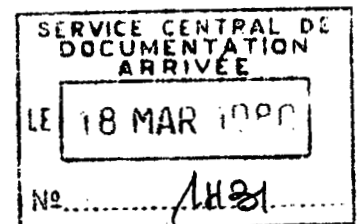

Centre de Papeete.

LES SOLS D'ATOLLS.

Texte rédigé par
R. JAMET⁽¹⁾
d'après les travaux de :
G. TERCINIER⁽²⁾ et M. LATHAM⁽³⁾
pour la
"Conférence Régionale sur la Culture
sur Atolls"
organisée par
la Commission du Pacifique Sud
(14 - 19 Avril 1980).



FEVRIER 1980
N° 1980-3

-
- (1) - Pédologue de l'ORSTOM - Centre ORSTOM de Papeete -
(2) - Pédologue de l'ORSTOM - Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM - PONDICHERY
(3) - Pédologue de l'ORSTOM - Centre ORSTOM de Nouméa.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

■ = 48 ex 1

Cote = B

Date : 3 MARS 1981

PEDOLOGIE D'UN ATOLL

-oo0oo-

Bien que toujours constitués de calcaire corallien, les atolls sont de deux types - les atolls fonctionnels, émergeant à peine de l'océan, où les organismes constructeurs sont actifs, - les atolls surélevés de plusieurs dizaines de mètres parfois, par des mouvements tectoniques. Ces derniers ont pu être contaminés par des produits issus du volcanisme sur lesquels se développent des sols bruns ou rouges peu épais, riches en fer et en alumine. Seuls seront étudiés ici les sols calcaires des atolls fonctionnels.

Dans un atoll, les zones émergées en permanence, les motu, n'occupent qu'une partie plus ou moins importante de l'anneau ; la presque totalité, par exemple, à Takapoto où la largeur du motu atteint de 300 à 400 m.

La répartition des sols des motu peut être schématisée par des coupes transversales, variables d'un atoll à l'autre et dans un même atoll en fonction de l'orientation par rapport aux vents dominants.

Concernant Rangiroa, la coupe ci-jointe montre la localisation des sols utilisables sur la pente douce et le bourrelet, côté lagon.

A Takapoto, sur la coupe schématique de l'atoll apparait, partant de l'océan, après le "beachrock" et la plage large d'une cinquantaine de mètres, dont le sommet encombré de blocs de coraux (rempart), domine l'océan de 5 à 6 mètres, une zone intermédiaire caillouteuse, recouverte d'une végétation pionnière ; puis une zone en légère pente vers le lagon, large de

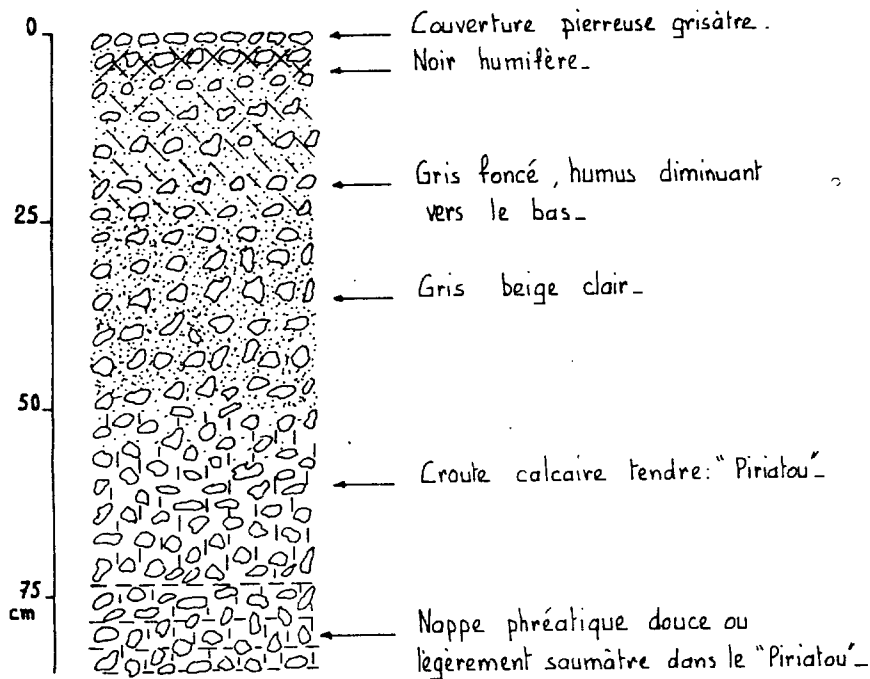
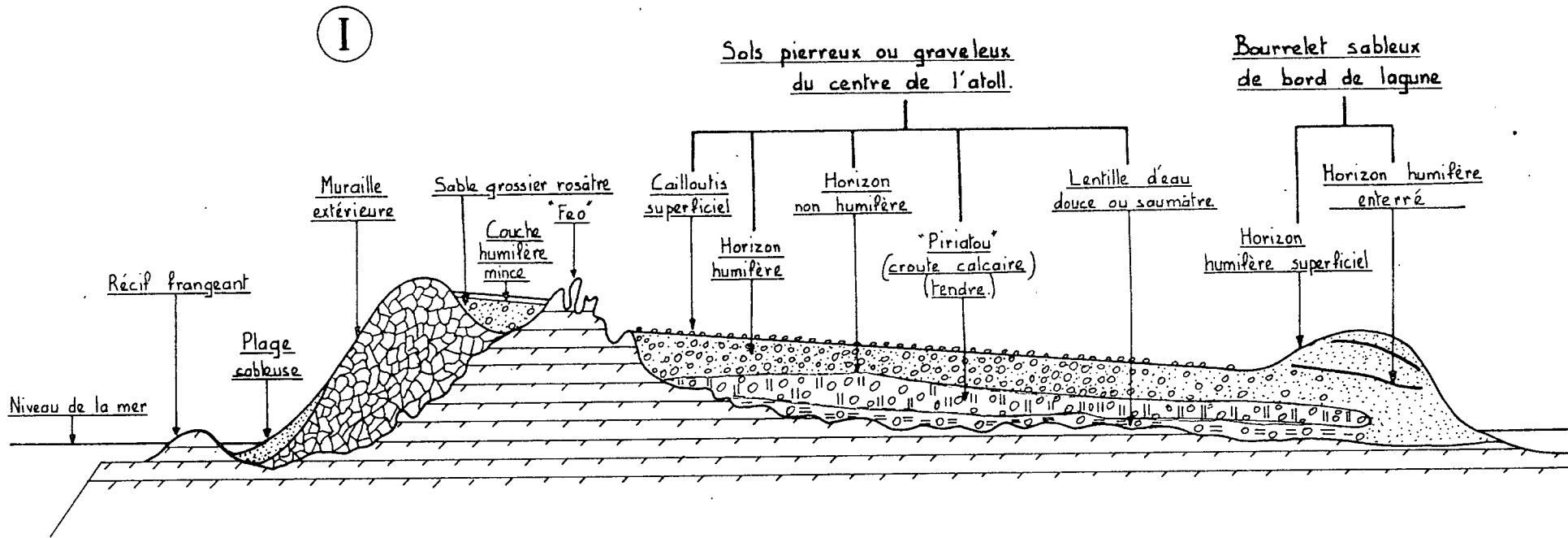
C.R.S.T.O.M.

Fonds Documentaire

N° : 81/80/00048 ./...

Cote : B ex 1

Date : 3 MARS 1981



I Coupe du cordon corallien de l'atoll de RANGIROA.

II Profil d'un sol pierreux du centre de la bande émergée de l'atoll.

par G. TERCINIER.

100 à 200 mètres, domaine de la cocoteraie qui arrive pratiquement au lagon. Mais en fonction de l'orientation apparaissent quelques variations : - dans la partie au vent (côte Est et Nord-Est) apparait, en arriere du rempart, une dépression marécageuse, asséchée une grande partie de l'année, à dalle de faible profondeur ; - dans la partie sous le vent, cette dépression apparait côté lagon. Ici la zone occupée par la cocoteraie est faite d'une succession d'une dizaine de dunes perpendiculaires aux vents, dont la hauteur et l'amplitude sont respectivement de 2 et 5 à 6 mètres.

Tous les sols de l'atoll se développent sur des débris coralliens et coquilliers plus ou moins morcelés et remaniés. Ils sont généralement, et plus ou moins fortement, enrichis par de la matière organique et parfois soumis, dans les dépressions, à l'emprise de l'eau. En profondeur, au-dessus de la nappe phréatique, apparait une croûte ou dalle calcaire.

A côté des sols minéraux bruts ou peu évolués, des sols hydromorphes, éventuellement tourbeux, les sols les plus fréquents, les plus facilement utilisables, généralement recouverts par la cocoteraie, sont les sols calcimagnésiques et plus particulièrement les rendzines (Typic rendoll) caractérisées par un horizon brun noir humifère, épais, auquel succède un autre horizon meuble plus clair puis une croûte calcaire de 10 cm ou plus.

A Rangiroa, la fraction fine ($< 2 \text{ mm}$) entre pour 35 à 45 % dans la constitution d'un tel sol.

Caractéristiques physico-chimiques des sols d'atolls

Les cailloux, graviers, sables calcaires constituent la roche-mère de ces sols. Au cours de la pédogenèse apparaissent des fractions plus fines de la taille des argiles ($< 2 \mu$) et des limons, par corrosion du calcaire par l'humus. De même la solubilisation suivie de réprécipitation dans la zone

de particules de la taille des limons (2-50 μ) ou des sables fins (50-200 μ) qui s'individualisent par grossissement des germes de calcite. Les fractions fines limoneuses et argileuses sont donc exclusivement ou quasi-exclusivement constituées de particules carbonatées (calcite cryptocristalline avec un peu d'aragonite résiduelle des organismes).

Dans les horizons humifères, ces "argiles" dépassent couramment 10 % , de même dans les horizons hydromorphes minéraux; elles peuvent atteindre 20 à 30 % dans les sols à anmoor. Mais dans les autres horizons, ni humifères, ni hydromorphes, elles n'excèdent pas 2 à 3 %. Les teneurs en limons suivent une évolution identique, mais ici, plus que la corrosion par l'humus, ce sont les conditions d'hydromorphie qui paraissent favoriser l'individualisation de particules carbonatées de la taille des limons et sables très fins.

Il apparait ainsi que la matière organique et les alternances de dissolution et de reprécipitation des carbonates sont les deux facteurs principaux d'accroissement de l'état de division des sols coralliens.

Etant donné l'absence de matière colloïdale minérale, la matière organique doit y suppléer et joue donc, dans ces sols, un rôle exceptionnellement important. C'est elle seule qui va fournir le ciment colloïdal, nécessaire entre autres, à la constitution des agrégats, c'est elle également qui va fixer les éléments minéraux échangeables pour ne les libérer qu'au fur et à mesure des besoins, c'est elle aussi qui retient l'humidité dans le sol. En outre, dans ces sols alcalins, son action acidifiante, pouvant aboutir à une baisse de pH de plus d'une unité, contribue à réduire, voire annuler les chloroses ferriques et à faciliter l'assimilabilité du phosphore.

Mais l'humus présent dans ces sols coralliens est varié en quantité mais aussi en qualité. La matière organique peut en effet être quasi-absente ou abondante et se présenter :

- en accumulation superficielle fibreuse et poreuse (assimilable à un humus brut basique).

- intimement mêlée à du calcaire très fin, pouvant alors constituer le mull d'un sol rendziniforme ou l'anmoor d'un sol semi-tourbeux. Il existe même de véritables dépôts tourbeux (Mururoa - Trichet).

Selon sa nature, cette matière organique plus ou moins humifiée a un pouvoir d'adsorption variable auquel est liée la capacité d'échange des sols coralliens. Il semble, d'après Tercinier, qu'il existe trois types distincts de matière organique :

- le premier, à capacité d'échange spécifique très faible <100 mé/100 de matière organique et qui domine dans les sols peu humifères. En valeur absolue, ses teneurs augmenteraient jusque dans les sols contenant 7 à 8 % de matière organique où il représenterait près de la moitié de la matière organique présente.

- le deuxième type, à forte capacité d'échange spécifique (300 mé/100 g), domine dans les horizons franchement humifères. Il s'agirait de matière organique fortement liée à la fraction minérale carbonatée, avec laquelle elle formerait des agrégats grenus stables, caractéristiques des rendzines.

- le troisième type à capacité d'échange médiocre (130/140 mé/100 g) apparait lorsque les teneurs en matière organique excèdent 12 % et, au delà de 20 %, il semble être le seul à se former. Il s'agirait d'une matière organique à évolution ralentie encore qu'à C/N ne dépassant pas 15 en milieu calci-magnésique, et qui s'accumulerait du fait, soit de l'hydromorphisme (tourbe et anmoor), soit de la nature des débris végétaux générateurs d'humus brut basique (fougère calcicole).

Les relations ne sont pas toujours évidentes entre ces capacités organiques d'échange, les taux d'humification et les proportions relatives des diverses formes d'humus stables présents. Néanmoins, d'après la majorité des résultats obtenus, les meilleurs taux d'humification paraissent favoriser le développement des capacités organiques d'échange les plus élevées ; surtout, à ces dernières correspond la présence des plus fortes proportions d'acides humiques gris bien définis. (riches en azote).

Les teneurs en matière organique totale observées dans divers sols de l'atoll de Rangiroa sont les suivantes :

- sols sableux rosâtres en arrière de la muraille (cocotiers souffreteux, peu productifs) : 2,5 % en moyenne de 0 à 15 cm
- Sols pierreux et graveleux du centre de l'atoll (beaux cocotiers) : 9 % sur 10 cm et 5 à 6 % sur 25 cm
- Sols sableux grisâtres en bordure du lagon (beaux cocotiers) : 3,5 % en moyenne de 0 à 15 cm.

Dans un sol calcohydromorphe à anmoor de l'atoll de Mururoa, l'on observe : 35 % de matière organique sur 15 cm et encore 12 % à 40 cm.

Les sols d'atolls fonctionnels se caractérisent, entre autres, par des teneurs extrêmement basses en silice, alumine et fer, teneurs généralement inférieures à 100 p.p.m.

La fraction minérale de ces sols est en effet constituée, quasi-exclusivement, de carbonates : carbonate de calcium pour l'essentiel et de magnésium dont les teneurs varient en relation avec la nature de la roche-mère. Celle-ci est le plus fréquemment constituée d'aragonite (corail rocheux ou pierreux à madréporaires) plus rarement de calcite magnésienne (sables calcitiques à foraminifères qui contiennent du carbonate de magnésium).

fères, celle en magnésie atteignant au maximum 6 à 7 % mais demeurant généralement inférieure à 1 %. L'activité du calcaire faible dans les fractions

fumure minérale paraît susceptible de pouvoir améliorer les rendements.

Pour ce qui concerne le sodium, l'action de l'eau de mer est très réduite quant à l'apport de ces sels solubles. Ces sols ne renferment en effet que de 0,2 à 0,3 % de sodium total exprimé en Na_2O et généralement moins de 0,5 mé/100 g (15 mg) sous forme échangeable, exceptionnellement 2 mé/100 g dans des sols très riches en matière organique.

Sodium et chlorures solubles sont présents en quantités équivalentes dans les sols et les quantités plus importantes dans l'horizon humifère sont dues à la fois aux apports par les débris végétaux et par l'eau de mer.

Le phosphore apparaît à l'état de traces, importantes dans les sables à foraminifères (0,07 %) faibles dans le corail madréporaire (0,03 % en P_2O_5). Cependant il peut, dans certains sols, être abondant en surface. A Rangiroa par exemple, des sols rendziniiformes du centre du motu en renferment 2 % sur les 10 cm supérieurs contre moins de 0,5 % à 40 cm, les autres sols de l'atoll n'en renferment que 0,1 % ou moins en surface.

Cet enrichissement localisé peut être dû à une accumulation relative du phosphore préexistant dans la roche, sous forme de phosphate de calcium ou, plus probablement à une imprégnation de guanos.

Le phosphore assimilable peut être important dans certains horizons humifères : 2.000 p.p.m (2‰) dans les sols riches en P_2O_5 total cités ci-dessus ; soit toutefois seulement 1/10 du P_2O_5 total dont la plus grande partie demeure insoluble.

Ailleurs la teneur en P_2O_5 assimilable avoisine 0,5 ‰ en surface. En profondeur, partout elle tombe autour de 0,05 ‰.

Dans l'ensemble, le phosphore n'est vraisemblablement pas, contrairement à K_2O , un facteur limitant.

.../...

La réaction de ces sols calcaires est assez fortement alcaline en profondeur (pH = 8,4 à 8,7), cette alcalinité se maintenant vers la surface en l'absence de matière organique. Mais de fortes teneurs en matière organique peuvent faire baisser ce pH de 1 unité (pH 7,6 - 7,8) avec les effets bénéfiques observés précédemment. Signalons à cet effet que, pour le cocotier, le pH optimum se situe entre 5,8 et 7,0 avec de larges limites de tolérance allant de 5,0 à 8,0.

Enfin la quantité d'eau de pluie, tombant chaque année sur les atolls, étant relativement modeste avec 1500 mm environ (à Rangiroa et Takapoto) et les précipitations ralenties durant 4 à 5 mois, se pose le problème important de la capacité de rétention pour l'eau des sols coralliens perméables. Elle est relativement faible sauf pour ce qui concerne la macroporosité (eau drainant rapidement) qui, exprimée en volume, avoisine 35 % pour des sols sableux non structurés. D'autre part il est à noter le caractère poreux des tests d'organismes calcaires contribuant à donner aux sols coralliens des capacités utiles de rétention non négligeables. L'humus et le carbonate de calcium fin re-précipité manifestent aussi une grande avidité pour l'eau.

Dans l'ensemble le pédo-climat est varié selon la nature des sols : les sols dallés à faible profondeur se desséchant très vite, alors que les profils graveleux et fortement humifères en surface conservent mieux l'eau. L'humidité du sol constitue donc un problème important pour certains sols et particulièrement durant la saison la plus sèche.

Conclusion

La plupart des caractéristiques physico-chimiques des sols des atolls se conjuguent pour faire en sorte que la végétation y soit marquée par un double caractère de pauvreté et de spécificité. C'est ainsi que les carences intrinsèques en fer et manganèse pouvant être exacerbées par la réaction alcaline du milieu, conduisent à de fréquentes chloroses ; de même, le phosphore est en grande partie insolubilisé sous forme de phosphate de calcium ;

.../...

strontium excepté, ces sols sont également déficients en la plupart des éléments-traces indispensables à la vie végétative et d'autant plus que le milieu basique en rend également l'assimilabilité plus difficile.

Cependant, la matière organique, si toutefois elle est présente en quantités suffisantes, peut, par son action acidifiante, réduire les effets nocifs inhérents au milieu alcalin. A cette première action, s'ajoute celle liée à la nature colloïdale de l'humus qui supplée partiellement à l'absence de matière colloïdale minérale ; grâce à son pouvoir de fixation et d'échange, elle fait de l'horizon humifère, par l'intermédiaire du cycle biologique essentiellement, le lieu de concentration des éléments nutritifs, potasse et phosphore en particulier, en même temps que celui où la rétention de l'humidité est des plus fortes.

Texte rédigé d'après les travaux suivants :

- TERCINIER G, 1956 - Contribution à l'étude des sols coralliens des atolls (les sols de Rangiroa - Tuamotu).
Sixième Congrès International de la Science du sol - Paris.
- TERCINIER G, 1969 - Note de synthèse sur les sols du Motu Faucon (étude pédologique d'une portion représentative de l'atoll de Mururoa), ^{Tuamotu}
Cahiers du Pacifique n° 13.
- TERCINIER G, 1972 - Les sols bauxitiques de karst des atolls surélevés du Pacifique.
Contribution à l'étude du phénomène de bauxitisation et d'allitisation.
Science du sol n° 1.
- TERCINIER G - Comparaison entre plusieurs méthodes d'appréciation de l'état de division des sols.
Application à ceux formés sur calcaire corallien en Océanie.
Non publié - Communication personnelle.
- LATHAM M, 1974 - L'atoll de Takapoto ^{Tuamotu} (étude écologique).
Programme MAB : écologie et utilisation rationnelle des écosystèmes insulaires.

RESUME

Seules sont étudiées ici; les caractéristiques des sols des atolls fonctionnels, à l'exclusion de celles des atolls surélevés.

Parmi les sols, assez diversifiés mais généralement peu évolués, se développant sur les formations calcaires de l'atoll, seuls certains, parmi les plus riches en matière organique, sont susceptibles de pouvoir être utilisés à des fins agricoles ; ce sont, pour l'essentiel, des sols rendzini-formes présentant généralement un encroûtement de profondeur.

Sur le plan textural, ce sont des sols pierreux, graveleux ou sableux, tous matériaux constitués presque exclusivement de carbonate de calcium et, à un moindre degré, de carbonate de magnésium. La pédogenèse s'y manifeste essentiellement par l'action corrosive de la matière organique vis-à-vis du calcaire, la solubilisation de celui-ci, suivie de reprecipitation, dans la zone de battement de la nappe, certaines transformations minéralogiques. Il en résulte un accroissement des particules fines, la formation de croûtes ou dalles calcaires.

L'activité du calcaire est en relation avec son état de division, le calcaire finement divisé ou actif apparaissant en quantités variables, élevées dans les horizons hydromorphes et humifères.

De par leur nature, ces sols sont très pauvres en silice, alumine, fer, éléments-traces dont les déficiences, des deux derniers en particulier, provoquent chez les plantes des maladies de carence.

Les formes, qualités et quantités de matière organique sont variables les teneurs pouvant en être élevées, les rapports C/N demeurant relativement bas. Seule matière colloïdale présente dans le sol, l'humus y joue

un rôle primordial vis-à-vis de ses propriétés physico-chimiques, de ses capacités de rétention pour l'eau.

Les réserves potassiques de ces sols sont extrêmement réduites ; et bien que l'on puisse en noter une certaine concentration dans les horizons fortement humifères, d'une façon générale, les déficiences en cet élément sont fréquentes.

Le phosphore n'apparaît qu'à l'état de traces dans la roche calcaire, mais les horizons humifères peuvent en être fortement enrichis, sous l'effet, sans doute, d'apport de guanos.