

SUR DEUX TÉMOINS DES ÉPANDAGES CONTINENTAUX PLIOCÈNES ET DE LA TOPOGRAPHIE FINI-TERTIAIRE SUR LES PLATEAUX KARSTIQUES DE LA RÉGION DE TULÉAR

(PLANCHE N° 4)

PAR

M. SOURDAT

(Pédologie-ORSTOM)

RÉSUMÉ

Deux formations sableuses conservées à la surface de l'Eocène karstique témoignent d'une transgression détritique d'origine continentale sur ces plateaux. Ces formations sont décrites ; l'étude de leurs matériaux indique qu'ils sont apparentés au complexe d'altération des grès « ISALO » et non pas aux calcaires sous-jacents.

Ces formations témoignent aussi de la topographie fini-tertiaire : leur présence permet de se faire une idée plus précise de la formation du relief régional et de la formation de certains « sols rouges » des karsts. Le matériau originel de ceux-ci est formé en proportions variables de sables pliocènes et de résidus de décalcification.

Originalité et intérêt de ces témoins

C'est en examinant sous stéréoscope les photographies aériennes des plateaux de la région de Tuléar (1) que notre attention a été retenue par

Les déterminations minéralogiques citées dans cette étude ont été effectuées par C. GENSE (ORSTOM) et J.-P. KARGHE (Faculté des Sciences) à qui j'exprime des remerciements.

(1) IGN — Couverture de Madagascar au 1/40.000, mission 001, photos n°s 147-148 et 169-170-171.

quelques unités topographiques qui se distinguaient nettement par leur modelé de l'environnement karstique. Il s'agit en effet de buttes, formées de matériaux meubles non apparentés aux calcaires éocènes — seuls cartographiés en ces endroits (1) — ou par l'association de ces matériaux meubles et d'un faciès particulièrement argileux des calcaires éocènes.

Ces buttes témoignent du passage de nappes d'épandage continentales à la surface du karst. Bien que ces formations azoïques ne puissent être exactement datées, leur situation, et leurs caractères sédimentologiques permettent de les situer par rapport aux autres matériaux continentaux répertoriés dans le sud-ouest de Madagascar. Nous les attribuons au pliocène. Leur présence implique d'intéressantes conclusions touchant la géomorphologie et la pédologie dans le Sud-Ouest.

Situation et toponymie

Les témoins que nous décrivons se trouvent sur les plateaux karstiques qui dominent la plaine côtière au nord-est et à l'est de Tuléar. Les uns entre la Manombo et le Fiherenana, les autres entre Fiherenana et Onilahy.

(1) Serv. Géol. — Carte de Madagascar au 1/100.000 en couleur, feuilles D-57 et D-58.

C.R. Sem. Géol. Madagascar 1970

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n°

5644 ex 1

- 8 SEP. 1972

Le principal témoin Nord est centré sur la cote 560, à 4 kilomètres à l'est-nord-est du village d'Ampeha (1).

Y = 46 gr 18' long. Est X = 25 gr 55' lat. Sud. Il est flanqué de la butte d'Ampeha située en contrebas de la cote 435.

Le principal témoin Sud est centré sur la cote 255, à 1,7 km à l'est du village de Befoly (2).

Y = 46 gr 24' long. Est X = 25 gr 91' lat. Sud. Un autre s'étend entre les cotes 257 et 270 à l'ouest du village d'Andranohinaly et un troisième au sud-ouest d'Ampamata.

On pourra s'étonner du fait que deux témoins homologues distants de seulement 36 kilomètres soient situés à des altitudes très différentes. On constate cependant que les cotes du plateau karstique au nord du Fiherenana s'élèvent très rapidement ; il s'appuie sur les flancs de l'Analavelona qui culmine à 1 343 mètres à 50 kilomètres au nord-nord-est d'Ampeha. Le soulèvement de ce massif est en rapport avec un faisceau de fractures, dont certains rejets atteignent 500 mètres (BESAIRES 1953).

Climatologie — Ecologie — Végétation.

Le climat est celui de la région Sud-Ouest littorale dite « aride mégathermique » (SOURDAT, 1969-2). La texture très grossière des sols qui couvrent les buttes leur confère les caractères écologiques des « sables roux » (HERVIEU, 1959). Il est tout à fait remarquable de trouver sur la butte de Befoly un îlot de *Didierea madagascariensis*, au milieu de la forêt sèche. La butte d'Ampeha par contre porte une savane arborée du type le plus commun dans le Sud-Ouest (Hétéropogon contortus, Poupartia caffra, etc.).

ÉTUDE DES MODELÉS

Morphologie karstique typique.

L'extension de la morphologie karstique coïncide avec l'affleurement des calcaires à alvéolines de l'Eocène ; son aspect est d'autant plus typique que les calcaires sont plus purs et que le réseau hydrographique est moins organisé. Ainsi au nord de la cote 560, sur 20 kilomètres en direction d'Antrokombo s'étend un plateau aréique typique, criblé

par une multitude de dolines. A proximité sont les deux avens de Manomby (DUFLOS, 1965).

La surface se partage entre lapiaz vifs ou virtuels ; ceux-ci sont couverts par un sol homogène de teinte rouge très vive qui correspond à l'ancien concept de terra rossa (FAO, 1960 — PLAISANCE et CAILLEUX, 1958). Ils sont tributaires, en effet, en partie des matériaux détritiques issus des buttes, en partie de la décalcification in situ ; il y a lieu de penser que leur genèse est antérieure à l'établissement du climat actuel (SOURDAT, 1969-2).

Morphologie karstique imparfaite.

Au sud de la cote 560 l'hydrographie s'organise vers le Fiherenana à la faveur des failles. De même dans la région de Befoly qui occupe l'interfluve Fiherenana-Onilahy. La karstification est moins nette et moins généralisée : les rapports entre roches et sols sont confus. Les terra rossa cèdent la place à des sols plus récents de type calcimorphe (1).

Morphologie des calcaires argileux.

Dans la région de Befoly s'observe un faciès particulier de l'Eocène : un calcaire argileux, jaunâtre, riche en gros mollusques. Fossilisée par les sables, cette roche conditionne à la base des buttes des phénomènes d'hydromorphie. Dégagée par l'érosion des sables, elle constitue des croupes exemptes du modelé karstique. Il est certain que cette roche n'a été préservée de l'érosion que par son manteau sableux : ses affleurements actuels marquent donc à peu près les limites de l'extension sub-récente des sables.

Morphologie des témoins sableux.

Le témoin de Befoly est remarquable par ses talus nets et redressés sur plusieurs faces. Les autres témoins sont moins nettement délimités et s'entourent d'auroles colluviales.

Etude de quelques contacts stratigraphiques.

a. Contacts sables/calcaires marneux. — Dans l'angle nord du témoin de Befoly on observe la coupe suivante (fossé 422) :

— De 0 à 150 (≠ 15) centimètres, horizons d'un sol ferrugineux tropical sur sables continentaux : texture sablo-argileuse et couleur rouge vive. (2,5 YR 4/8 MUNSSELL).

(1) IGN — Carte de Madagascar au 1/100.000 en couleur, feuille D-57.

(2) IGN — Carte de Madagascar au 1/100.000 en couleur, feuille D-58.

(1) Les grands avens de Tolikisy (DUFLOS, 1965) ne se trouvent qu'à 10 kilomètres au sud de la cote 255, mais sont dans un compartiment de faille différent.

— A 105 centimètres environ se situe une limite brutale et irrégulière : les sables ravinent une couche d'argile légèrement sableuse de couleur brun vif (7,5 YR 5/6 MUNSSELL), très fortement structurée en éléments prismatiques larges, très fermes et cohérents. Elle est par endroits plus riche en sables grossiers ; il existe aussi des poches de calcaire blanc pulvérulent, particulièrement à la limite de l'horizon suivant.

— De 150 à 260 centimètres, couche argileuse de couleur jaune très pâle (10 YR 8/4), massive, compacte et cohérente avec quelques poches pulvérolentes.

— A partir de 260 centimètres, calcaire argileux se débitant en éléments polyédriques.

	Prof	CO ^o Ca	Arg.	Lim. F	Lim. G	Sab. F	Sab. G
1	115-150	10.7	42	8	105	10	29
2	200-220	59	25	22.5	30	15.5	13
3	260-270	86	8	63	21	5	3

Les sables détritiques ont donc raviné l'Eocène. Dans ce cas une néoformation d'argile montmorillonitique a pu être favorisée par l'hydromorphie qui règne au contact sable-marne. L'analyse par diffraction RX a montré dans la couche d'argile une proportion évaluée à 90 p. 100 de montmorillonite mêlée de 10 p. 100 de kaolinite.

Les horizons sableux sont généralement plus profonds ; nous avons atteint des profondeurs de 4 et 6 mètres (fossé 610) sans observer de variations autres que des horizons de sables plus grossiers ou gravillonnaires.

b. Contact sables/grès ferrugineux/calcaires marneux. — En contrebas du talus proche de la RN 7 au PK 38, l'érosion des sables découvre de petits mamelons de calcaire argileux : ceux-ci sont en partie couverts par les morceaux disjoints d'une dalle de grès ferrugineux qui s'interpose entre les sables et le calcaire argileux. On remarque que ces grès sont surelevés de 1 mètre environ par rapport au sol actuel, le niveau phréatique devait donc être plus élevé et plus étendu qu'il n'est actuellement.

Des grès semblables sont observés dans le ravin qui entaille la butte du village d'Ampeha ; ils sont associés à des morceaux de bois silicifiés mais ne semblent plus être dans leur position originelle.

Hydrologie.

Les niveaux phréatiques ont fonctionné sous la butte de Befoly notamment jusqu'à une date récente et justifiaient l'implantation des villages d'Andranohinaly, Analamitsivalana et Ampamata. Selon les villageois, la source d'Ampamata serait tarie depuis 20 ans.

ÉTUDE DES SÉDIMENTS

Quelques échantillons ont été analysés dans le cadre d'une étude sédimentologique des sols de la région Sud-Ouest (SOURDAT et coll. DELAUNE, 1968, diff. restr. ORSTOM Tananarive), dont le développement devrait établir la filiation — ou l'absence de filiation — entre les sols, leur matériau originel, et leur substrat géologique. Dans un ensemble de 84 échantillons traités à l'heure actuelle, 8 appartiennent aux buttes témoins que nous décrivons, 19 aux dômes sableux Isalo (ZOMBITZY) et 13 aux terra rossa proches des buttes.

Granulométrie.

A l'échelle du Sud-Ouest l'étude générale a distingué un groupe de sédiments caractérisés par des médianes élevées (350-650 microns) et des indices d'hétérométrie moyens (45-90). A l'intérieur de ce groupe les faciès distinguent plusieurs familles. Des courbes cumulatives semi-logarithmiques présentant le faciès parabolique typique correspondent aux dômes sableux Isalo (complexe d'altération sur grès, HERVIEU, 1968). Des courbes de faciès parabolique tendant à bimodal (extrémités infléchies) correspondent aux 8 échantillons de buttes témoins.

Il s'agit donc de sédiments analogues, les uns étant à peine plus remaniés que les autres.

Par contre, les échantillons correspondant aux terra rossa voisines des buttes appartiennent à des groupes différents. Les horizons superficiels présentent des médianes moyennes (180-360 microns) et des hétérométries moyennes (50-70) ; le faciès est typiquement bimodal, les inflexions étant régulières et symétriques. Quant aux horizons de contact entre terra rossa et calcaire, même à faible profondeur, ils présentent des médianes moyennes (200-400 microns) des hétérométries très élevées (90-120) et un faciès linéaire.

Il existe une filiation plausible entre les matériaux du complexe d'altération de l'Isalo et celui des buttes, d'une part, par transport en nappes ; entre celui des buttes et celui des horizons supérieurs des terra

rossa, d'autre part, par colluvionnement et contamination. Les horizons profonds des terra rossa, par contre, sont tributaires de la décalcification des calcaires (1).

Minéraux lourds.

Les échantillons qui représentent le complexe d'altération Isalo, les buttes et les horizons supérieurs des terra rossa voisines (à faciès bimodal) sont apparentés par l'existence d'un cortège commun zircon-épidote-monazite-rutile.

Par contre, les horizons profonds des terra rossa (à faciès linéaire) s'en distinguent par un cortège quelque peu différent.

	ZIR.	EPI.	MON	RUT.	TOU.	GRE.	STA.
Dômes.....	46	29	9	6	5	3	
Buttes.....	60	16	14	4	x	x	
Terra r. sup..	62	12	12	3	3	0	
Terra r. prof..	54	13	14	3	7	3	3

Dans l'hypothèse d'une filiation par transport et contamination on observe que les proportions moyennes de zircons augmentent sélectivement de l'Isalo aux horizons alchtones des terra rossa tandis que l'épidote et le rutile diminuent, que grenat et tourmaline disparaissent.

Il semble que la décalcification de substrat libère des grenats, des tourmalines et des staurotides qui enrichissent les horizons profonds des terra rossa.

Grès ferrugineux.

Quelques lames ont été constituées dans les grès ferrugineux d'Ampeha et de Befoly. Certaines lames se présentent comme des mosaïques lâches de quartz anguleux ou subanguleux, fissurées, de tailles comprises entre 0,5 et 1 millimètre; l'élément ferrugineux consiste en grains de magnétite abondants mais très altérés, se transformant en hématite qui moule le quartz. D'autres lames se présentent comme un grès siliceux, légèrement ferrugineux. Les quartz sont arrondis, à bords estompés soulignés d'un liséré brun; ils ont nourri un ciment siliceux (calcédonite). Quelques grains de magnétite sont enfermés dans

(1) Il faut admettre dans ce cas que la sédimentation des calcaires n'avait pas opéré de classement parmi les sables qu'ils contenaient.

le quartz ou coincés entre les grains et transformés en hématite.

Analyse triacide sur la fraction argile + limon de morceaux de grès d'Ampeha et de Befoly

	Perte au feu	Résidu	Silice	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
ERS 12-1	10.9	2.3	28.5	13.1	22.7	0.2	2.1
ERS 28-1	10.5	2.1	7.6	38.2	6.5	0.2	2.0

Les dalles de grès ferrugineux résultent donc de l'altération et de la consolidation d'horizons de sables très riches en magnétite.

Les sols.

Les sols formés sur les buttes sont identiques à ceux qui couvrent en partie les dômes sableux de l'Isalo et qui sont décrits jusqu'à présent comme ferrugineux tropicaux non lessivés (HERVIEU, 1968, RIQUIER, 1968). Ils sont de texture grossière, très homogènes en apparence et vivement colorés (rouge, 2,5 YR à 10 R). De notables proportions de fer libre semblent aller de pair avec l'insaturation du complexe.

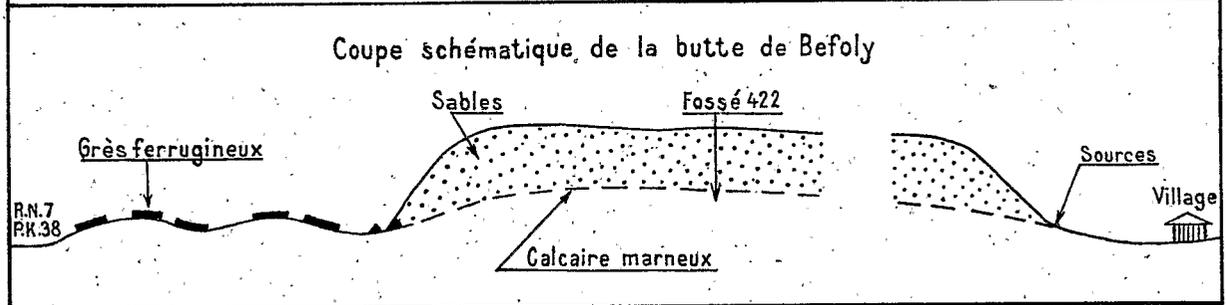
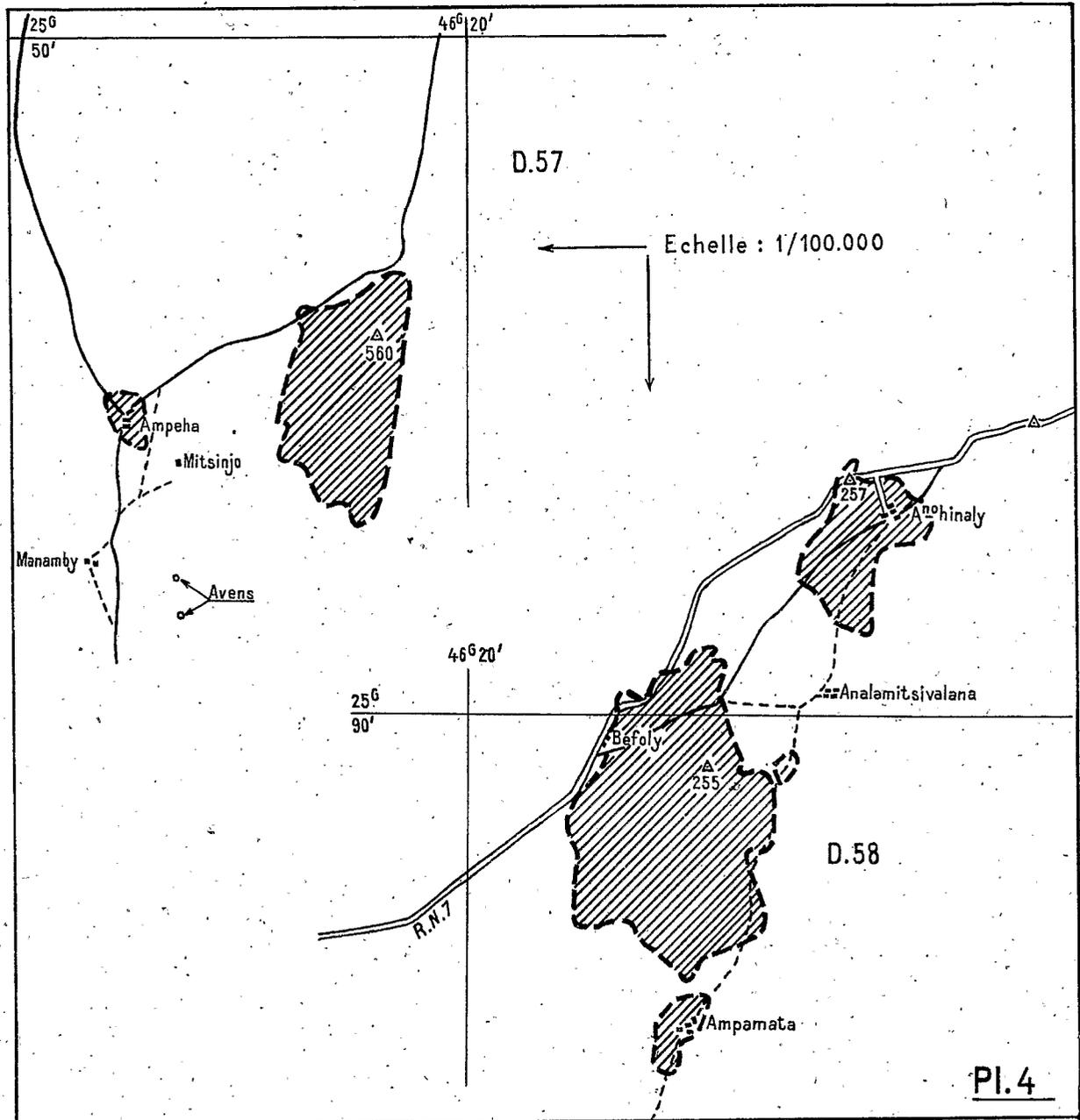
Les terra rossa sont de texture plus fine et l'influence du calcaire sous-jacent se traduit par la saturation du complexe et la plus grande stabilité du fer. Leurs caractères sont intermédiaires entre ceux des sols faiblement ferrallitiques (FAUCK, 1964) et des classiques « rouges méditerranéens ». Nous réservons pour l'instant leur définition.

CONCLUSIONS

Les buttes d'Ampeha et Befoly se distinguent par leur morphologie du paysage karstique qui les environne. Il y a lieu de penser que le matériau sableux qui les constitue n'a aucun lien avec les calcaires marins de l'Eocène sous-jacent et provient par transgression de nappe des hauteurs de l'Isalo gréseux.

On admet que la sédimentation marine s'est prolongée dans le Sud-Ouest jusqu'au Miocène. Nous avons attribué par ailleurs (SOURDAT 1969-3) au début de l'Aépyornien l'encaissement des fleuves à travers le plateau mahafaly et le déblaiement ultime de la dépression périphérique (1). Les matériaux détritiques n'ayant pu transiter de l'Isalo aux

(1) Dans la région Fiherenana-Onilahy.



TEMOINS PLIOGENES SUR LES PLATEAUX CALCAIRES DE TULEAR.

plateaux qu'avant le creusement des vallées et de la dépression, c'est du Pliocène qu'il faut les dater : à la fin de ce cycle plus précisément si l'on veut attribuer à son début les sédiments argilo-sableux bariolés de « série d'Andranoabo » (BESAIRIE, 1953).

À la fin du Pliocène, le Fiherenana, l'Onilahy et l'Itombona coulaient dans l'axe de larges couloirs. La capture du bassin versant de l'Itombona (par l'Onilahy) a stoppé l'érosion de son cours inférieur au début de la phase de creusement aepyornienne de sorte que le modelé pliocène s'est conservé dans le « couloir » d'Itombona et la cuvette d'Ankazomanga. L'encaissement du Fiherenana et de l'Onilahy par contre a déblayé les plateaux sauf au centre de l'interfluve (Befoly) et à la limite de la zone aréique (Ampeha).

Les buttes ont constitué le réservoir des sables qui contaminent les plateaux karstiques et ont contribué sous l'influence des climats aepyorniens à la genèse des « terra rossa ». Il n'existe pas à notre connaissance dans l'entourage des buttes de sols de décalcification proprement dits. Ceux-ci doivent être recherchés soit sur le plateau de Vineta, soit au sud de l'Itombona dans la zone des « clairières » mahafaly.

BIBLIOGRAPHIE

BESAIRIE H., 1953. — *Le sud du bassin de Morondava*. Trav. Bur. Géol. Mad., n° 44, Tananarive, multigr., 93 p.

DUFLOS J., 1966. — *Bilan des explorations spéléologiques pour l'année 1965*. Madagascar, Rev. Géogr., n° IX, pp. 234-252.

FAO, 1960. — *Vocabulaire multilingue de la science du sol*. Food, Agric. org. of Unit. Nat., 428 p.

FAUCK R., 1964. — *Les sols rouges faiblement ferrallitiques d'Afrique occidentale*. C.R. 8^e Congr. int. Sci. Sols, Bucarest, V, pp. 547-557, bibliogr.

HERVIEU J., 1959. — *Les sables roux du sud de Madagascar*, C.R. Conf. Interafric. Sols, 3, 1959. Dalaba, vol. I, p. 233.

HERVIEU J., 1968. — *Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical*. Thèse doct. ORSTOM, Paris, mémoire n° 24, p. 465, bibliogr. et photos.

MUNSELL. — *Soil color charts*. Munsell color company inc. Baltimore 2, Maryland USA.

PLAISANCE G. et GAILLEUX A., 1958. — *Dictionnaire des sols*, La maison rustique édit., Paris, 605 p.

RIQUIER J., 1968. — *Carte pédologique de Madagascar, à l'échelle du 1/1.000.000^e*. ORSTOM, Tananarive, 3 feuilles.

SOURDAT M., 1969-2. — *Notes de climatologie descriptive. Région sud-ouest de Madagascar (préf. de Tuléar)*. ORSTOM, Tananarive, multigr. 27 p. 22 tableaux et 18 graph. bibliogr.

SOURDAT M., 1969-3. — *Sur l'évolution cyclique du massif de l'Isalo et du bassin de l'Onilahy (sud-ouest de Madagascar)*. Notes de géomorphologie. ORSTOM, Tananarive, multigr. 13 p., schéma et bibliogr.

SOURDAT M. et DELAUNE M., 1968. — *Etude des caractères sédimentologiques des sols du sud-ouest de Madagascar*. ORSTOM, Tananarive, multigr. 40 p. Diff. restreinte.