

P.PODWOJEWSKI

LES SOLS

DE NOUVELLE-CALÉDONIE

A

ACCUMULATION DE GYPSE

PÉDOLOGIE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE NOUMEA BP A 5 CEDEX NOUVELLE CALEDONIE

JUIN 1984

LES SOLS DE NOUVELLE-CALEDONIE
A ACCUMULATION DE GYPSE

-

P. PODWOJEWSKI

Juin 1984

AVANT PROPOS

Dès 1907, PIROUTET a décrit des argiles à gypse correspondant à "des dépôts palustres anciens" dans la région de Bourail.

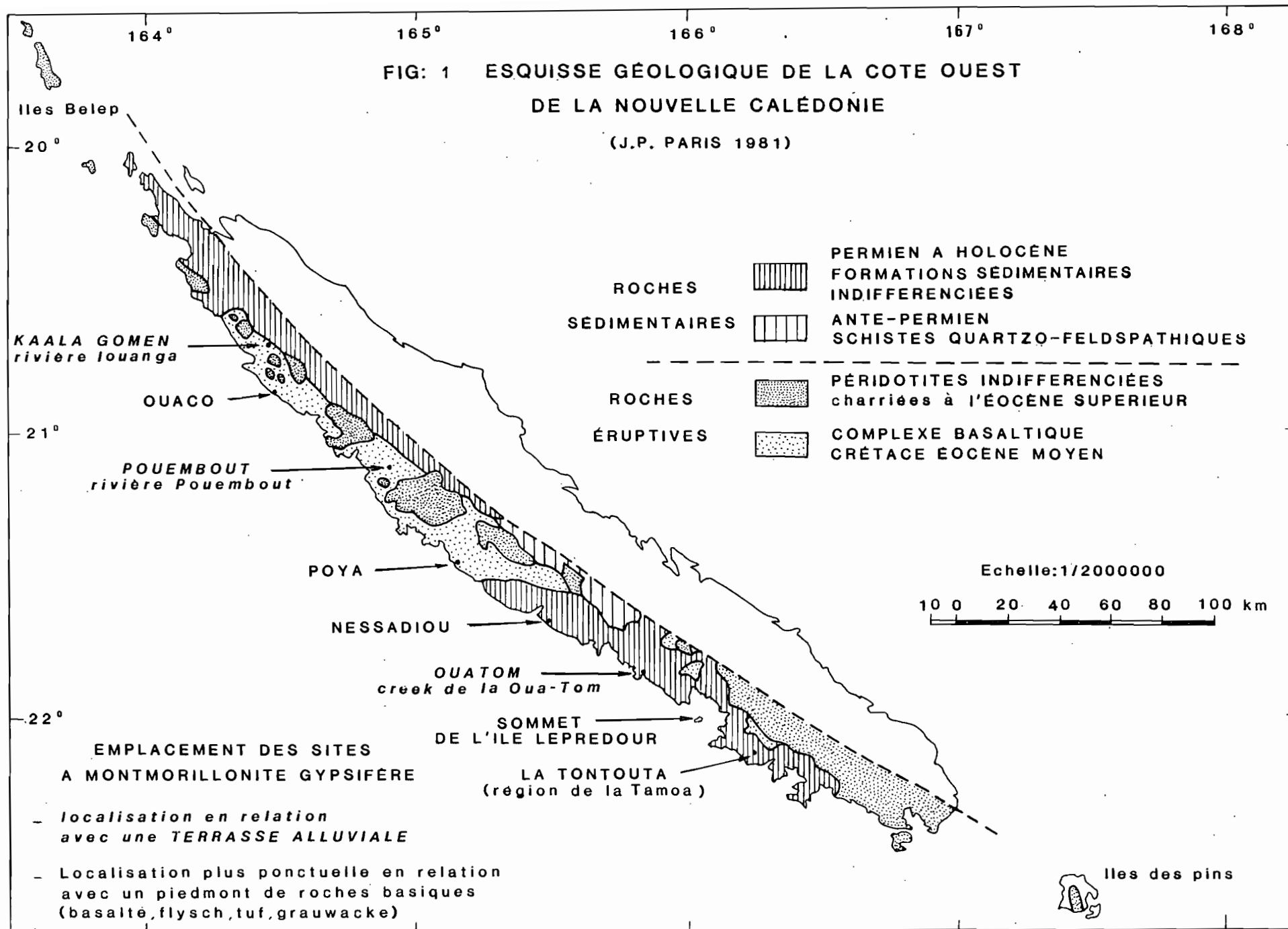
Plus tard, ROUTHIER (1953), AVIAS et ROUTHIER (1962) décrivaient à proximité de la mer, des formations argileuses à gypse (éloignées de 6 km au plus) sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie, à une altitude ne dépassant pas + 15 m.

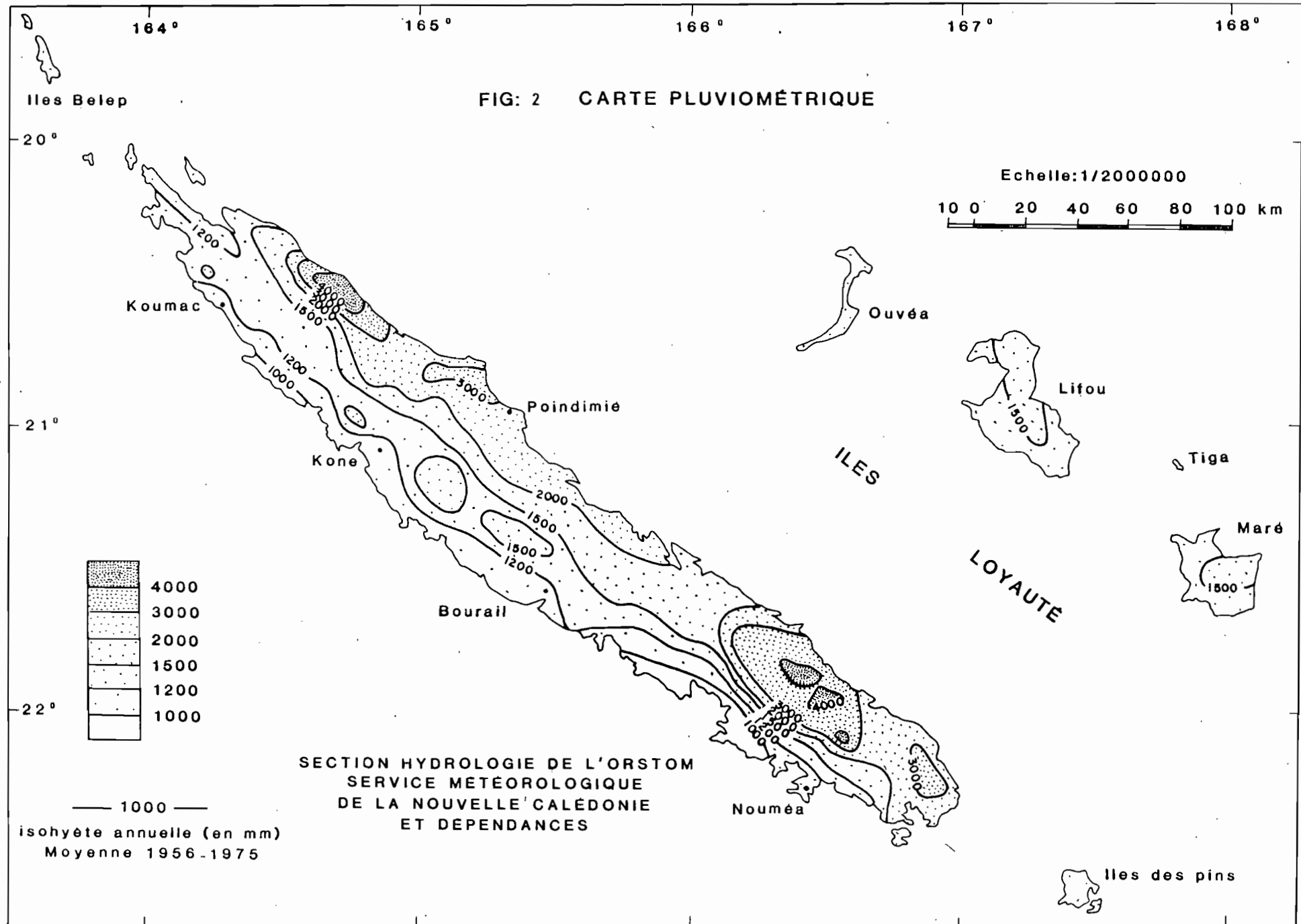
Pour ces auteurs, il s'agit d'"alluvions anciennes et récentes plio-quaternaires qui représentent probablement toutes, le colmatage de nombreux golfes lors de la phase terminale IV marquée par un abaissement relatif du niveau marin".

Depuis, ESPIRAT et CARROUE (1967), puis GONORD (1977) ont confirmé l'existence d'une formation argileuse à gypse lors de diverses prospections géologiques. Selon GONORD (1977) elle serait post-Miocène moyen et anté-Pléistocène.

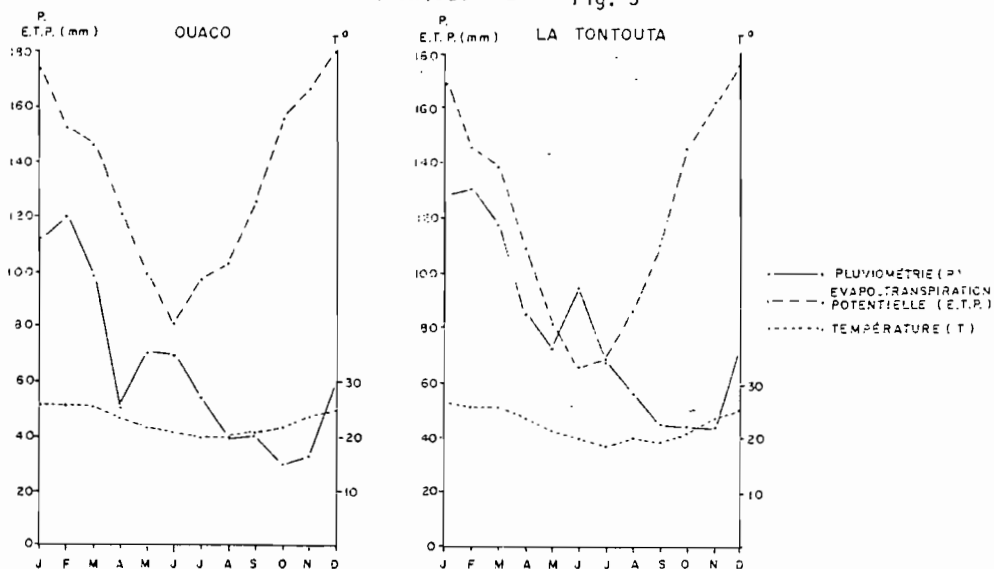
De récentes prospections pédologiques échelonnées sur la côte ouest du territoire ont révélé la présence pratiquement générale de formations argileuses à gypse tout le long de cette côte (LATHAM, MERCKY - 1979; DENIS - 1982; PODWOJEWSKI - 1981; PODWOJEWSKI, LATHAM, BOURDON - 1983; BEAUDOU et al. - 1983). On les observe dans les plaines de La Tontouta, Oua-Tom, Pouembout, Koné, Ouaco et Kaala-Gomen.

Toutes ces observations confirment l'importance de ces accumulations et justifient donc une étude plus approfondie. Une première phase d'analyse morphologique sera exposée ici. Les caractères physico-chimiques sont esquissés mais de nombreux résultats d'analyses, en cours de réalisation, compléteront ultérieurement ce premier article.





DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES - Fig. 3



P. E.T.P.	Mois	Jan	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pluviométrie mm.		113	120	99	51	71	70	55	39	41	31	33	59	782
Evapotranspiration potentielle mm.		174	153	147	121	99	81	88	103	126	156	167	181	1596
Moyenne des températures		25,9	26,2	25,8	24,0	22,5	21,1	20,1	20,1	20,8	22,2	24,0	25,1	

TABLEAU 1 - Pluviométrie OUACO - (1956-1980)
Evapo-transpiration potentielle (E.T.P. - PENMAN)
et Moyenne des températures maximales et minimales (KOUMAC)

P. E.T.P.	Mois	Jan	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pluviométrie mm.		128	131	118	85	73	95	68	57	45	44	44	73	961
Evapotranspiration potentielle mm.		169	146	139	109	82	66	69	86	110	145	162	176	1459
Moyenne des températures		26,3	25,9	25,9	23,9	21,7	20,2	19,0	20,0	19,5	21,0	23,8	24,9	

TABLEAU 2 - Pluviométrie LA TONTOUTA - (1954-1982)
Evapo-transpiration potentielle (E.T.P. - PENMAN)
et Moyenne des températures maximales et minimales

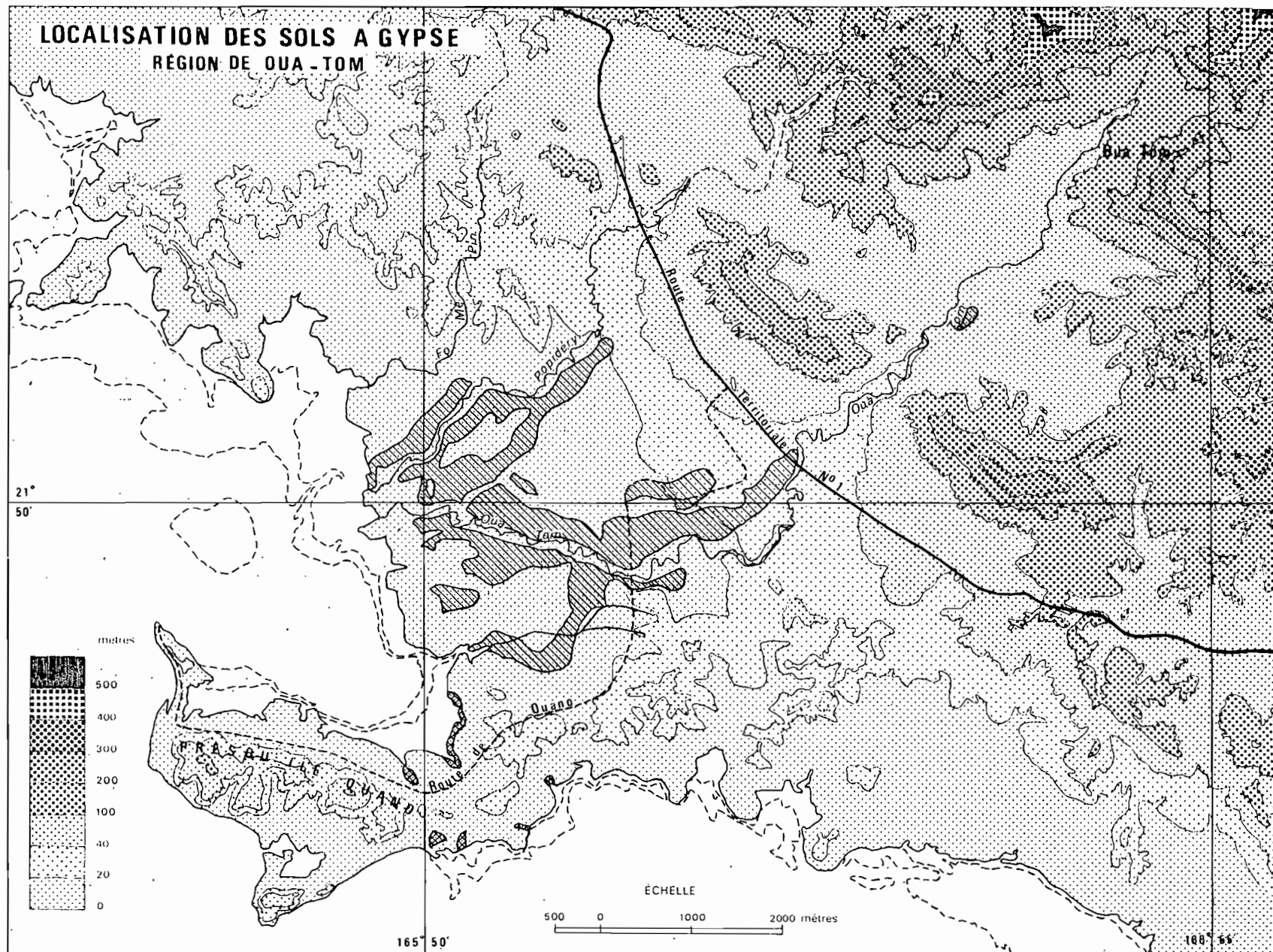



FIG. 4

 Vertisols a gypse

 Vertisols a gypse liés a la terrasse alluviale moyenne

• Les argiles à gypse sont localisées dans deux formations géomorphologiques différentes :

- La terrasse alluviale moyenne des rivières Iouanga (Kaala-Gomen), Pouembout et Oua-Tom (cf. Fig. 4) qui drainent des formations géologiques variées (basaltes, flyschs, schistes, etc...) autres que les péridotites.
- Dans la région de la Tontouta-Tamoa, et dans certaines zones de la plaine de Oua-Tom, les formations à gypse sont liées aux parties aval des séquences de sols issus de roches basiques (basalte, flysch, grauwacke) avec un passage progressif des "argiles à gypse" à une altérite de roche en place. Elles correspondent aussi aux zones de raccordement sur la terrasse alluviale moyenne dont elles forment parfois la partie amont.

A ce jour, aucune prospection n'a permis

- d'une part de relier directement les formations à gypse aux dépôts alluviaux issus de péridotites ni aux sols qu'elles engendrent;
 - d'autre part : aucune cristallisation de gypse n'a été observée dans les alluvions récentes ou dans des séquences de sols dérivés de roches acides (phtanites, pélite siliceuse, formation à charbon, etc...).
- Les côtes altimétriques maximales des affleurements varient de 2 à 15 m. (concession "Ellis" près de Koné et Ouaco); elles atteignent 40 m. à Oua-Tom (en amont de la barre rocheuse du Sénonien), 60 m. près de la vallée alluviale de la Tamoa (La Tontouta, propriété GAUDE) et culminent à 160 m. au sommet de l'île Leprédour (baie de St. Vincent, cf. Fig. 1). GONORD (1977) précise que ces affleurements peuvent être situés à près de 6 km à l'intérieur des terres, pourtant, cette distance peut être bien supérieure : elle dépasse 10 km à Kaala-Gomen et à Pouembout.

1.2 LE MILIEU NATUREL DES FORMATIONS A GYPSE :

1.2.1 La végétation

Une savane à "cassis" (*Acacia farnesiana*) constitue l'essentiel du couvert végétal. Il est souvent accompagné de niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*) et de plantes buissonnantes assez ubiquistes comme *Lantana camara*, ou l'herbe bleue (*Stachytarpheta indica*) et le faux basilic (*Ocimum gratissimum*). Dans la région de Tiaré, *Acacia nilotica* forme l'essentiel de la strate arborée. La strate herbacée est constituée principalement d'*Heteropogon contortus*, de *Botriochloa pertursa* et d'*Imperata cylindrica*.

1.2.2 Le modelé

Les formations à gypse caractérisées par :

- une forme plane à déclivité très faible (terrasse alluviale moyenne)
- une pente pouvant atteindre plus de 15 % (aval de séquences de sols issus de roches basiques). La morphologie de la facette topographique est alors faiblement concave.

Le micromodelé est isocline. Malgré une importante fissuration de la surface du sol durant la saison sèche, le microrelief de type "gilgaï" caractéristique de nombreux vertisols, n'a jamais été observé.

2

MORPHOLOGIE DES SOLS A GYPSE

(1)

2.1 DONNEES GENERALES

Toutes les observations ont mis en évidence l'homogénéité de ces sols à gypse et quel que soit l'endroit où ils sont décrits, les horizons à gypse montrent tous des caractères morphologiques identiques.

- L'humite est facilement identifiable jusqu'à 50 à 60 cm. de profondeur. La couleur de cet humite est très sombre; les teintes observées

(1) BEAUDOU et al., 1983 - Cartographie typologique des sols - Méthodologie, 31 p. multigr. ORSTOM-Nouméa.

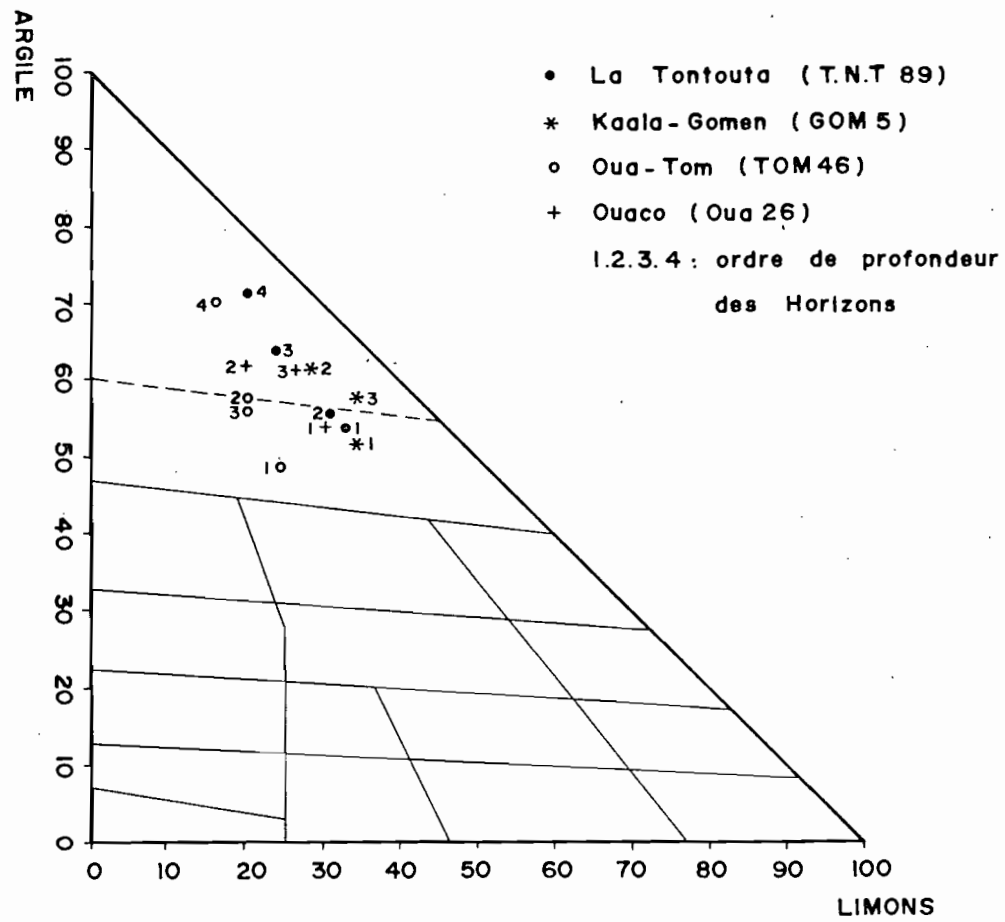


Fig. 5 : Granulométrie des vertisols à gypse
(triangle de texture G.E.P.P.A)

à l'état humide varient entre 10 YR 2/0, 2/1, 3/1. Tous les humites sont très argileux et se distinguent par leur structure : anguclode fine à moyenne en surface, puis anguclode grossière et prismoclode en profondeur dans les humites possédant quelques caractères vertiques (intergrades humite vertichron).

A l'état sec, la surface du sol est très dure et de nombreuses fentes de retrait apparaissent. Elles peuvent atteindre 2 cm. de largeur et 20 cm de profondeur.

- Sous l'humite, à environ 60 cm. de profondeur, on passe progressivement à un Vertichron dont la structure sphénoclode ("fentes en coins") est caractéristique.

Les faces des agrégats sont micro-méso; macroluciques et striées. Certaines faces peuvent être suivies sur plus d'un mètre.

La couleur des Vertichrons varie du beige clair au gris verdâtre. Les teintes les plus fréquentes à l'état humide sont les suivantes : 10 YR 4/4, 5/3, 5/4; les couleurs 2,5Y 4/4, 5/3, 5/4 sont plus rarement observées.

La texture du sol est très argileuse (cf. Fig. 5). Le taux d'argile des Vertichrons (1) est en général supérieur au taux d'argile des humites. Des analyses aux rayons X effectuées sur des profils de Oua-Tom et de Pouembout (terrasses alluviales moyennes) ont déterminé la nature des argiles des horizons à gypse : il s'agit de montmorillonite bien cristallisé.

Ces Vertichrons sont en général frais, cohérents et peu plastiques.

Des éléments figurés (séméton et lapidon) autres que les crystallarias de gypse sont parfois bien représentés dans ces horizons (efflorescences salines, nodules de carbonates et de fer-manganèse, punctuations, dendrites de manganèse, volume pulvérulent de carbonates).

L'épaisseur du Vertichron riche en éléments figurés varie de 2,00 m. pour les sols situés sur les terrasses alluviales, à plus de huit mètres à l'aval des séquences sur flysch.

(1) Le laboratoire de Nouméa n'a pu effectuer de granulométrie sur les sols à gypse en raison des très fortes propriétés flocculantes de ce minéral. Les horizons analysés sont directement au-dessus des horizons à gypse.

Sous le Vertichron :

- le passage à l'altérite de roche basique est progressif (basalte, flysch..)
- le contact est plus brutal au niveau de la terrasse alluviale moyenne, on passe alors à un Entaféron méso- et macro rudique;
- la transition est également nette lorsqu'un calcopérostérite se développe à la base du pédon (aval de la terrasse moyenne de la Oua-Tom, ou sur basalte de la Tontouta - carottage Me 2 - cf. Fig. 15).

2.2 LES ELEMENTS FIGURÉS :

2.2.1 Les efflorescences :

On observe sur les parois des profils à l'état sec (après 3 à 4 jours de contact à l'air ambiant) et à une profondeur supérieure à 60 cm. des pellicules blanchâtres ressemblant à des efflorescences salines⁽¹⁾.

2.2.2 Les éléments figurés de nature ferro-manganique :

Ils se présentent sous différentes formes :

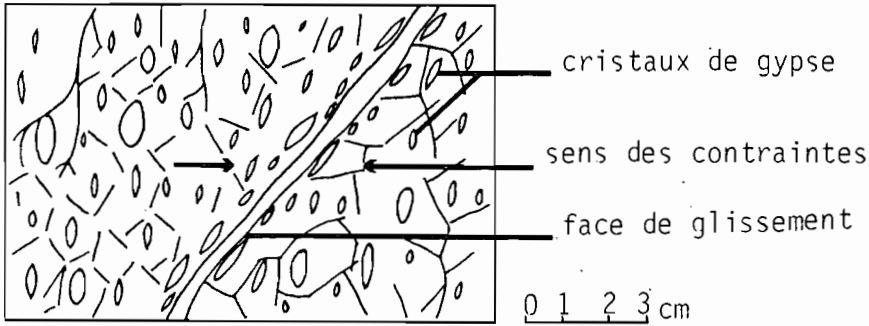
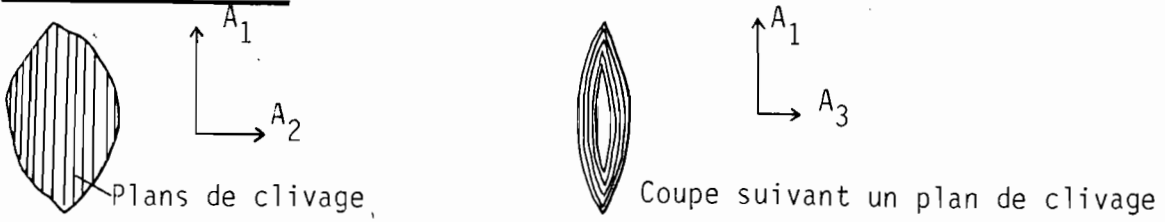
- . Les nodules à cortex ("plombs de chasse") d'un diamètre de 0,1 à 0,5 cm sont indurés ou friables. On les trouve dans l'ensemble du profil et parfois même dès la surface du sol.
- . Les ponctuations et les dendrites sont localisées soit à la surface des agrégats, soit dans la matrice argileuse, mais leur abondance croît sous les horizons à gypse (2).

2.2.3 Les éléments figurés de nature carbonatée (CaCO₃) :

Selon leur localisation, ils se présentent de façon différente :

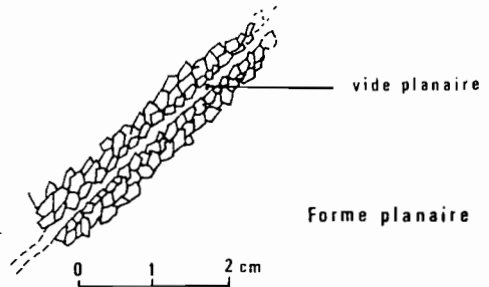
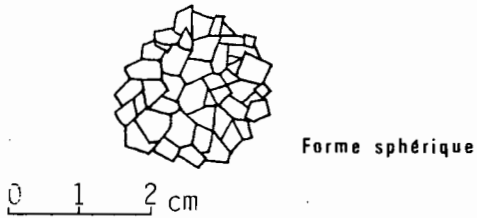
-
- (1) Des efflorescences salines visibles à la surface d'agrégats se sont développées lorsque les agrégats étaient placés en armoire séchante. Des formes cristallines apparemment identiques à celles du gypse ont été observées à la loupe binoculaire. Des analyses plus fines sont en cours afin de préciser cette diagnose.
- (2) Dans le profil TOM 49, terrasses alluviale de la basse-vallée de la Oua-Tom, un horizon noir, épais de 10 cm. contient 12,6 % de MnO₂ à 1,80 m. de profondeur, au-dessous des horizons contenant du gypse.

1° Gypse lenticulaire



Orientation verticale de l'axe A_1 des cristaux de gypse ou orientation parallèle aux faces de glissement.

2° Gypse en agglomérats



3° Gypse en association de type géodique

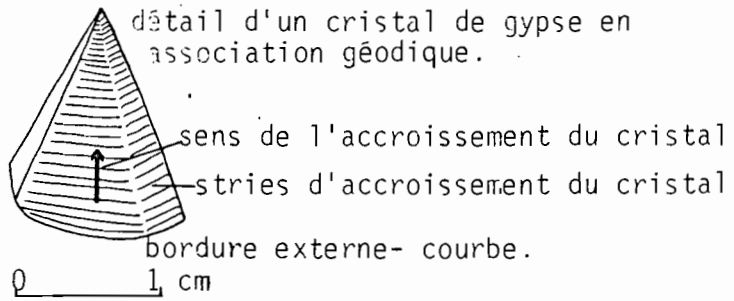
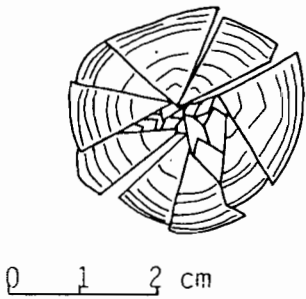


Figure 6

DIFFERENTS ASPECTS DES CRISTAUX DE GYPSE.

- . Au-dessus des horizons à gypse, ils sont généralement sous forme de nodules, de concrétions fines ou de petites septerias, de 1 à 2 cm. de diamètre.
- . Dans les horizons à gypse, les carbonates, peu fréquents, se présentent sous forme de "volumes pulvérulents".
- . Sous les horizons à gypse, les carbonates en "volumes pulvérulents" ou durcis peuvent être très nombreux et forment parfois en profondeur une véritable croûte calcaire. Ce calcopéetrostérite souvent présent à la base des séquences de La Tontouta (cf. Fig. 15) constitue l'infrasol de la partie aval de la terrasse alluviale de la Oua-Tom.

2.2.4 Les crystallarias de gypse : cf. Fig. 6)

Ils se présentent sous trois états différents :

- en lentilles : c'est la forme la plus courante
- en agglomérats de cristaux anguleux automorphes : cette forme existe par endroits au-dessous des horizons à gypse lenticulaire
- en cristallisations dans les vides d'un matériau argileux au sein de l'altérite de grauwacke (région de Oua-Tom).

2.4.4.1 : La forme lenticulaire

Les lentilles entre 0,2 et 3,0 cm. de long suivant leur grand axe orienté en général verticalement le long des faces de glissement, les lentilles de gypse sont disposées parallèlement à ces faces structurales. Cette organisation particulière résulte vraisemblablement de fortes contraintes latérales qui s'exercent dans les sols riches en argile gonflante.

Ces cristaux lenticulaires à macles "en rosette" sont parfois associés en groupe de cristaux et présentent une analogie morphologique aux "roses des sables".

2.4.4.2 : Les agglomérats

Les agglomérats de 2 à 3 cm. de diamètre sont composés de cristaux automorphes anguleux de 1 à 2 mm de long. Ces groupements cristallins concentriques (région de Oua-Tom) peuvent aussi se développer selon des plans le long des vides entre deux faces structurales (région de La Tontouta). On retrouve parfois ces associa-

tions sous les gypses lenticulaires. On peut envisager dans ces cas, la mise partielle en solution du gypse lenticulaire et la recristallisation du sulfate de calcium sous forme d'agglomérats planaires ou concentriques, par l'intermédiaire de solutions circulant dans les fentes et les anciens conduits racinaires.

Des agglomérats de cristaux ternes, automorphes, de taille pouvant aller jusqu'à 1 cm. ont été remarqués dans les horizons profonds de sols remaniés situés à l'aval des séquences sur roche basique (profil TIA 7, cf. Fig. 10).

2.4.4.3 : Les cristallisations dans les vides

Les cristaux sont assemblés dans des structures concentriques avec de gros individus à la périphérie et des cristaux plus petits au centre. La cristallisation se serait effectuée de façon centripète à partir des parois des fissures ou d'anciens conduits racinaires. La précipitation et la cristallisation du sulfate de calcium sont dues vraisemblablement à la présence d'une solution sursaturée en sels, qui circule dans les vides. Le sel se dépose sur les parois et donne naissance aux cristaux de gypse. Cette organisation n'a été observée que dans un seul profil de la région de Oua-Tom et localisée dans une matrice argileuse au sein d'une altérite de grauwacke.

2.4.4.4 : La situation des éléments figurés gypseux dans le sol :

Les crystallarias de gypse apparaissent à une profondeur comprise entre 0,8 et 1,5 m. Leur importance croît régulièrement pour atteindre une concentration maximale au milieu de la formation puis décroît également de façon régulière. Dans la région de La Tontouta (Naïa) certains horizons sont parfois constitués à plus de 50 % par de tels cristaux.

- Dans les sols sur alluvions (Oua-Tom, Pouembout, Kaala-Gomen, La Tontouta - Tamoà), la puissance des horizons à gypse dépasse rarement un mètre.
- En revanche, à l'aval des séquences sur flysch (région de La Tontouta - Naïa cf. Fig. 10) l'épaisseur de ces horizons peut atteindre 7 m avec une concentration de plus de 30 % en sulfate de calcium.

2.3 LES CARACTERES CHIMIQUES DES SOLS A GYPSE

L'originalité de ces Vertisols tient principalement à leur richesse en sels solubles.

- . La matière organique pénètre le profil sur une assez grande profondeur (0,60 m) avec un taux relativement faible (4% en surface, 1% à 0,50 m). Les horizons les plus humifères accusent un rapport C/N assez élevé (entre 12 et 17) et les teneurs en phosphore total sont inférieures à 0,7 ‰.
- . Dans l'ensemble du profil la capacité d'échange est comprise entre 30 et 60 mé/100 g. (Ces fortes valeurs sont dues à la présence d'argile de type Montmorillonite). Le complexe d'échange est saturé. Les teneurs en Mg^{++} échangeable sont élevées avec un rapport Ca^{++}/Mg^{++} oscillant entre 0,5 et 1,5.
- . Le rapport Na/T est inférieur à 15 % avec toutefois des concentrations en Na^{+} échangeable élevées dans la région de Oua-Tom.
- . Le pH varie de 4,8 à 7. Aucune relation entre le pH et les sels solubles n'a été mise en évidence.
- . Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est voisin de 4. Cela confirme la présence d'argile 2/1 (analyse nitroperchlorique).
- . Les teneurs en sels solubles (1) sont élevées (2) - extrait au 1/2.
 - Le chlorure de sodium est abondant. Il atteint une valeur maximale dès 50 cm de profondeur, puis sa concentration reste constante.
 - Le sulfate de calcium augmente progressivement en profondeur et atteint son maximum dans les horizons à gypse. Les concentrations en sulfates dépassent alors largement les concentrations en chlorures.
 - Les équilibres ioniques laissent également prévoir la présence de sulfate de sodium et de sulfate de magnésium.

(1) Un total de 40 mé/100 g dans les sols à gypse est fréquent dans la région de Oua-Tom.

(2) P. PODWOJEWSKI (1981) - Etude pédologique de la basse vallée de la Oua-Tom.

CHAPITRE II

ETUDE DE DEUX SEQUENCES DANS LA REGION DE LA TONTOUTA (cf. Fig. 6)

1 SEQUENCE TIA (cf. Fig. 7)

Cette séquence est située au sud-est de La Tontouta (cf. Fig. 6) dans la région de Naïa-Tiaré, à proximité de la mer.

A cet endroit, le substrat géologique est composé de brèches et de flyschs datés de l'Eocène moyen à terminal (1).

Le paysage est constitué par une chaîne de collines à pente convexo-concave. L'amont de la séquence est situé à la rupture de pente, au pied de la forme convexe. (la déclivité passe de 40% à 25% en une dizaine de mètres). A cet endroit, l'altitude est de 50 m.

La surface de la séquence est plane à concave et sa morphologie est celle d'un glacis colluvial. La pente décroît régulièrement.

Dans la partie convexe du modelé ne faisant pas partie de la séquence, la couverture pédologique se réduit généralement à un leptopexol composé d'un humite épais de 20 à 30 cm. reposant directement sur l'altérite. Par endroits, un calcofragistérite d'une épaisseur maximale de 20 à 30 cm est présent entre l'Humite et l'Altérite.

1.1 LES SOLS (cf. Fig. 10)

- Au sommet de la séquence, le profil TIA 1 est constitué d'un humite, d'un humo-structichron et d'un altérite de schistes.

(1) d'après la carte géologique au 1/50000 - FAURE (P.); PARIS (J.P.), 1982.

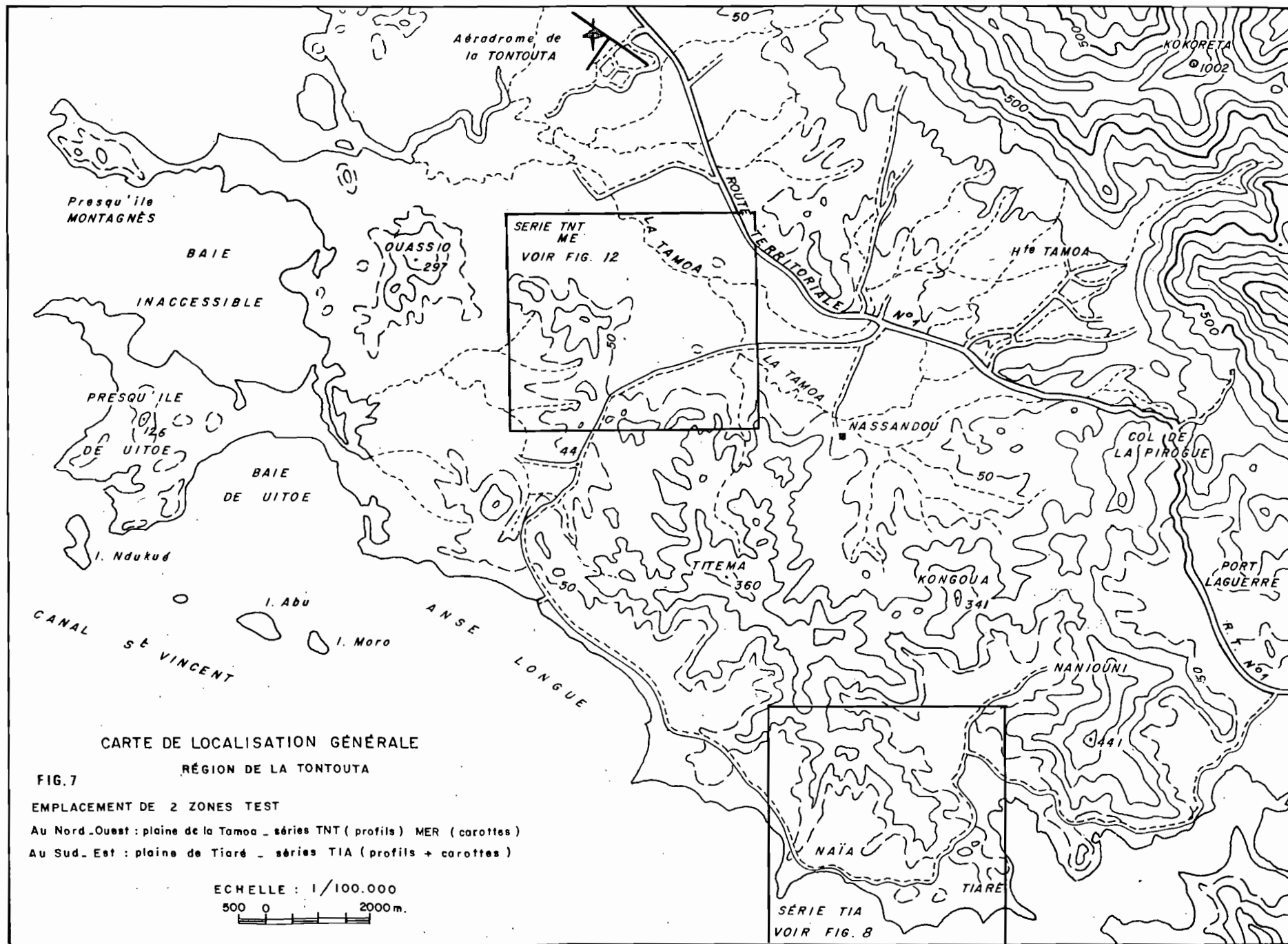


FIG.

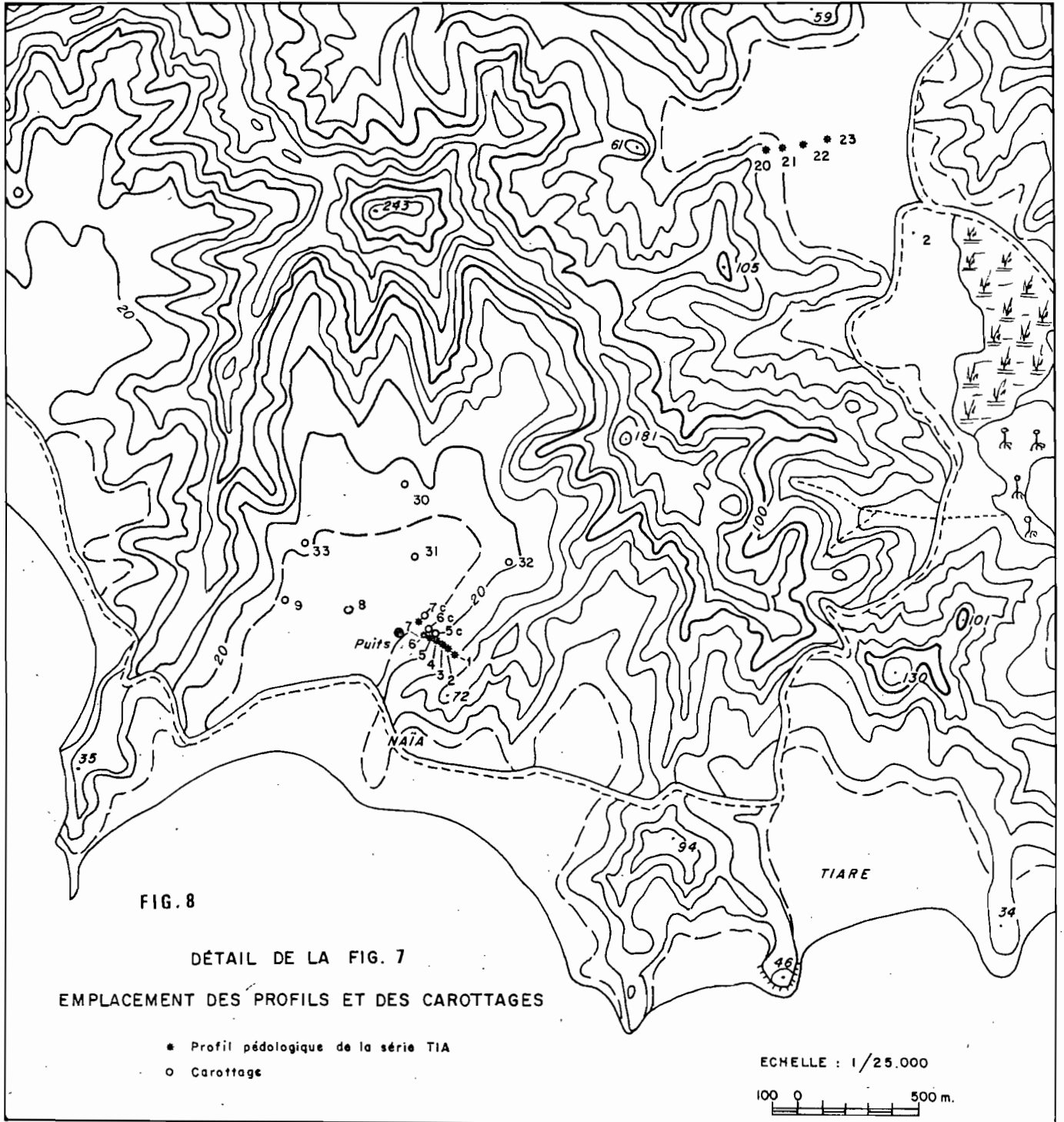


FIG. 8

DÉTAIL DE LA FIG. 7

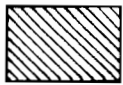
EMPLACEMENT DES PROFILS ET DES CAROTTAGES

- * Profil pédologique de la série TIA
- o Carottage

ECHELLE : 1/25.000
100 0 500 m.

FIG. 9 LÉGENDE DES FIGURÉS

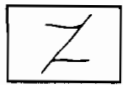
DIAGNOSE MAJEURE



HUMITE *



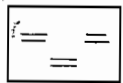
STRUCTICHRON *



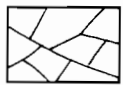
VERTICHRON - structure SPHÉNOCLODE



RÉDUCTON

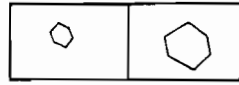


OXYDON



RÉTICHRON

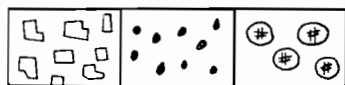
DIAGNOSE SECONDAIRE : STRUCTURE



ANGUGLODE
fine ou moyenne / grossière



PRISMOCLODE



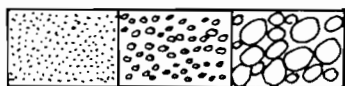
LAPIDON

lithoreliques / sesquioxydes (Fe - Mn) / carbonates
altélithoreliques / nodules ou concrétions / nodules ou concrétions



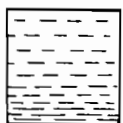
SÉMÉTON

Dendrites de Mn / crystallarias de gypse / volumes pulvérulents de carbonates



ENTAFÉRON

lutite / arénite / rudite



ALLOTÉRITE

ISALTÉRITE

passage progressif entre les deux diagnoses
(ALTÉRITE de roche basique ; basalte ou flysh)



ALTÉRITE

Péridotite / roche acide (phtanite, pelite siliceuse, arénite ...)

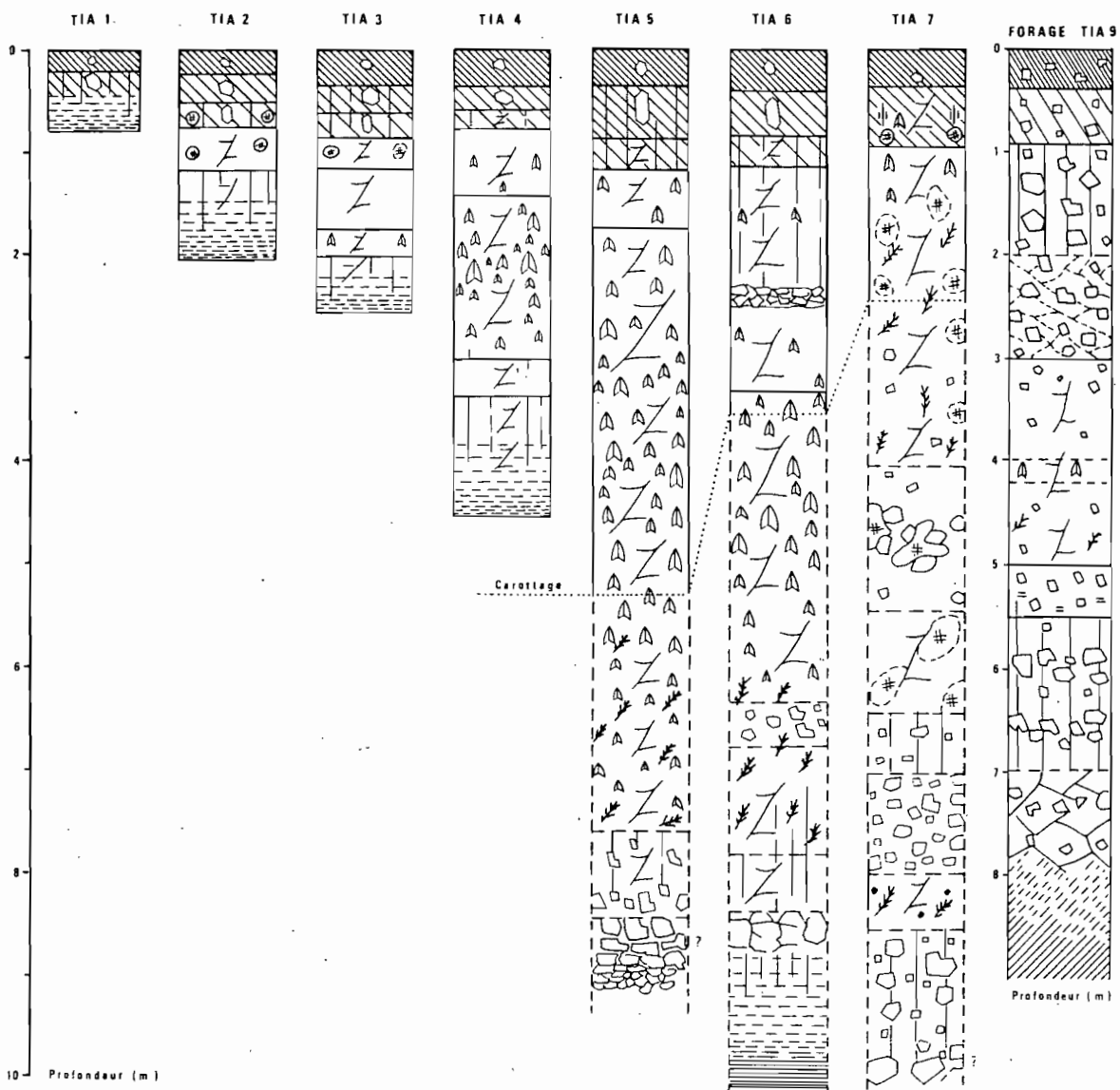
* Pour les diagnoses Humite et Structichron : l'augmentation de l'écartement des hachures correspond à une diminution de leur importance .

- Le profil TIA 2 est plus profond, sous l'humus structichron, on observe un vertichron brun vif dont les caractères morphologiques ne correspondent pas encore au vertichron typique des sols à gypse. Il passe ensuite progressivement à un structichron verticale, puis à un allotérite et un isaltérite de flysch.
Des nodules ou "poupées calcaires" apparaissent dans le vertichron.
- Le profil TIA 3 ressemble au profil précédent avec un plus grand développement du Vertichron. A la base de cet horizon, on observe un stigma sémétique constitué de crystallarias de gypse sous forme de lentilles dont la largeur est inférieure à 1 cm.
- Dans le profil TIA 4, le Vertichron à gypse est bien développé. Le séméton gypseux débute à 1,0 m de profondeur et disparaît à 3,0 m. Les horizons suivants, structichron verticale et allotérite sont plus développés.
- Le profil TIA 5 (1) possède un apexol identique au profil TIA 4. Alors que le séméton gypsitique était présent à l'état de stigma, ou de phase en amont, un véritable SÉMÉ-VERTICHRON gypsitique est visible dans ce profil. Les cristaux se présentent sous forme de lentilles de 0,5 à 3 cm. de long, parfois soudées les unes aux autres. En profondeur, les sondages ont montré qu'après 6,00 m, les lentilles faisaient place à de petits cristaux automorphes le long des faces de glissement ou d'anciens conduits racinaires. Ces cristaux sont souvent accompagnés de dendrites de manganèse.
Le gypse disparaît à partir de 8,00 m de profondeur. On passe alors d'un vertichron à un structichron verticale puis vers 9,00 m à un entaféron colluvial micro et mesorudique anguleux de nature phtanitique.
- Dans le profil TIA 6, au-delà de 6,00 m de profondeur, le gypse n'apparaît plus dans les horizons. A ce niveau, les formes lenticulaires sont remplacées par de petits cristaux automorphes accompagnés de nombreuses dendrites et ponctuations de Mn.
Entre 6 et 10 m ce profil est marqué par une succession de vertichrons et d'entaférons colluviaux micro-, meso- et macrorudiques, de lithoreliques anguleuses de phtanites reposant sur l'altérite.

(1) Pour les profils TIA 5, 6 et 7, l'usage d'un carottier a été nécessaire pour atteindre l'altérite. Les échantillons prélevés ne donnent qu'un aperçu très ponctuel de la couverture pédologique.

FIG.10 ORGANISATION VERTICALE DES PROFILS DE LA SÉQUENCE TIA I (propriété NATUREL MAÏA)

(Légende des figurés.ct.FIG.9)



- Le profil TIA 7 est différent : l'apexol est constitué d'un mélanumite, d'un humite verticale à phase réductique (taches gris clair) et d'un vertichron. Le gypse apparaît dès l'humite verticale et se présente sous forme de cristaux automorphes de grande taille. Cette diagnose est surtout marquée entre 1,00 m et 1,50 m. Les cristaux de gypse sont accompagnés de nodules, dendrites, ponctuations de manganèse et de volumes pulvérulents carbonatés.

L'infrasol présente une succession de vertichrons et d'entaférons colluviaux macrorudiques de lithoreliques anguleuses de phtanites jusqu'à 11 m et plus. Les vertichrons sont dépourvus de gypse mais comportent une phase sémétique caractérisée par des volumes pulvérulents carbonatés pouvant s'indurer par endroits et cimenter des éléments entafériques.

- Les forages TIA 8, 10 et 31 situés dans la plaine présentent aussi une succession vertichron-entaféron. La phase sémétique gypsitique n'atteint jamais 4,00 m de profondeur.

1.2 DISCUSSION ET CONCLUSION

La séquence montre un accroissement considérable de l'épaisseur du sol de l'amont vers l'aval. Il passe de 0,50 m (TIA 1) à plus de 11,00 m (TIA 7).

Les profils TIA 1 à TIA 4 reposent directement sur l'altérite. Pour les profils TIA 3, TIA 4 et sans doute TIA 5 (non directement visible), le passage des horizons à gypse à l'altérite semble progressif, sans discordance apparente.

Les vertichrons contenant du gypse apparaissent tous homogènes et ne montrent aucune zonation, aucune lamination ni aucune stratification décrites par FONTES (1974), BERTRAND et JELISEJEFF (1974), PERTHUIZOT (1974) ou BUSSON (1974) pour des formations à gypse de type évaporite, ou par AVIAS (1963) et BALTZER (1965) pour les gypses des mangroves.

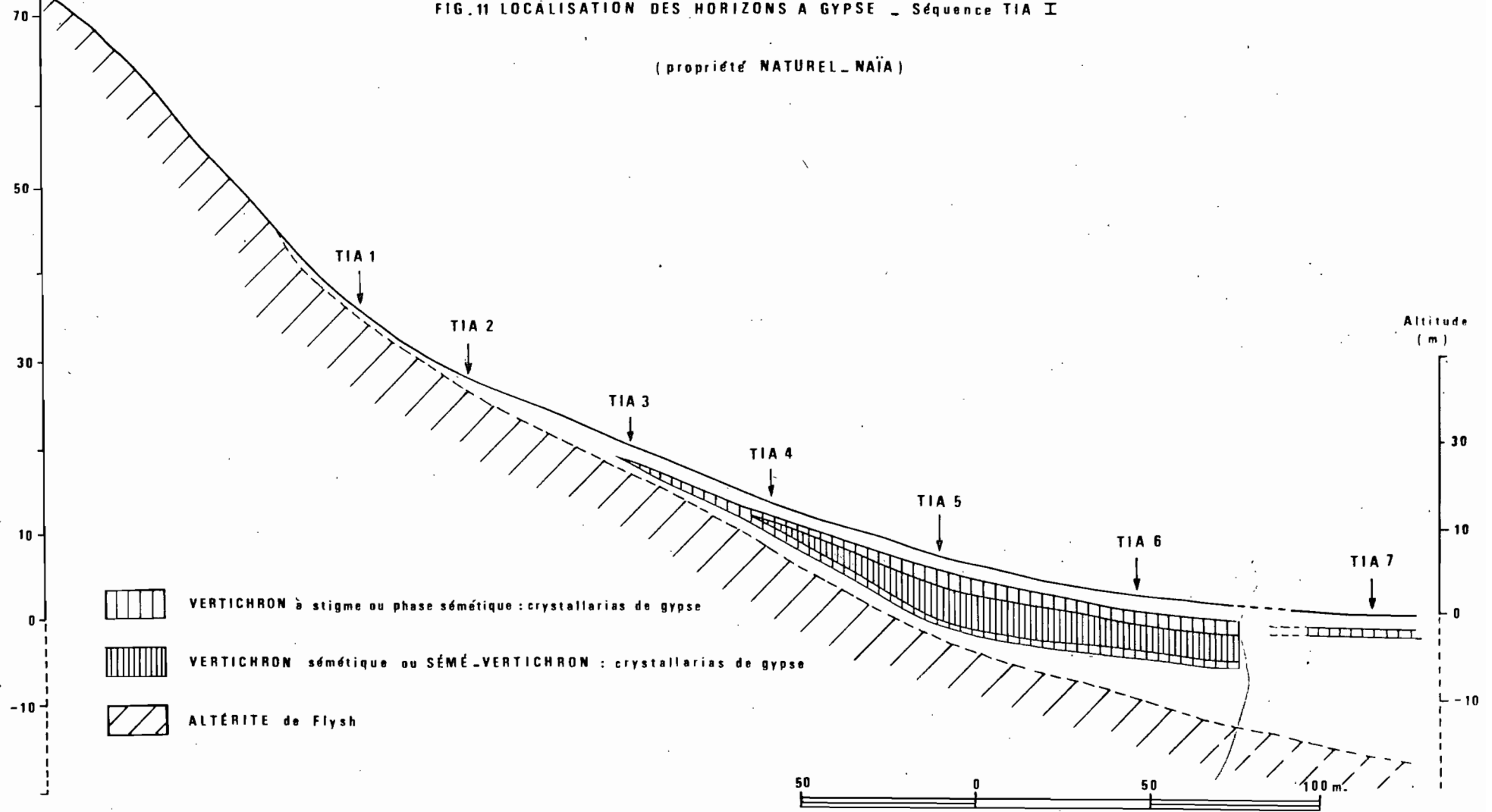
Actuellement, il semblerait que toute migration soit bloquée. En effet, les analyses effectuées dans la nappe d'eau (puits de 6,00 m de profondeur) directement en aval de TIA 7 confirment l'absence de mouvements descendants de sulfates.

pH	ions	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	Σ ⁻
7,1	mé/l.	37,4	32,1	13,7	0,06	83,2	74	0	4,7	78,7

Altitude
(m.)

FIG. 11 LOCALISATION DES HORIZONS A GYPSE - Séquence TIA I

(propriété NATUREL_NAÏA)



- Sur le versant de la vallée alluviale opposé à celui de la séquence décrite, affleurent des phtanites, shales et pélites siliceuses.

Le sol est un brachyapexol réduit à un Humite, un Structichron orangé vif, un Rétichron aléatoire et un altérite.

L'ensemble est entièrement dépourvu de gypse.

A la base de ces formations, s'étend un glacis d'épandage qui assure la transition avec la plaine alluviale.

Les carottages TIA 9 et TIA 33 (cf. Fig. 8 et 10) ont été effectués sur ces formations. Au milieu d'une succession de structichrons et de rétichrons lapidiques (micro-, meso- macrorudite anguleuse de phtanites) et d'entaférons colluviaux (micro, méso-, macrorudique anguleux de phtanites) entre 3,00 et 5,50 m, un vertichron apparaît, dépourvu d'éléments grossiers. Au sein de ce vertichron, il se développe une phase sémétique gypsitique entre 4,00 et 4,20 m.

Pour conclure :

Ces deux derniers forages confirment la liaison existant entre les vertichrons et la présence de gypse. Ces formations argileuses devraient être des sites d'accueil capables de "fossiliser" les cristaux de gypse, et de bloquer tout mouvement de solutions.

3 LES SOLS DE LA PLAINE DE LA TAMOA (cf. Fig. 12)

Ils ont été étudiés lors de l'inventaire cartographique de la région de La Tontouta. Dix fosses pédologiques ont été observées dont la moitié seulement ont été analysées. Une série de carottages a été effectuée pour connaître l'épaisseur du matériau jusqu'à l'altérite de la roche mère.

3.1 MORPHOLOGIE DES SOLS (cf. Fig. 13)

La séquence débute par le profil TNT 88 à proximité de la route de Karikaté. Elle franchit une butte "roche basique" puis s'étend dans la plaine de La Tamoia selon une direction SE-NW jusqu'au profil 94, puis S-N jusqu'au profil 145.

FIG.12 DÉTAIL DE LA FIG. 7
EMPLACEMENT DES PROFILS ET CAROTTAGES

• Profil décrit non analysé ○ Carottage Série ME
 ■ Profil décrit analysé (Carte Morpho-pédologique de la Tontouta
 Série TNT au 1/25.000)

ECHELLE : 1/25.000
 500 0 100 m.

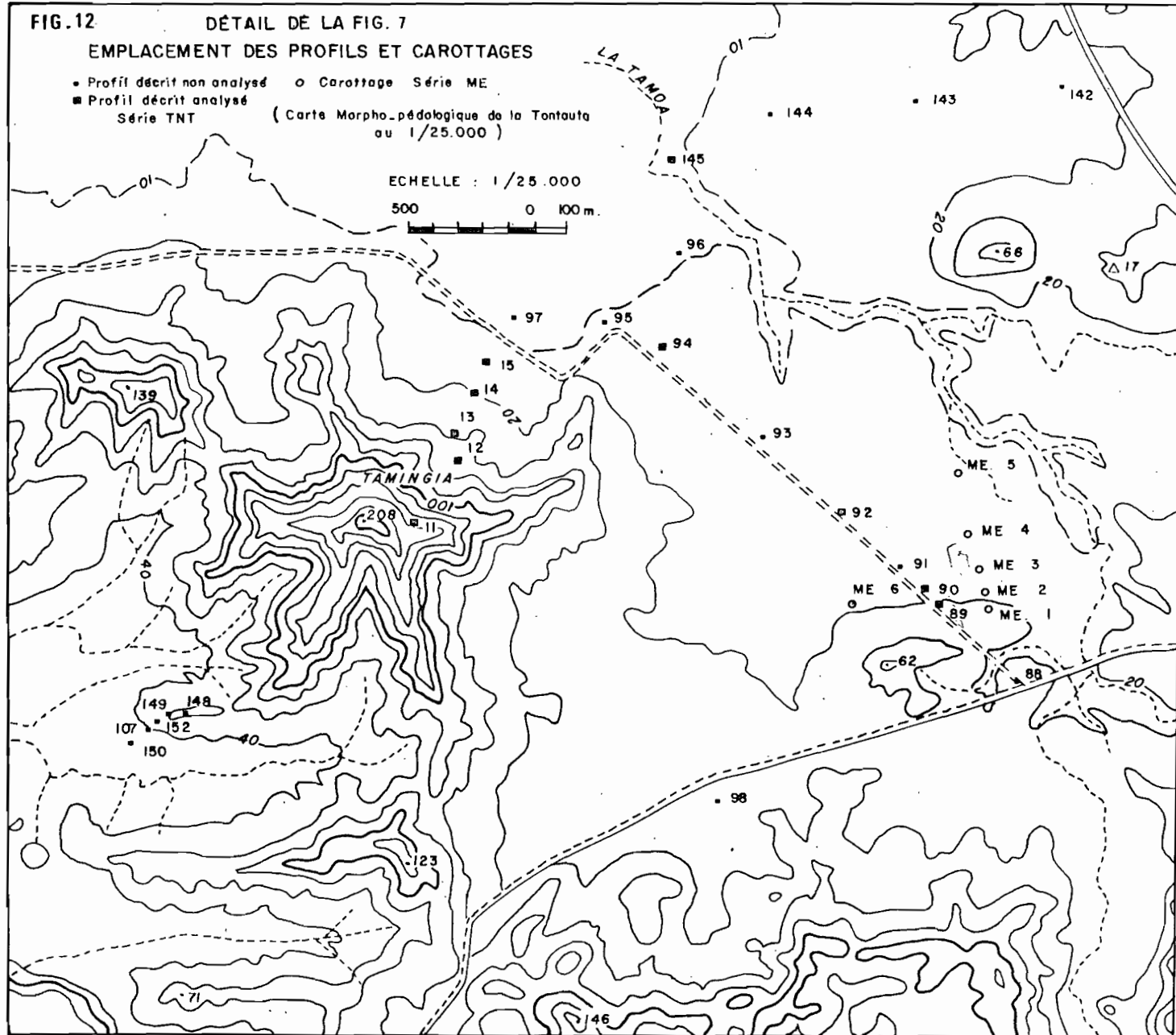
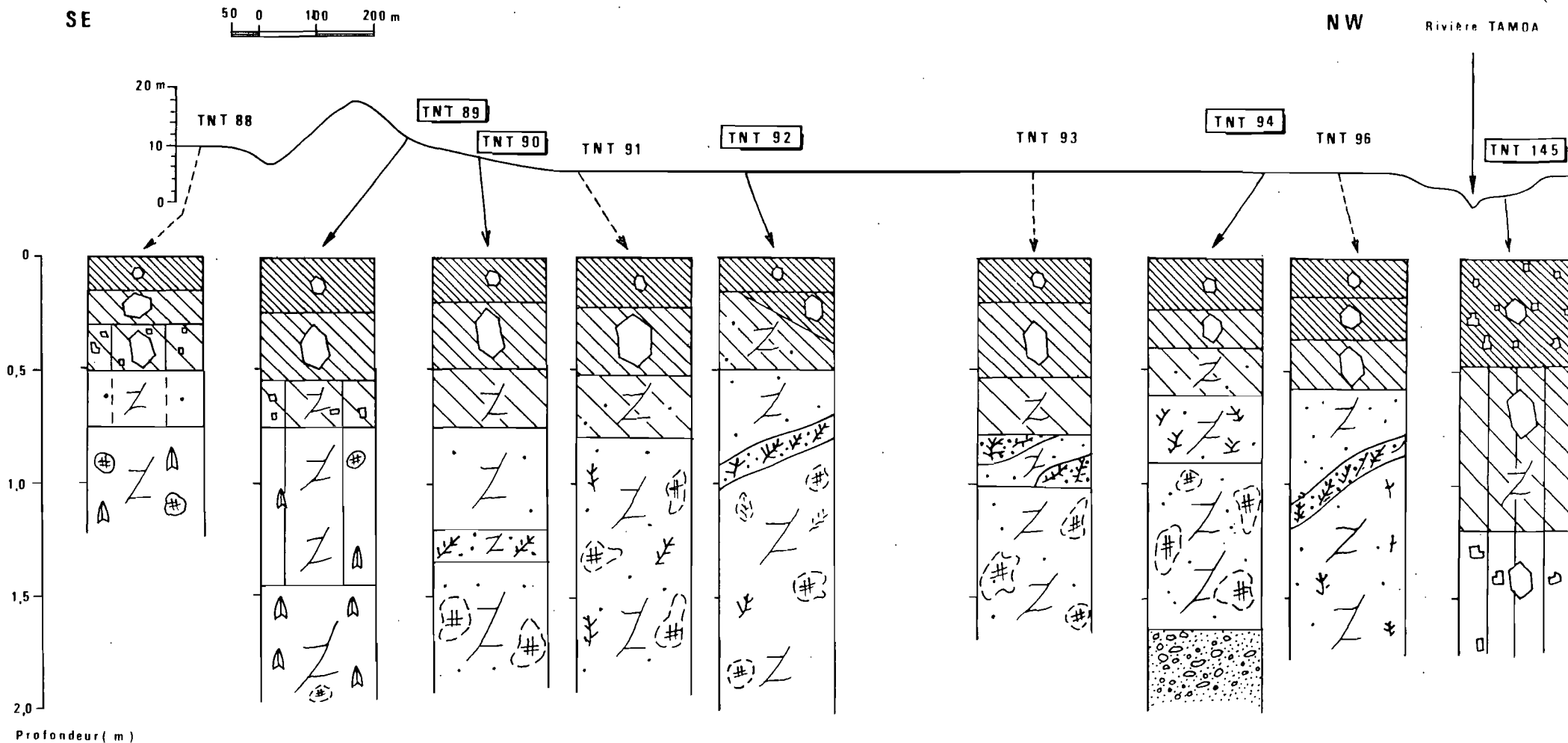


FIG.13 SÉQUENCE DE SOLS DANS LA VALLÉE ALLUVIALE DE LA TAMOA (séquence MERCIER II)

PROFILS TNT (Légende des figurés - cf. FIG.9)



Cette séquence a permis de localiser le gypse dans le paysage (cf. Fig. 14).

. Seuls les profils TNT 88 et 89 situés à la périphérie de la butte, à une altitude de 20 m présentent une phase sémétique à gypse. La succession des horizons est la suivante : HUMITE très foncé - HUMO VERTICHRON, VERTICHRON à stigme puis à phase sémétique. Le gypse se présente sous forme de lentilles de 1 à 2 cm de long associées à des volumes pulvérulents de carbonates. Les analyses chimiques ont montré que ces volumes pulvérulents sont composés en majeure partie de carbonate de calcium.

. Les sols développés sur les terrasses alluviales récente (TNT 145) et moyenne (TNT 90 à 96) sont dépourvus de gypse dans ce secteur.

Tout comme les sols à gypse, ils sont composés d'un HUMITE très foncé, d'un HUMO-VERTICHRON et d'un VERTICHRON à phase sémétique. Cette phase sémétique se présente sous forme de volumes pulvérulents de carbonates associés à des dendrites et ponctuations de manganèse. Les analyses chimiques ont montré que ces carbonates, à la différence de ceux des profils 88 et 89 étaient surtout composés de carbonate de magnésium (giobertite). Il semble que la présence de carbonate de magnésium ne soit pas compatible avec celle du gypse, comme le prouvent les observations faites pendant ces prospections.

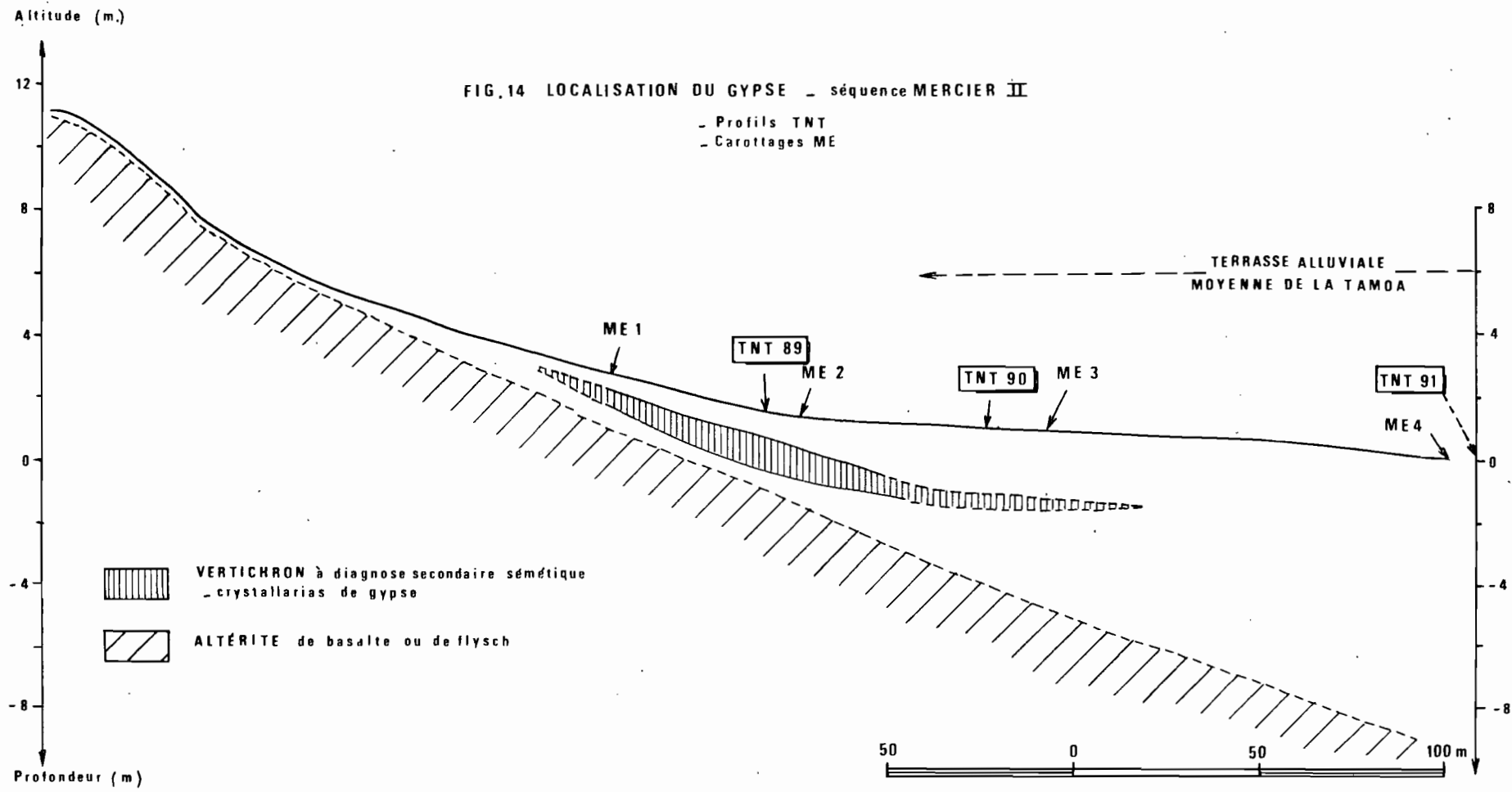
. Les sols de la terrasse alluviale récente sont représentés par le profil TNT 145. Il se compose d'un HUMITE clair, profond, puis d'un STRUCTI-HUMITE et enfin d'un STRUCTICHRON entaférique (micro-, mésorudite émoussé : altélithoreliques de péridotite).

La texture de ces sols est beaucoup plus limoneuse et sableuse que celle des sols de la terrasse moyenne, la structure est le plus souvent anguclode. Aucun élément figuré de nature gypseuse, carbonatée ou manganique n'est visible dans ce profil.

Les carottages de la série ME (cf. Fig. 15) confirment les observations de la série TNT. Ils nous renseignent sur la profondeur de l'apparition de l'altérite qui augmente quand on se rapproche de la rivière.

Le gypse n'est localisé qu'aux alentours de la butte de basalte; il est complètement absent de la terrasse moyenne.

La terrasse moyenne semble s'être développée à partir de matériaux d'origine péridotitique, riches en magnésium.



3.2 LES RESULTATS ANALYTIQUES :

3.2.1 Les teneurs en sels solubles (cf. Fig. 16)

On note une nette diminution du taux de sels solubles dans les profils depuis la base de la butte de basalte jusqu'à la terrasse alluviale récente de La Tamoá.

Parmi les sels solubles, le sulfate de calcium n'est prépondérant que dans l'horizon contenant du gypse (profil TNT 89, horizon 5).

Dans les autres horizons, le sel dominant est le chlorure de sodium. Il présente dans les profils un "ventre d'accumulation" vers 1,00 m de profondeur, probablement dû à la lixiviation de ces sels dans les horizons de surface.

3.2.2 Les teneurs en bases (cf. Fig. 17)

- Les bases échangeables :

La somme des bases dans les différents profils (sauf pour TNT 145) est relativement constante.

Depuis le pied de la butte basaltique jusqu'à la terrasse alluviale récente de La Tamoá, on remarque une augmentation régulière du taux de magnésium et une décroissance parallèle du taux de calcium. Le rapport Mg^{++}/Ca qui est de 1 pour le profil 89 passe à 2 pour le 90, à 10 pour le 92 et 15 pour le 94. Cette valeur n'est que de 5 pour le profil 145.

Les teneurs en Na^+ sont faibles.

- Les bases totales :

Le magnésium total est supérieur au calcium total sauf dans l'horizon à gypse (TNT 89). Cette différence s'accroît depuis la butte basaltique à la rivière Tamoá. Ces analyses confirment la présence de calcaire associé au gypse dans le profil 89 et la présence de giobertite ($Mg CO_3$) dans les autres profils de la terrasse alluviale moyenne.

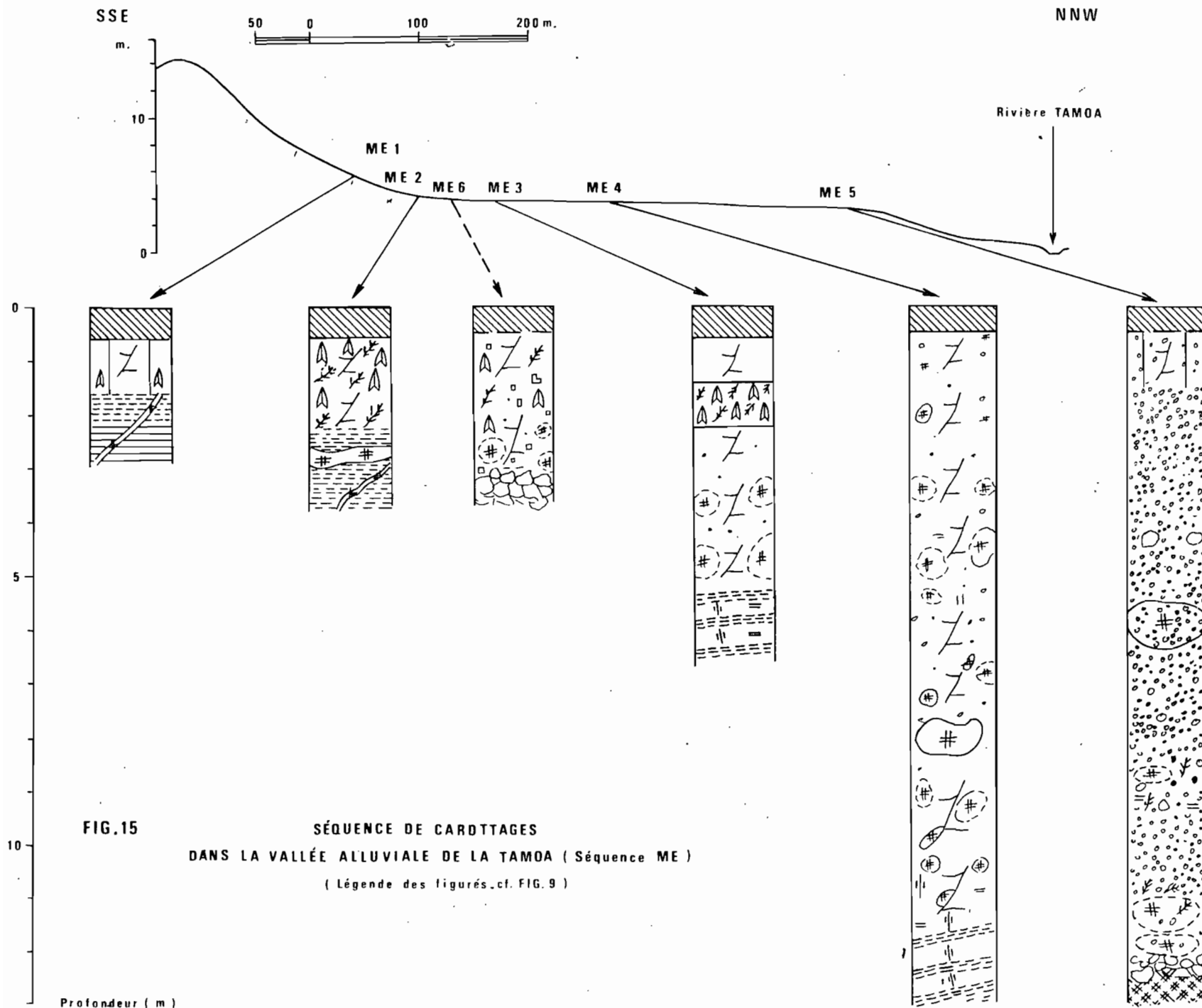


FIG.15

SÉQUENCE DE CARDTTAGES
DANS LA VALLÉE ALLUVIALE DE LA TAMOA (Séquence ME)

(Légende des figurés .cf. FIG.9)

FIG. 16 VARIATIONS DES TENEURS EN BASES - Séquence MERCIER II

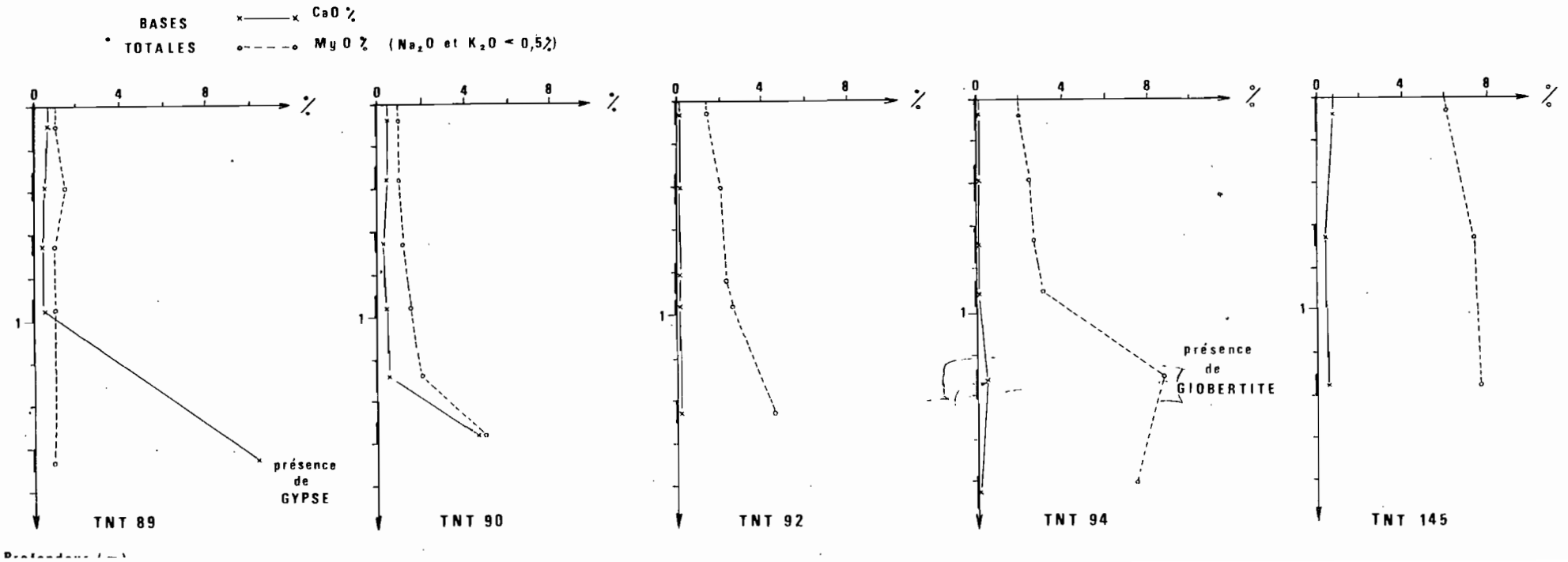
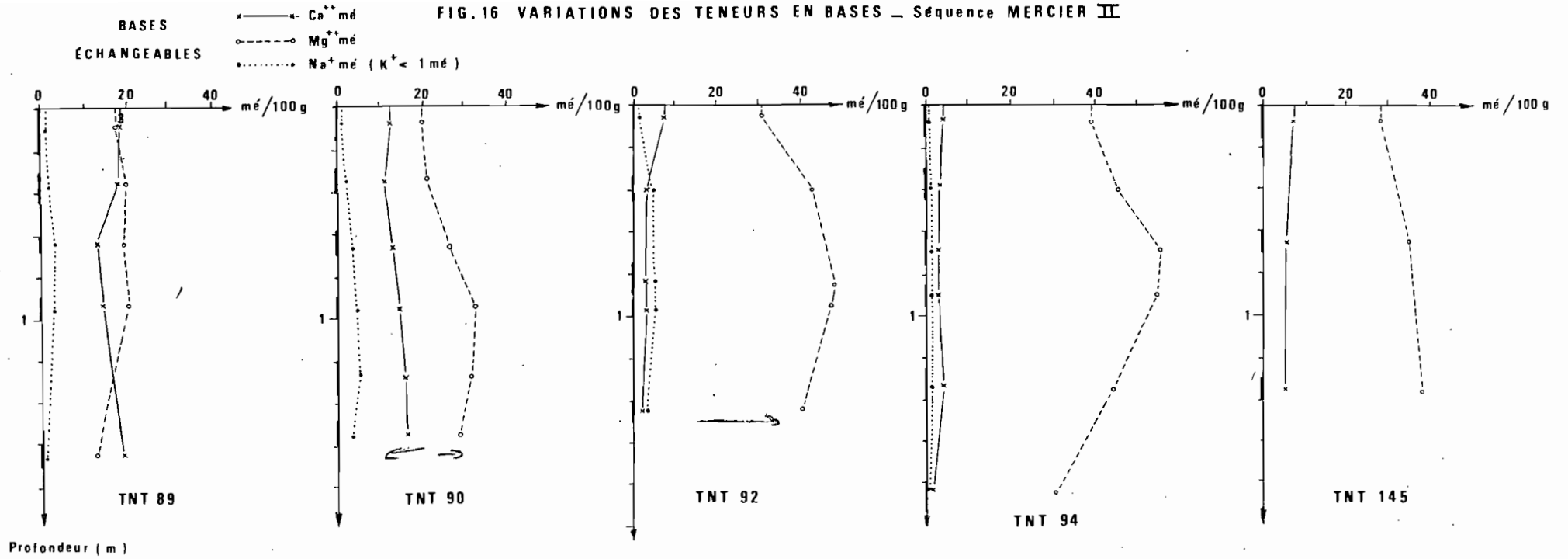


FIG.17 TENEURS EN SELS SOLUBLES - séquence MERCIER III

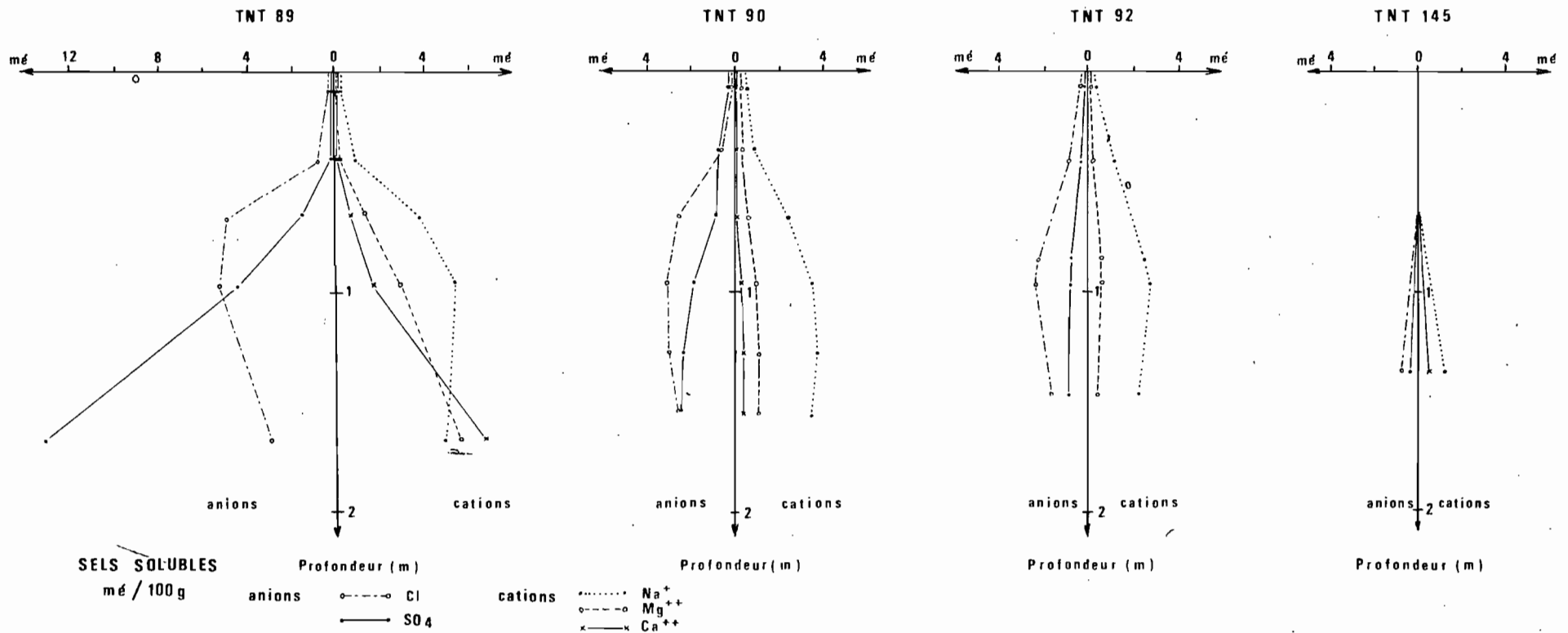
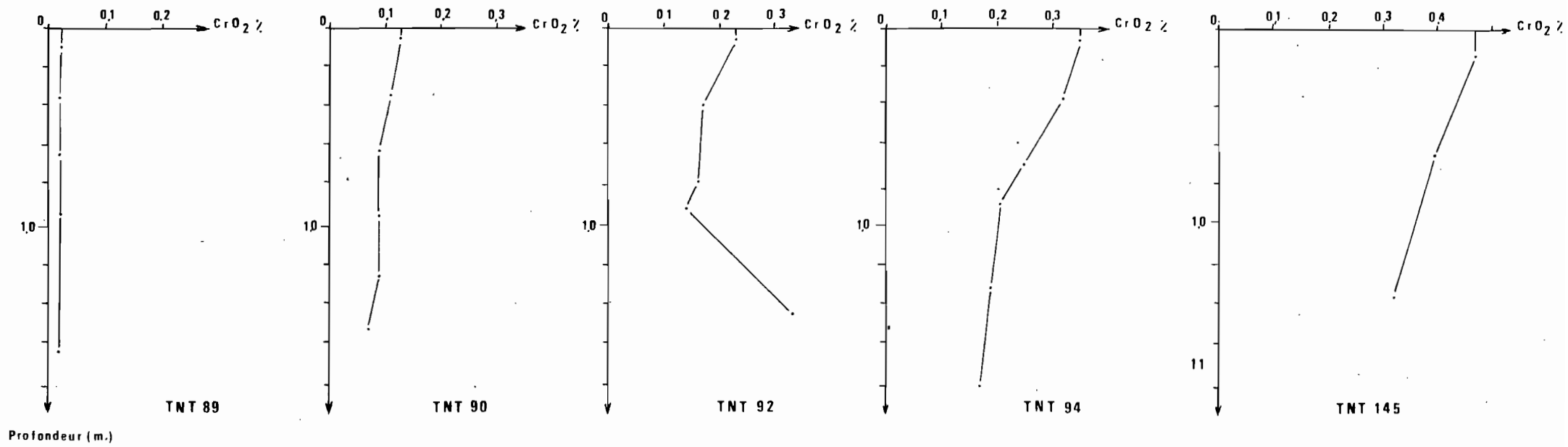


FIG. 18 TENEURS EN CHROMITE - séquence MERCIER II



3.2.3 Les teneurs en chrome* total (Fig. 18)

La chromite est libérée lors de l'altération des péridotites (TRES-CASES, 1973). Elle se présente toujours sous forme solide et ne peut être lixiviée, contrairement aux bases.

La terrasse alluviale moyenne est riche en chromite (teneurs supérieures à 0,15%) alors que ce taux n'est que de 0,02% pour le profil à gypse situé au bas de la colline de basalte. Ce résultat confirme l'origine péridotitique de la terrasse alluviale.

3.3 CONCLUSION DES RESULTATS ANALYTIQUES

Dans cette séquence composée de VERTICHRONS, on peut noter deux grands types de sols :

- Les sols formés au bas de la colline de basalte comportent des VERTICHRONS à gypse et à calcaire. Ils sont riches en calcium avec un rapport Mg^{++}/Ca^{++} de 1 environ. Ils sont dépourvus de chromite. Ces sols se seraient formés à partir d'une roche basique peut-être basaltique.
- Les sols de la terrasse alluviale de La Tamoia sont riches en chromite et sont hypermagnésiens (rapport Mg^{++}/Ca^{++} supérieur à 10) avec des formations de giobertite. Ces sols se sont formés à partir d'alluvions en provenance du massif de péridotite. Ces roches ultrabasiques sont parfois visibles sous forme d'althélithoreliques dans les forages.

La nature de la roche mère joue donc un rôle fondamental. Le gypse n'est présent qu'en auréole autour de la butte de "basalte", lorsque la surface du sol présente une légère déclivité. Dans les zones planes de la terrasse alluviale il n'apparaît pas.

* Cet élément est toujours dosé car il cause des interférences dans le dosage du phosphore par colorimétrie.

CONCLUSION

Plusieurs hypothèses ont été formulées quant à la formation des sols à gypse :

- ROUTHIER (1953) définit leur milieu de formation comme n'étant pas isolé du milieu marin par une barre, mais comme un milieu différencié, un golfe très peu profond où l'évaporation était favorisée à la fois par le manque de profondeur et par un climat chaud.
- AVIAS (1958) et BALTZER (1970) situent les formations à gypse dans la partie superficielle des dépôts des marais côtiers exondés en arrière des mangroves actuelles. Ce seraient des sédiments holocènes lagunaires, rattachés à un haut niveau quaternaire (cycle IV de ROUTHIER ou transgression Flandrienne de COUDRAY).
- GONORD (1977) réunit tous les dépôts à gypse en une formation unique constituée de dépôts littoraux post-Miocène et anté Pléistocène.
- Enfin, PARIS (1979), à la différence de GONORD, propose deux hypothèses pour expliquer la localisation du gypse :
 - la première regroupe les gypses des anciens marais exondés décrits par AVIAS (1958) et BALTZER (1970);
 - la seconde attribue une origine continentale aux gypses éloignés de la mer et à une altitude souvent supérieure à 20 m.

Les faits exposés dans cet article tendent à confirmer les propositions de PARIS. Les gypses observés dans les vertisols seraient d'origine continentale du fait de leur situation géomorphologique et de leur étroite relation avec certains types de roches.

En effet, les sols à gypse décrits à Oua-Tom et à La Tontouta ne ressemblent pas à ceux cités par AVIAS et BALTZER :

- soit par l'absence de certains traits :
 - Aucun indice d'une origine marine de ce matériau n'est visible (pas de coquille, ni de test, ni de trace d'anciennes racines de palétuviers)

- Absence de laminations caractéristiques des zones évaporatiques comme celles décrites par PERTHUISOT et BUSSON (1974).
- Aucune trace de stratification confirmant la présence d'un ancien dépôt;

- soit par la présence de certaines caractéristiques minéralogiques :

- Les vertisols à gypse ne contiennent que des montmorillonites bien cristallisées, ce qui les différencie des argiles à gypse du marais de Mara (Interstratifiés illite/kaolinite. BALTZER, 1970).

Dans la région de La Tontouta, la roche mère a une importance primordiale, car il faut y rechercher :

- une source de calcium. De nombreux massifs basiques révèlent des accumulations de calcaire sous forme de filonets de calcite ou de croûte calcaire (COUDRAY, 1976);
- une source de sulfate : ce rôle semble plus incertain, cependant les sulfates pourraient provenir de l'oxydation des pyrites contenues dans les roches mères saines. Une étude géochimique est en cours pour tenter de confirmer l'origine du soufre dans ces sols.

Cette origine continentale permettrait d'expliquer assez aisément la situation de ces sols à des altitudes variées sans qu'il soit nécessaire de recourir à une néotectonique cassante (GONORD, 1977).

De plus, l'âge de ces sols, estimé post-Miocène et anté-Pléistocène en relation avec cette néotectonique semble trop ancienne. La terrasse alluviale moyenne contenant du gypse doit être beaucoup plus récente. (Les terrasses alluviales moyennes - Fy - de Mé Maoya et de Paéoua sont datées du Pléistocène - ILTIS (1), 1983).

(1) ILTIS (J.), 1983 - in : Carte géologique au 1/50000 de la Nouvelle-Calédonie : feuille Mé-laoya B.R.G.M. Nouméa, feuille Paéoua , sous presse.

Tous les auteurs s'accordent pour relier les formations à gypse à un paléoclimat tropical à longue saison sèche. Or, ce type de climat, caractéristique des périodes glaciaires correspond à un bas niveau marin (COUDRAY, 1976), peu compatible avec des formations à gypse d'origine marine éloignées de plus de 10 km de la mer et situées à une altitude supérieure à 30 m. Ce bas niveau marin aurait dû provoquer une reprise d'érosion et non pas une phase de submersion et de comblement des vallées littorales (ROUTHIER, 1953).

Seules les analyses isotopiques O^{18}/O^{16} de l'eau de restitution du gypse devraient permettre de lever l'incertitude sur leur origine marine ou continentale.

BIBLIOGRAPHIE

- AVIAS (J.), 1958 - Note préliminaire sur l'existence de vases bariolées gypsifères actuelles dans les marais côtiers de la Nouvelle-Calédonie. C.R. somm. S.G.F., pp. 396-397.
- AVIAS (J.), 1963 - A propos des vases bariolées gypsifères actuelles et sur la genèse des marnes bariolées salifères du Trias. In : Le Trias de la France et des régions limitrophes, Mém. B.R.G.M. n° 15 Paris, pp. 615-622.
- BALTZER (F.), 1965 - Etude sédimentologique du marais de Mara (Côte ouest de la Nouvelle-Calédonie) et de formations quaternaires voisines - Thèse 3e cycle Orsay publiée in : Expédition française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie, ed. Fondation Singer Polignac, vol. IV, Paris, 1970, p.1-147.
- BEAUDOU (A.G.) et al., 1978 - Recherche d'un langage transdisciplinaire par l'étude du milieu naturel (Tropiques humides) - ORSTOM, Travx Doc. n° 91, 143 p. Paris.
- BEAUDOU (A.G.), FROMAGET (M.), PODWOJEWSKI (P.), BOURDON (E.), 1983 - Etude morpho-pédologique de la région de Tontouta - Cartes à l'échelle 1/50 000 - ORSTOM - Territoire de Nouvelle-Calédonie et Dépendances - 31 p. multigr. - 2 cartes.
- BEAUDOU (A.G.), FROMAGET (M.), PODWOJEWSKI (P.), BOURDON (E.), LE MARTRET (H.), BLAVET (D.), 1983 - Cartographie typologique des sols - Méthodologie - 31 p. multigr. ORSTOM-Nouméa.
- BERTRAND (J.P.), JELISEJEFF (A), 1974 - Formation d'évaporites par des processus d'évaporation capillaire - Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Vol. XVI, Fasc. 2, pp. 161-170.
- BREWER (R.), 1976 - Fabric and mineral analysis of soils Robert E. Krieger Publishing company - Huntington, New York.
- BUSSON (G.), 1974 - Sur les évaporites marines : sites actuels ou récents de dépôts d'évaporites et leur transpiration dans les séries du passé - Revue de géographie physique et de géologie dynamique : vol XVI, Fasc. 2, pp. 189-208.

- CARROUE (J.P.), ESPIRAT (J.J.), 1967 - Carte géologique au 1/50 000 et notice explicative, feuille Poya - Plaine des Gaïacs (Nouvelle-Calédonie), B.R.G.M. Paris.
- CHATELIN (Y.), 1979 - Une épistémologie des sciences du sol - Mém. ORSTOM n° 88, 151 p. Paris.
- COUDRAY (J.), 1975 - Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la Nouvelle-Calédonie - Contribution de l'étude sédimentologique à la connaissance de l'histoire géologique post-éocène. Thèse doct., Univ. Montpellier.
- C.P.C.S., 1967 - Commission de pédologie et de cartographie des sols - Classification des sols - ENSA-GRIGNON, 87 p. multigr.
- DAVIS (W.N.), 1925 - Les côtes et récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Ann. Géogr. T. 34, n° 171. Paris.
- DENIS (B.), MERCKY (P.), 1979 - Etude pédologique de la basse vallée de la Oua-Ménie Détermination des caractéristiques hydrodynamiques des principaux types de sols en vue de leur irrigation - ORSTOM-Nouméa (I), 67 p. multigr., 2 cartes h.t.
- DENIS (B.), MERCKY (P.), 1982 - Notice de la carte pédologique de la région de Pouembout à 1/50 000 - ORSTOM-Nouméa - Tome 1, texte et figures, 150 p. multigr. - Tome 2, profils et cartes : 100 p. multigr. + 3 cartes au 1/50 000.
- DIXON (J.B.), WEED (S.B.), 1977 - Minerals in soil environment - Soil science society of America, Madison, Wisconsin - 948 p.
- DUCHAUFOUR (Ph.), 1979 - Pédologie, tome 1, pédogenèse et classification, Masson, Paris, 477 p.
- ESPIRAT (J.J.), 1966 - Carte géologique à l'échelle du 1/50 000^e et notice explicative, Territoire de la Nouvelle-Calédonie, Oua-Tom - B.R.G.M.
- FAURE (P.) et PARIS (J.P.), 1982 - Carte géologique à l'échelle du 1/50 000^e et notice explicative, Territoire de la Nouvelle-Calédonie, La Tontouta - B.R.G.M.

FONTES (J.C.), FRITZ (P.), GAUTHIER (J.), KULBICKI (G.), 1967 - Minéraux argileux, éléments traces et compositions isotopiques dans les formations gypsifères de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène de Corréille-en-Parisis. Bull. Centre Rech. Pau - SNPA. Vol. 1 n° 2, pp. 315-366.

GONORD (H.), 1977 - Recherches sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie, sa place dans l'ensemble structural du Pacifique Sud-Ouest. Thèse Doct. Etat, Montpellier, 341 p.

LATHAM (M.), QUANTIN (P.), AUBERT (G.), 1978 - Etude des sols de la Nouvelle-Calédonie - ORSTOM Paris - Notice n° 78, 138 p. + 2 cartes à 1/1.000 000.

LATHAM (M.), 1979 - Etude des sols de la région de Ouaco - ORSTOM-Nouméa, 37 p. multigr. + 2 cartes à 1/50 000.

PARIS (J.P.), 1981 - Géologie de la Nouvelle-Calédonie, un essai de synthèse. Mém. B.R.G.M. n°113.

PERTHUISOT (J.P.), 1974 - Les dépôts salins de la sebkha el Melah de Zarzis : conditions et modalités de la sédimentation évaporitique - Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Vol. XVI, Fasc. 2, pp. 177-188.

PIROUTET (M.), 1917 - Etude stratigraphique sur la Nouvelle-Calédonie. Thèse doct. Sc. Nat. Fac. Sc. Paris - 313 p.

PODWOJEWSKI (P.), 1981 - Etude pédologique de la basse vallée de la Oua-Tom, éléments de pédogenèse salée et gypseuse - Mémoire de stage - ORSTOM-Nouméa - 97 p. multigr. + 2 cartes au 1/25 000.

PODWOJEWSKI (P.), LATHAM (M.), BOURDON (E.), 1983 - Etude des sols de la région de Kaala-Gomen - Cartes au 1/50 000 - ORSTOM-SRT-Nouméa. 73 p. multigr.

POUGET (M.), 1968 - Contribution à l'étude des croûtes et encroûtement gypseux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. vol III, n° 1, pp. 139-149.

ROUTHIER (P.), 1953 - Etude géologique du versant occidental de la Nouvelle-Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama - Mém. Société géologique de France, n° 67, 272 p.

RUELLAN (A.), 1971 - Contribution à l'étude des sols des régions méditerranéennes - Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc). Mém. ORSTOM, n° 54, 302 p.

TERCINIER (G.), 1965 - Cartes des sols au 1/40 000 de Bourail - Les sols de Bourail-Moindou, notice explicative d'une région représentative du versant sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie - ORSTOM-Nouméa, 117 p. multigr.

TRESCASES (J.J.), 1973 - L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasi-ques en zone tropicale et la formation de gisements nickélifères en Nouvelle-Calédonie. Thèse Fac. des Sci. de Strasbourg, 347 p.

VIELLEFON (J.), 1977 - Les sols des mangroves et des tannes de basse Casamance (Sénégal) - importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogenèse. Mém. ORSTOM, n° 83, 291 p.

VIELLEFON (J.), 1979 - Contribution à l'étude analytique des sols gypseux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XVII, n° 3, pp. 195-223.