grains siliceux originels.

CONCLUSIONS. — L'AFC offre aux études granulométriques une approche nouvelle. Prenant globalement en compte l'information contenue dans les données, elle en extrait une expression graphique, synthétique et interprétée, qui associe la discrimination objective d'un grand nombre d'observations à celle des variables. Les représentations graphiques classiques, limitées à quelques observations ainsi sélectionnées, complètent et illustrent utilement les résultats.

L'étude granulométrique des matériaux superficiels du Sud-Ouest de Madagascar révèle des discriminations ou regroupements significatifs. En particulier, elle conduit à admettre qu'en milieu sédimentaire et tropical, la pédogenèse puisse opérer une redistribution des classes granulométriques, annulant les effets du triage originel.

(*) Séance du 24 mars 1975.

- (1) J. P. BENZECRI, *L'analyse des données*, Dunod, Paris, 1 et 2, 1973, 615 et 619 pages.
- (2) J. MAHÉ, *Thèse Sc. Paris*, Mém. Mus. Nation. Hist. Nat., Série C, 32, 1972 (à paraître).
- (3) J. P. KARCHE et J. MAHÉ, *Rev. Géol. Dyn.* (à paraître).
- (4) M. SOURDAT et J. MAHÉ, *Comptes rendus*, 279, Série D, 1974, p. 1845-1848.
- (5) M. SOURDAT, J. MAHÉ et M. DELAUNE, *Cah. ORSTOM, Sér. Géol.*, n° 2, 1975 (à paraître).
- (6) H. BESAIRIE, *Trav. Bur. Géol.*, Tananarive, n° 44, 1953.
- (7) A. CAILLEUX et J. TRICART, *Initiation à l'étude des sables et des galets*, ICDI, Paris, 1959.
- (8) A. RIVIÈRE, *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, 6^e série, 2, 1952, p. 156-167.

M. S., *Services Scientifiques Centraux ORSTOM*,
70/74, route d'Aulnay, 93140 Bondy ;

J. M., *Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences*,
33, rue Louis-Pasteur, 84000 Avignon.