

→ P
B23898/2

Sur l'existence de podzols à gibbsite et anatase. Analyse des podzols tropicaux de Tahiti (Polynésie française)

Rémi JAMET et Jean TRICHET

Résumé — Des podzols à gibbsite et anatase apparaissent sur les parties les plus hautes des planèzes basaltiques de l'île de Tahiti. Ils succèdent vers l'amont aux sols ferrallitiques désilicifiés, désalcalinisés et désaturés et se forment à leurs dépens.

La podzolisation se développe sous l'influence d'une importante accumulation de matière organique, favorisée par un très net rafraîchissement de la température lié à l'altitude.

Les composés acides libérés complexent et entraînent le fer de l'horizon A2, tandis que le titane et l'aluminium demeurent en place et se concentrent, ce dernier sous forme de gibbsite qui donne à cet horizon sa teinte claire.

Ces podzols ont leur place aux côtés des podzols tropicaux classiques à horizon A2 quartzeux. Ils s'en différencient par le fait qu'ils se forment sur matériau autochtone, non quartzeux.

About gibbsitic and anatasic podzols. Analysis of tropical podzols in the Tahiti island (French Polynesia)

Abstract — Podzols with gibbsite and anatase are observed in the highest parts of the basaltic plateaus in the Tahiti Island. Upstream they replace the desilicated, desalkalinized and unsaturated ferrallitic soils and they develop at their expense.

Podzolisation develops under the influence of a high accumulation of organic matter which is stimulated by a considerable cooling of the temperature linked to altitude.

The released acid compounds chelate and carry iron away from A2 horizon, while titanium and aluminium are retained and are concentrated, the latter in the form of gibbsite which gives a light colour in this horizon.

These podzols can be classified with classical tropical podzols characterized by quartzous A2 horizon. They differ from them in that they develop on non quartzous autochthonous material.

I. INTRODUCTION. — L'île de Tahiti offre, sur ses hauts plateaux, un exemple particulièrement net de sols développés à partir d'altérites et de sols ferrallitiques issus de basaltes. Ils possèdent, au-dessous d'une épaisse accumulation organique, deux horizons successifs formés sous l'influence de celle-ci : l'un, fortement déferrifié, est blanchi, l'autre, d'accumulation humo-ferrugineuse, est induré.

Ces sols ont une morphologie de podzol, mais leur originalité est que l'horizon blanchi doit sa teinte, non pas comme dans les podzols classiques, à une concentration du quartz (dont sont dépourvus les basaltes), mais à d'importantes quantités de gibbsite résiduelle associée, par ailleurs, à de l'anatase de même origine. On présente ici les traits principaux de leur organisation et de leur formation.

II. SITE ET ENVIRONNEMENT. — 1. *Topographie et climat*. — Ces sols se développent à des altitudes supérieures ou égales à 1 100-1 200 m, sur des planèzes basaltiques de pente moyenne voisine de 20 %, ou sur les flancs des vallées entaillant ces planèzes, tant que la pente de ces flancs n'excède pas 50 à 60 %.

Leur genèse intervient sous un climat très humide — la pluviosité annuelle, sur la façade occidentale de l'île, variant du niveau de la mer à 1 400 m d'altitude entre 2 000 et 3 200 mm — et relativement frais — la température moyenne à l'altitude de 1 300 m

Note présentée par Georges MILLOT.

étant voisine de 15°C, alors qu'elle est de 22°C à la cote 420 et de 25,7°C pour l'ensemble de la côte occidentale de l'île.

2. *Couvert végétal.* — Ces sols se développent sous une végétation dominée, tout au long de la séquence, par une strate herbacée à *Gleichenia linearis*, constituant un peuplement souvent monospécifique et qui recouvre totalement le sol. Ce végétal est le principal pourvoyeur de débris organiques du sol.

Entre 900 et 1 400 m d'altitude, s'ajoute à la lande à *Gleichenia* une strate arborée de faible élévation (2 à 5 m) dont le taux de recouvrement du sol atteint 30 à 40 %. Cette association constitue la « forêt de nuages ».

3. *Matériel parental.* — Ces sols se développent à partir de matériaux ferrallitiques non quartzeux ; altérites et sols ferrallitiques issus des basaltes qui constituent l'essentiel du substratum géologique de l'île. Très perméables, ils sont dépourvus de minéraux argileux et ne renferment à côté du fer, que de l'alumine sous forme de gibbsite et des oxydes de titane.

III. COUPE DE LA TOPOSÉQUENCE. — La figure 1 illustre la succession des divers types de sols rencontrés au long de la pente en partant du niveau de la mer jusqu'à une altitude de 1 400 m. Cette succession est remarquable par le caractère progressif du passage qu'elle offre entre les divers types de sols.

On observe de l'aval à l'amont [1] :

— jusqu'à 800-1 000 m (selon l'orientation), des sols ferrallitiques, fortement désaturés, humifères, ne présentant pas de litière; exemple profil MAU 8;

— de 800-1 000 m à 1 000-1 200 m (toujours selon l'orientation), des sols ferrallitiques, fortement désaturés, très humifères et possédant une litière superficielle; la présence de celle-ci (horizon A 0) témoigne d'une plus grande lenteur de décomposition et d'incorporation au sol des résidus organiques que dans les profils précédents; ce type de sol est représenté par le profil MAU 4;

— au-dessus de 1 000-1 200 m, des podzols gibbsitiques dont les profils débutent par une importante litière; exemple profil MAU 1.

IV. CARACTÈRES ANALYTIQUES ET MINÉRALOGIQUES DES SOLS. — 1. *Sols ferrallitiques initiaux (oxydosols).* — Ce sont des sols riches en matière organique intimement mêlée à la matière minérale et dont la teneur moyenne dans l'horizon A1 croît, avec l'altitude, de 9 % jusqu'à environ 300 m, à 11 % au-delà.

La capacité d'échange, généralement inférieure à 10 mé/100 g à pH 7,0 et variable avec le pH, n'est saturée qu'à moins de 10 %. Ces sols sont fortement acides (pH $5,2 \pm 0,7$ dans les horizons A1).

Leur complexe d'altération [2] se caractérise par :

- une désilicification souvent quasi totale,
- de fortes teneurs en gibbsite pouvant atteindre 50 % aux alentours de 1 m de profondeur, à la suite d'une illuviation à partir des horizons de surface,

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche I

Fig. 1. — Toposéquence du Mont Marau (face Ouest de Tahiti). (I) Sols ferrallitiques, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques, à accumulation ferro-titanique en surface (II) Sols ferrallitiques, fortement désaturés, très humifères, (à litière organique), gibbsitiques. (III) Podzols gibbsitiques.

Fig. 1. — Soils toposequence of the Mont Marau (Western side of Tahiti Island). (I) Ferrallitic, deeply desaturated, humus rich, gibbsitic soils (displaying an accumulation of Fe and Ti at their top part). (II) Ferrallitic, deeply desaturated, humiferous (with a litter horizon), gibbsitic soils. (III) Gibbsitic podzols.

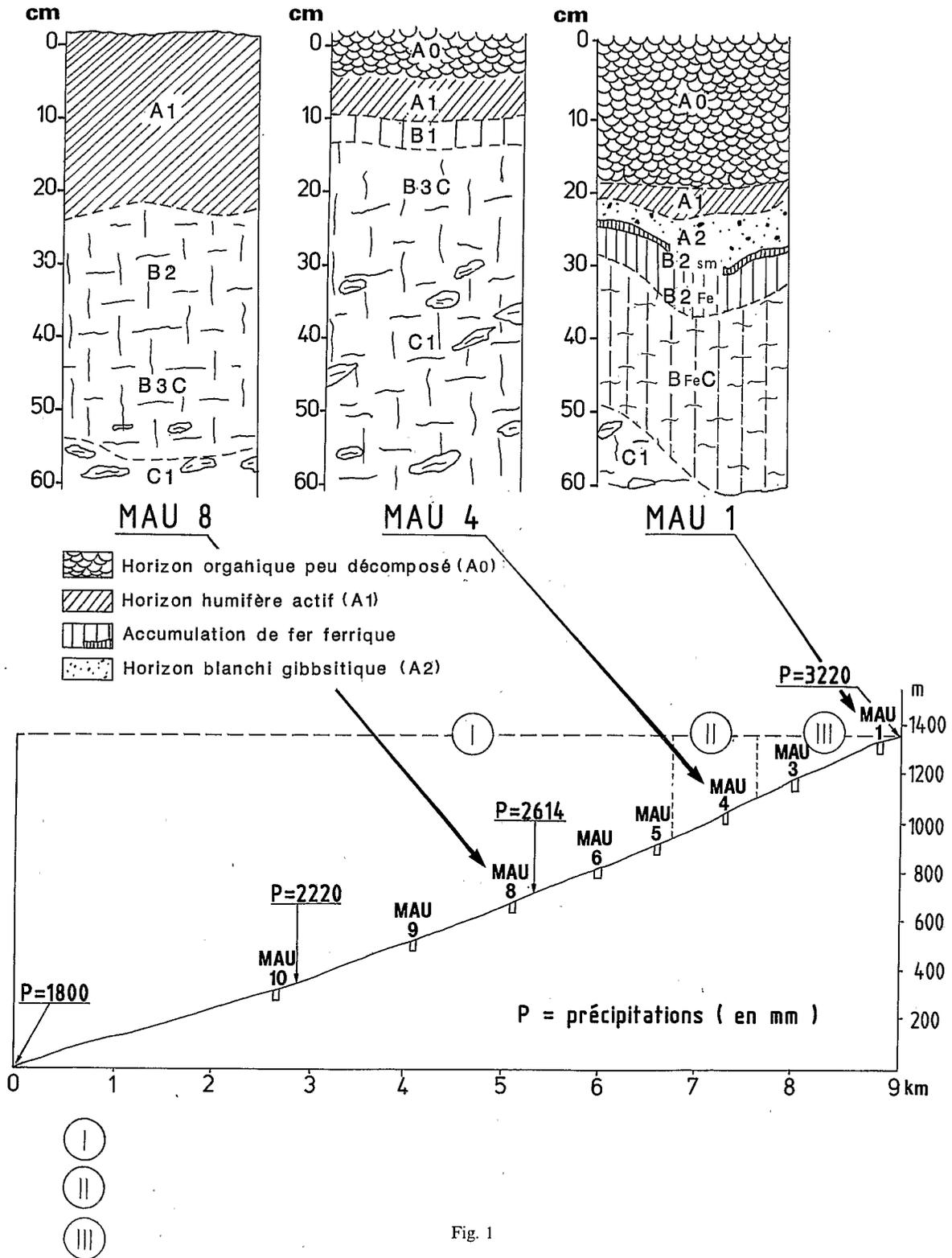


Fig. 1

PLANCHE II / PLATE II

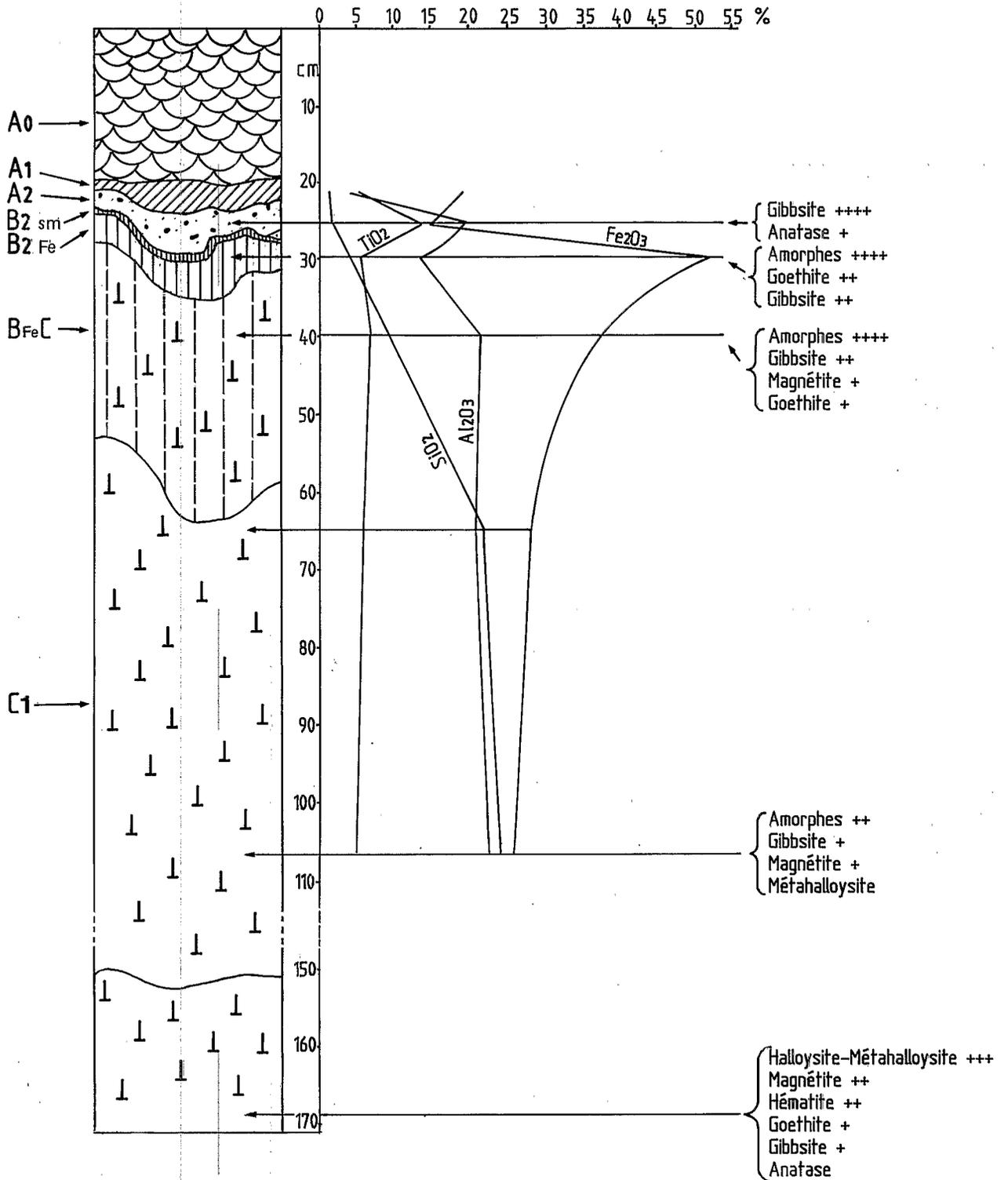


Planche II

Fig. 2. — Profil MAU 1. Variation des teneurs des principaux éléments majeurs et nature des associations minéralogiques (abondance des minéraux estimée d'après l'intensité des pics de RX).

Fig. 2. — Profile MAU 1. Variation of the content of main chemical elements and nature of mineralogical associations (minerals abundance deduced from the relative intensity of X-ray diffraction peaks).

— un enrichissement relatif en oxydes de fer et de titane dans les horizons de surface, atteignant son maximum dans les sols de la presqu'île de Taravao avec des teneurs de 20 % de TiO_2 et 50 % de Fe_2O_3 .

2. *Podzols gibbsitiques*. — Ce sont des sols peu profonds où l'ensemble des 5 horizons caractéristiques A 0, A 1, A 2, B2sm, B2Fe, ne dépasse pas 40 cm. L'horizon d'altération C1 y apparaît généralement à moins de 60 cm.

La description qui suit (fig. 2) concerne un sol du Mont Marau.

Horizon A 0. — Horizon organique, neutre, renfermant 84 % de matière organique dont le rapport C/N=32; 45 % du carbone y sont sous forme d'acides humiques et fulviques en proportions égales.

Horizon A 1. — Horizon très humifère renfermant 65 % de matière organique à C/N=25, très acide (pH 4,0); la teneur en acides fulviques y décroît, tandis que croît fortement la fraction humine.

Horizon A 2. — Horizon blanchi quoique encore riche en matière organique, à C/N élevé (32), dont 60 % sont sous forme d'humine très vraisemblablement d'insolubilisation. Acides fulviques et humiques sont présents en quantités égales.

Les constituants minéraux du sol comprennent :

- de la gibbsite (>45 %), abondante dans les fractions 20-250 et 2-20 μm ;
- du titane (plus de 20 % de TiO_2), présent sous forme d'anatase, et abondant dans la fraction <20 μm ;
- du fer (24 % de Fe_2O_3) dont près de 10 % se trouvent sous des formes mal cristallisées.

Horizon B2sm. — Horizon placique, constitué d'une mince couche ferruginisée, durcie, de 1 à 5 mm d'épaisseur, formant obstacle à la pénétration de l'eau et des fines racines; très fortement acide. Il renferme 51 % de fer, essentiellement sous forme amorphe, ou de goethite très finement cristallisée, 12 % d'alumine dont les 2/3 sous forme de gibbsite (dans la fraction 2-20 μm) et 1/3 sous forme de composés mal cristallisés, 4 % de silice dont 1/3 sous forme de composés amorphes, et 5 % de titane.

Cet horizon contient 9 % de matière organique, à C/N=33 et dont la moitié se trouve sous forme d'acides fulviques libres.

Horizon BFeC. — La teneur en fer y demeure encore élevée : 36 % de Fe_2O_3 dont une moitié se trouve sous forme amorphe et l'autre moitié se partage entre de la goethite et de la magnétite. L'alumine y entre pour 21 % dont 1/3 sous forme de composés amorphes et 2/3 sous forme de gibbsite et la silice pour 8,6 % dont 1/4 sous forme amorphe.

Horizon C1. — La teneur en fer continue de décroître, tandis que celle en SiO_2 croît et qu'apparaissent dans le cortège minéralogique la métahalloysite et l'halloysite.

V. CONDITIONS DE FORMATION DES PODZOLS GIBBSITIQUES. — La situation de ces podzols au sein de la séquence montre que la podzolisation s'exprime sous l'influence des conditions climatiques fraîches d'altitude et de la composition du couvert végétal.

Les arguments suivants permettent de penser que le paramètre climatique est prépondérant par rapport au paramètre d'acidité de la matière organique quant au développement de la podzolisation :

(1) la végétation arborée participant au couvert végétal de ces podzols est essentiellement composée de feuillus fournissant au sol une matière organique qui n'entraîne pas de podzolisation en dehors de ces sites d'altitude; (2) de même, la matière organique fournie par la décomposition du genre *Gleichenia* n'entraîne pas non plus de processus de podzolisation en dehors de ces sites [1].

Au total, la valeur faible des températures et l'humidité relative élevée de ces zones d'altitude peuvent être considérées comme responsables de la lenteur des processus de décomposition de la matière organique et donc de la podzolisation qui en résulte.

Ce phénomène n'affecte que la tranche superficielle du matériel parental. La majeure partie du fer en est éliminée par les composés acides libérés par les horizons organiques. Ces composés présentent sans doute des caractères particuliers car, s'ils forment avec les oxydes de fer des complexes qui favorisent leur entraînement, ils permettent à la gibbsite et à l'anatase d'échapper à cette acidocomplexolyse et donc de se concentrer.

Les podzols décrits dans d'autres régions intertropicales du monde, Nord du Brésil ([3], [4]), Guyane ([5], [6]), Congo [7], etc. sont issus de formations sableuses favorables à une intense circulation hydrique. La podzolisation y conduit à la formation d'un horizon A 2 à quartz résiduel.

Les podzols de Tahiti s'opposent à ces derniers par le fait qu'ils se développent sur des ferrallites en place, dépourvues de quartz car issues de basaltes, mais cependant perméables; il en résulte que le « squelette » de l'horizon blanchi A 2 est à gibbsite résiduelle accompagnée d'anatase.

V. CONCLUSIONS. — 1. Sur les hauts plateaux de Tahiti apparaissent des sols inattendus. Ce sont des podzols, mais dont l'horizon A 2 blanchi est gibbsitique et titanifère. 2. Ces podzols se développent seulement en altitude à la faveur d'un refroidissement de la température et sous l'action d'une abondante matière organique dont les composés solubles complexent et mobilisent le fer de l'horizon A 2, tandis que l'aluminium sous forme de gibbsite et le titane sont épargnés et se concentrent. 3. Ces podzols s'opposent aux podzols tropicaux décrits dans d'autres régions intertropicales du monde, en ce qu'ils sont gibbsitiques et non quartzeux. 4. La raison en est que le matériau podzolisé, ferrallites autochtones sur basaltes, non sableuses mais perméables, n'est pas quartzeux. 5. Ces sols constituent le terme extrême d'une série de podzols tropicaux différenciés par la nature de leur horizon lessivé A 2 : podzols quartzeux, podzols quartzeux à gibbsite secondaire et ici, podzols à gibbsite primaire exclusive de quartz et accompagnée d'anatase.

Note reçue le 27 avril 1987.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] R. JAMET, Notice explicative, n° 107, ORSTOM, Paris, 1987, 120 p. et cartes à 1/40 000.
- [2] R. JAMET, *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XXII, n° 3, 1986, p. 285-299, Paris.
- [3] H. KLINGE, *J. Soil Sc.* 16, n° 1, 1965, p. 95-103.
- [4] F. SOUBIES et A. CHAUVEL, *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XXI, n° 4, 1984-1985, p. 237-251, Paris.
- [5] J. F. TURENNE, *Mém. ORSTOM*, Paris, 84, 1977, 173 p.
- [6] R. BOULET, F. X. HUMBEL et Y. LUCAS, *Cah. ORSTOM*, sér. Pédol., XIX, n° 4, 1982, p. 323-339, Paris.
- [7] D. SCHWARTZ, *Thèse de doctorat*, Université de Nancy-I, 1985, 211 p.

R. J. : ORSTOM, Centre de Bondy, 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy;
J. T. : Université d'Orléans, Laboratoire de Géologie de la Matière organique,
B.P. n° 6759, 45067 Orléans Cedex 2.