

les Cahiers de la Recherche agronomique, n° 25,  
1967 : Congrès de pédologie méditerranéenne  
1966. Madrid. Excursion au Maroc - T. II, 4<sup>em</sup>  
partie : les profils de sols, chap. IV, pp. 209-226.

---

## CHAPITRE IV

### PROFILS DE SOLS PRESENTES EN MAMORA

B. LEPOUTRE

#### I. Localisation des profils

Les deux profils présentés sont situés en bordure de la route B-29 qui relie Kenitra à Sidi Allal el Bahraoui, à 16,8 km de Kenitra. L'altitude est de 145 m et les coordonnées sont les suivantes : 390 x 392.

Nous nous trouvons ici à 17 km à vol d'oiseau de l'océan Atlantique, c'est-à-dire que nous sommes à la limite des étages bioclimatiques subhumide et semi-aride définis par L. EMBERGER, avec des conditions climatiques proches de celles de Kenitra (voir Deuxième Partie, Chapitre VII).

Les profils sont situés en crête d'une dune calcaire consolidée moghrébienne qui a été entaillée pour la construction de la route. Cette dune est l'une de celles qui se sont formées au cours des pulsations de la mer calabrienne pendant sa régression. Elle constitue l'une des rides du deuxième compartiment du-

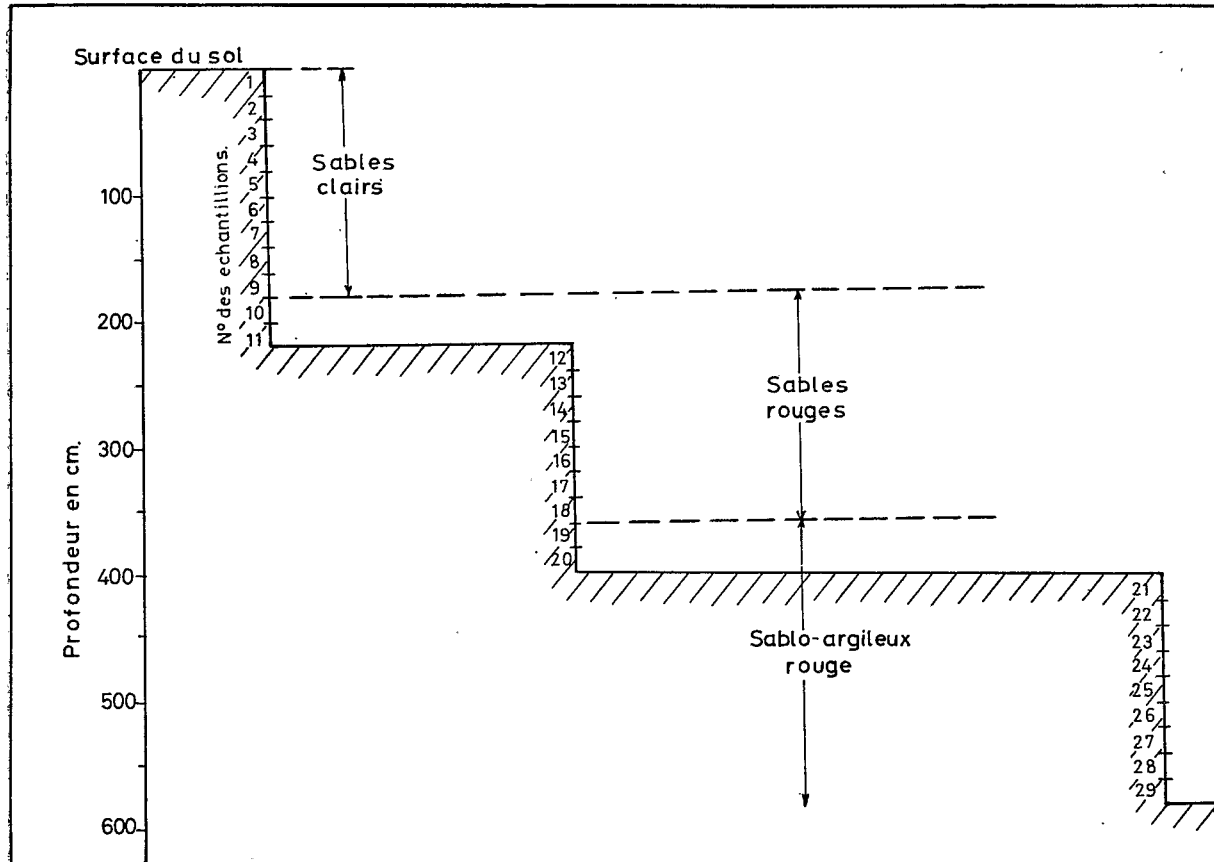
C. R. S. I. O. M.

27 JAN. 1970

Collection de Référence

n° 13701

FIGURE 1  
Profil n° 20 - Mamora



Coupe de la tranchée à la hauteur du profil 20 — Localisation des échantillons.

naire occidental, ride qui sépare la vallée de l'oued Fouarat, à l'W, de celle de l'oued Fouï, à l'E. La station d'étude est l'un des points les plus hauts du relief de ce compartiment et son intérêt réside dans la coupe des dépôts successifs quaternaires sur l'ossature calcaire de la dune ancienne et sur le flanc de cette dernière.

Les deux profils sont situés sous un boisement d'*Eucalyptus Camaldulensis*, qui a remplacé une futaie très claire de Chênes-lièges.

## II. Description des profils

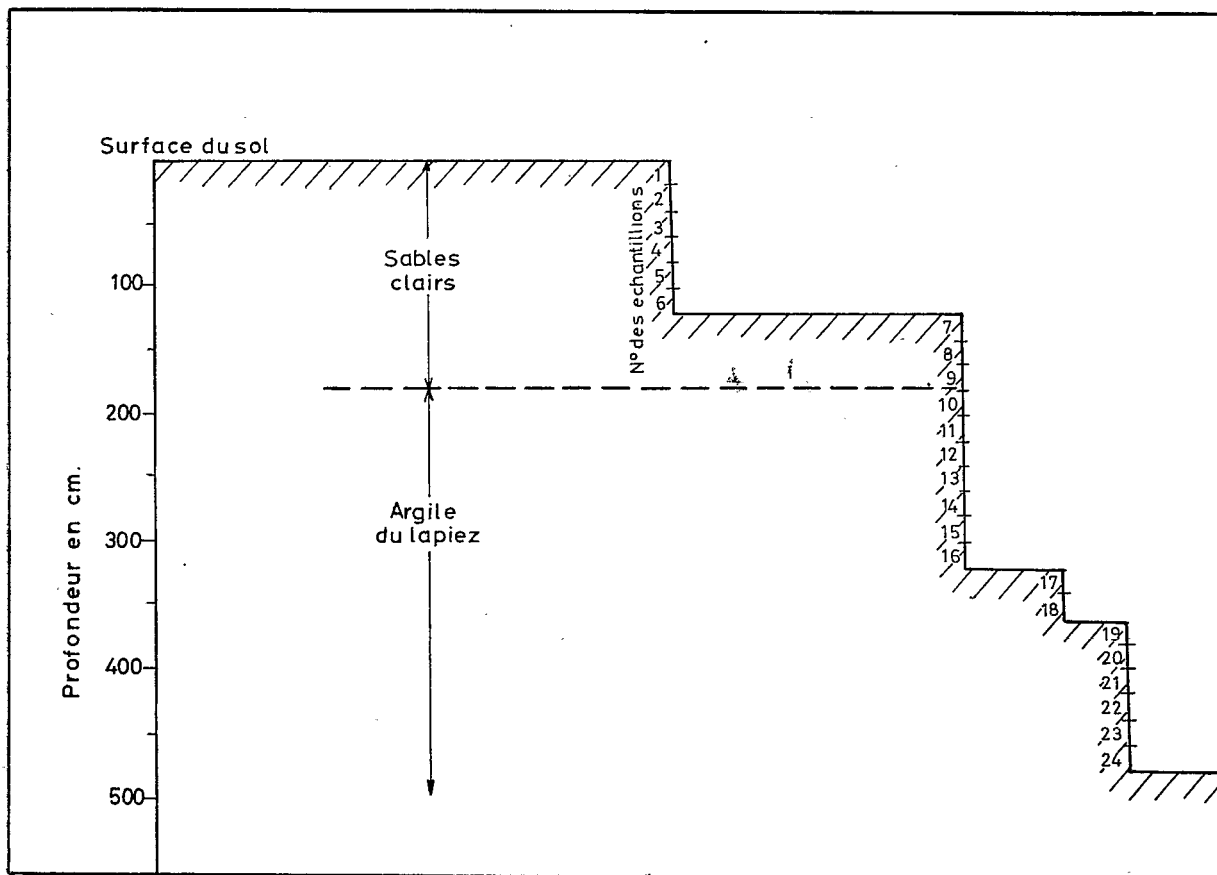
### A. Profil 20

Sol lessivé modal sur sable peu argileux acide, reposant sur une argile sableuse marmorisée: Entisol; Psamment; Quartzipsamment.

- 0-40 cm : Sable humifère; rouge jaunâtre (5 YR 5/6); très faible tendance à une structuration grumeleuse; cohésion nulle. Nombreuses racines traçantes.
- 40-80 cm : Sableux, à peine humifère; rouge jaunâtre à l'état sec, plus rougeâtre à l'état humide (5 YR 5/6); particulaire; légère cohésion, surtout entre 40 et 50 cm. Nombreuses racines.
- 80-140 cm : Sableux; jaune rougeâtre (5 YR 6/6); particulaire; cohésion nulle.
- 140-160 cm : Sableux; coloration nettement plus claire (5 YR 5/6); le sable est décoloré localement.
- 160-180 cm : Sableux très clair (5 YR 6/6) avec des lames indurées plus argileuses, plus rouges (5 YR 5/6), en disposition subhorizontale.
- 180-280 cm : Sableux particulaire, presque uniformément rougeâtre (2,5 YR 5/6) avec quelques plages décolorées très rares; cohésion nettement plus forte que pour les horizons supérieurs (cet horizon marque le haut de la première « marche » dans le talus routier). Dans sa partie supérieure, il y a davantage de racines qu'entre 80 et 180 cm.
- 280-295 cm : La décoloration du sable s'est accentuée et la dominance des plages disparaît progressivement: la coloration apparaît comme une marbrure rouge (2,5 YR 5/6) et brune légèrement rougeâtre (2,5 YR 6/4). Les zones rouges sont plus argileuses ou plus riches en fer, ce qui leur donne une cohésion plus forte, mais elles sont en disposition apparemment anarchique.
- 295-320 cm : La décoloration du sable est plus poussée (2,5 YR 6/2 à 6/4) et les zones argileuses rouges ont disparu pour faire place à des lames indurées rouges (2,5 YR 4/6) plus ou moins horizontales ou en disposition continue. La continuité de ces

FIGURE 2

Profil n° 21 - Mamora



Coupe de la tranchée à la hauteur du profil 21 — Localisation des échantillons.

lames (on a pu en compter quatre) paraît plus régulière dans la partie basse de l'horizon.

- 320-360 cm : Les marbrures rouges (2,5 YR 5/6) réapparaissent dans un sable clair rouge jaunâtre (5 YR 5/6). L'horizon est toujours sableux. Puis la dominance des zones rouges s'accroît, tandis que la densité des racines augmente à nouveau.
- 360-580 cm : Formation sablo-argileuse rouge; vers la surface, la structure est polyédrique massive, argileuse, avec des « clay-skins » sur les faces interstructurales, ou avec des dépôts argileux plus importants et plus ocres dans des poches interstructurales; plus en profondeur, il semble que la structure devienne encore plus massive et que les clay-skins soient plus rares. Cette masse sablo-argileuse est pénétrée par les racines d'Eucalyptus et, latéralement, au niveau de ces racines, on constate des phénomènes de micropodzolisation parfaitement visibles à la couleur plus ocre de la masse argileuse.

#### B. Profil 21 (PLANCHE VI, p. 244)

Sol lessivé modal sur sable peu argileux acide, reposant sur une argile de décalcarisation de grès dunaire: Entisol; Psamment; Quartzipsamment.

- 0-40 cm : Sableux; humifère; légèrement rouge jaunâtre (5 YR 5/6); très faible tendance à former des agrégats. Nombreuses racines traçantes.
- 40-60 cm : Sableux; jaune rougeâtre (5 YR 6/6); particulière; allant en s'éclaircissant.
- 60-120 cm : Masse sableuse claire, à taches rougeâtres discontinues; brun légèrement rougeâtre à rose (5 YR 6/4 à 5 YR 7/4).
- 120-160 cm : Sableux; très clair avec présence de lames indurées en dents de scies, plus ou moins continues et horizontales, limono-argileuses et plus foncées (5 YR 7/4 à 5 YR 6/4). La matrice sableuse est particulière.
- 160-180 cm : Sableux, légèrement argileux, jaune rougeâtre (5 YR 6/6), sans structure bien définie ou particulière.
- 180-200 cm : Argileux à argilo-sableux; rouge jaunâtre (5 YR 5/8); polyédrique grossier et anguleux avec présence de « clay-skins » interstructurales. Nombreuses racines.
- 200-250 cm : Argilo-sableux, rouge jaunâtre à jaune rougeâtre (5 YR 4/8); structure prismatique très bien développée à sous-éléments structuraux polyédriques à cubiques grossiers; nombreuses « clay-skins » interstructurales. Les racines descendent facilement au travers de l'horizon.
- 250-320 cm : Même horizon que précédemment, mais la structure est à tendance prismatique moins bien développée, à sous-éléments structuraux polyédriques grossiers; nombreuses « clay-skins » sur les faces structurales et de couleur beaucoup plus jaunâtre (5 YR 4/8).
- 320-480 cm : Masse argileuse humide rouge jaunâtre (5 YR 4/8) contenant des nodules calcaires creux et roses (5 YR 8/4).
- 480 cm : Dune calcaire plus ou moins altérée.

### III. Interprétation

Cette interprétation doit se faire sur les deux profils simultanément et il est nécessaire de souligner que la chronologie des dépôts quaternaires n'étant pas encore complètement précisée cette interprétation en est réduite aux hypothèses.

#### A. Essais de chronologie des dépôts et des pédogénèses

L'épandage villafranchien continental ancien dû aux premiers soubresauts du Maroc central, réalise une première surface quaternaire au moment de la transgression moghrébienne. Cette dernière met en place un système de dunes (dont celle du profil 21). Le passage entre le faciès marin et le faciès continental est mal défini.

Il est cependant remarquable de constater, en permanence, sur les reliefs dunaires de Mamora, des argiles uniformément rouges, en tous cas peu marmorisées, reposant sur les calcaires et surmontées régulièrement par des sables rubéfiés.

Cette observation nous oblige à établir une certaine liaison entre le calcaire dunaire et les formations rubéfiées. Nous rejoignons donc l'hypothèse de certains géographes qui supposent une altération sur place de ces divers dépôts, altération de type tropical qui aurait abouti à la formation de sols rouges profonds. On notera ici que les sables dunaires ne sont pas ou peu éolisés, mais au contraire, très anguleux, ce qui implique des transports fluviaux à peu de distance ou très lents.

On peut alors imaginer que les matériaux sablo-argileux provenant de cette altération en place ont subi ensuite les effets des différents pluviaux et interpluviaux quaternaires, mais on est obligé d'envisager des épaisseurs de sol très puissantes à l'origine, pour concevoir « l'immunité de cette formation meuble face à l'érosion tout le long du quaternaire post-villafranchien » (LE COZ, 1964).

En fait, cette immunité n'est qu'apparente, car les sables rouges qui dateraient de la fin du Villafranchien ont disparu sur de grandes surfaces et on n'en trouve plus en Mamora centrale et orientale. Dans la moitié N du canton forestier central, ils constituent des terrasses le long de certains oueds, ce qui prouverait leur transport. A l'emplacement du profil 21,

on constatera leur disparition de la crête dunaire proprement dite, alors qu'ils prennent une importance plus grande sur la pente (voir profil 20 de 180 à 340 cm).

Il reste à expliquer pourquoi les couvertures sableuses sont restées toujours plus importantes sur les reliefs dunaires occidentaux. On pourrait en trouver l'explication dans les mouvements tectoniques du Régréguien dont les influences ont sans doute été plus importantes dans la partie la plus orientale de la Mamora, accentuant les reliefs et donc aussi l'érosion. Il est un fait que les revêtements sableux de Mamora orientale sont toujours très réduits sur les reliefs.

Enfin, en ce qui concerne la couverture sableuse superficielle de sables plus clairs (voir profil 20 de 0 à 180 cm et profil 21 de 0 à 180 cm), on peut envisager sa formation en place par le lessivage de la masse sableuse, ou au contraire la considérer comme le résultat d'un remaniement et d'un transport de la partie supérieure des dépôts sableux.

A l'appui de la première hypothèse, on peut mentionner les horizons un peu plus argileux de 160 à 240 cm dans le profil 20 et les lames indurées entre 160 et 180 cm dans le même profil. Il s'agirait là, dans ce cas, d'une zone d'accumulation, et les variations des rapports des sables grossiers aux sables fins dans le profil 20 ne paraissent pas infirmer l'hypothèse. Les deux niveaux argileux du profil 20 (à 160 et à 340 cm) qui sont marqués par des marches du talus routier seraient donc des niveaux d'accumulation ; les séries de lames indurées disposées dans les sables entre 160 et 180 cm d'une part et entre 300 et 330 cm d'autre part, pourraient dans ces conditions indiquer la fin et la diminution du rythme des précipitations, suivies peut-être d'une période de dessiccation pectisante, tandis que la décoloration des sables au-dessus des horizons d'accumulation serait le résultat d'un lessivage latéral.

### *B. Les problèmes qui restent posés*

Les hypothèses précédentes ne résolvent pas tous les problèmes posés par les deux profils présentés.

En ce qui concerne la position relative de la dune moghrébienne par rapport aux dépôts villafranchiens, nous n'avons aucune preuve véritable. On pourrait en plus de la première inter-

prétation, supposer un ennoïement du système dunaire par les dépôts continentaux. Même dans ce cas, il paraît impossible de supposer un dépôt qui soit venu s'appliquer sur un relief aussi élevé. Il faudrait limiter son étendue aux fonds interdunaires ou inter-rides. Pourtant, les natures des argiles de profondeur du profil 20 (340 à 580 cm) sont très nettement différentes de celles du profil 21 (180 à 400 cm), kaolinitiques, dans le premier cas et montmorillonitiques dans le second (voir TABLEAU VII). Il est donc difficile d'imaginer que ces deux argiles puissent provenir du même matériau par les mêmes processus de décalcification à moins que, dans le profil 21, les conditions particulières d'engorgement du lapiès n'aient facilité la genèse de Montmorillonite.

L'analyse qualitative des sables lourds (voir TABLEAU VIII) tend à confirmer cette dernière hypothèse, puisque les minéraux trouvés ne permettent pas de différencier les deux types d'argile, et, au contraire, confirment une même origine (schistes cristallins).

Par ailleurs, en ce qui concerne la superposition des sables, dans le profil 20, les horizons plus rouges qui surmontent les horizons argileux (340-360 cm), englobent de véritables masses plus argileuses. Ces masses semblent donc avoir été charriées en milieu très humide et, dans ces conditions, il faudrait penser que les sables sont déjà à ce niveau, complètement indépendants des horizons argileux profonds. On doit alors les considérer comme le produit d'un remaniement puissant qui n'aurait laissé en place que les argiles profondes d'un ancien sol.

Enfin, on peut aussi considérer les sables superficiels des deux profils comme indépendants des sables sous-jacents plus rouges, puisque ces derniers n'existent pas sur le sommet de la dune calcaire.

On remarquera que l'homogénéité texturale des dépôts sableux ne permet pas d'adopter une hypothèse plutôt qu'une autre, car, même dans le cas de remaniements successifs, il est bien évident que les dépôts plus récents trouvent leur origine dans ceux qui les ont précédés, c'est-à-dire toujours les mêmes sables.

Cette origine paraît justifiée puisque l'association et le faciès des minéraux lourds des sables sont identiques dans tout le profil et semblables à celle des argiles.



### C. Caractères pédologiques principaux

Parmi les caractères pédologiques, il faut attirer l'attention plus particulièrement sur les points suivants :

1. L'uniformité des textures sableuses dans les sables clairs et les sables rubéfiés du profil 20. Cette texture est soulignée par les taux d'agrégation donnés dans le tableau III.

2. Le « lessivage » des sables et leur éclaircissement dans les horizons qui reposent sur des horizons plus argileux. Cet éclaircissement est typique dans tous les sols de Mamora ; il traduit l'engorgement temporaire et le lessivage latéral, même si l'élévation du taux d'argile dans les horizons sous-jacents est faible (voir en particulier entre 140 et 180 cm dans le profil 20).

3. L'induration de lames plus argileuses dans les sables (voir dans le profil 20, de 160 à 180 cm et de 300 à 340 cm et dans le profil 21 de 120 à 160 cm). Cette induration fait penser à certains caractères de la podzolisation.

4. L'enrichissement en éléments fins de la partie supérieure des deux niveaux argileux profonds dans les deux profils.

5. La micropodzolisation au niveau des racines dans l'argile (voir profil 20 - Echantillon 19 bis entre 360 et 380 cm).

6. Les clay-skins développés dans les argiles profondes (profil 20 de 340 à 580 cm et profil 21 de 180 à 480 cm).

7. La faible capacité d'échange des argiles profondes du profil 20 (Kaolinite) comparativement à celle plus élevée des argiles de décalcarisation du profil 21 (Montmorillonite). On notera aussi les propriétés physiques différentes (voir tableaux III à VI). En ce qui concerne plus particulièrement les argiles dans le lapiès du profil 21, on notera qu'elles sont du type Montmorillonite sur toute la profondeur et que leur taux de saturation croît jusqu'à 240 cm.

8. La correspondance des taux d'azote et d'argile dans les deux profils. Cette correspondance, qui apparaît à un degré moindre pour la matière organique, s'explique par une concentration de la vie microbienne et du développement racinaire à la surface des formations argileuses ou plus argileuses, dont le régime hydrique annuel est meilleur comparativement aux horizons sableux.

9. Sur le plan du développement de la végétation, on notera la puissance d'enracinement ainsi que la réussite du boisement d'Eucalyptus au-dessus des profils, et la réussite des jeunes plantations de Pins maritimes du côté W de la route. On peut affirmer, au vu des photos aériennes anciennes, que la subéraie était dans un état très clair planté, ou inexistante aux mêmes emplacements.

### RESULTATS D'ANALYSES

#### *Légende des tableaux*

Ech. n°	: numéro de l'échantillon
Couleurs	: Code Munsell (échantillons séchés à l'air)
T.F.	: Terre fine inférieure à 2 mm
A	: Argile (< 0,002 mm)
L	: Limons (0,002 à 0,02 mm)
STF	: Sables très fins (0,02 à 0,05 mm)
SF 1	: Sables fins (0,05 à 0,1 mm)
SF 2	: Sables fins (0,1 à 0,2 mm)
SG 1	: Sables grossiers (0,2 à 0,5 mm)
SG 2	: Sables grossiers (0,5 à 2 mm)
SL	: Sables lourds
M.O.	: matière organique
C	: carbone organique
N	: azote
pH eau	: pH dans eau distillée (rapport terre/eau: 1/2,5)
pH KCl	: pH dans une solution normale de chlorure de potassium (rapport terre/solution: 1/2,5)
pH sat.	: pH dans la pâte saturée avec de l'eau distillée
T	: Capacité d'échange
S	: Somme des cations échangeables
L.P.	: Limite inférieure de plasticité
Ad.	: Limite d'adhésivité
S.P.	: Limite supérieure de plasticité
S.F.	: Limite supérieure de fluidité
Agrég.	: Agrégats de taille supérieure à 0,2 cm (méthode de G. BRYSSINE) *
Gt	: Grosseur moyenne de l'ensemble des fractions de tamisage à sec (méthode G. BRYSSINE) *
Gm	: Grosseur moyenne des mottes de taille supérieure à 0,2 cm après tamisage à sec (méthode G. BRYSSINE) *
Ga	: Grosseur moyenne des agrégats après tamisage à l'eau, déduction faite des sables grossiers (méthode G. BRYSSINE) *.

*Tous les résultats sont donnés par rapport à la terre fine, sauf indication contraire.*

\* BRYSSINE G., (1953) « Notion de pédologie appliquée: t. 4: méthodes d'analyses ». En collab. avec M<sup>me</sup> JULIA et Mlle THOMANN, S.R.A.E.A., Rabat, 113 p.

TABLEAU I

## Mamora - Profil 20 - Résultats d'analyses

Horizons	Ech. n°	Profondeur cm	Couleur (Munsell)	T.F. %	Granulométrie %								S.L. mg pour 3 g	CO <sub>2</sub> Ca %
					A	L	STF	SF1	SF2	SG1	SG2	SF/SG		
Sable clair	1	0-20	5 YR 5/6	100	2,6	2,1	1,3	18,5	56,4	18,2	0,5	4,10		0,0
	2	20-40	5 YR 5/6	100	0,4	3,5	0,8	11,4	54,8	25,8	0,9	2,50	26	0,0
	3	40-60	5 YR 5/6	100	1,5	3,4	0,3	12,8	55,1	23,3	0,8	2,70	26	0,0
	4	60-80	5 YR 5/6	100	1,0	3,7	0,4	14,4	51,2	26,8	0,9	2,32	32	0,0
	5	80-100	5 YR 6/6	100	0,4	3,9	0,1	15,3	51,9	25,7	0,8	2,52	26	0,0
	6	100-120	5 YR 6/6	100	0,0	2,2	0,6	9,2	57,6	27,0	0,9	2,71	23	0,0
	7	120-140	5 YR 6/3	100	0,0	3,2	1,0	8,7	54,4	29,9	0,9	2,04	19	0,0
	8	140-160	5 YR 6/6	100	1,5	3,2	1,3	10,1	50,5	28,1	1,2	2,03	13	0,0
	9	160-180	5 YR 6/6	100	3,5	0,9	2,6	10,0	49,4	26,7	0,8	2,25	35	0,0
Sable rouge	10	180-200	2,5 YR 5/6	100	4,6	3,4	3,8	11,3	51,4	22,3	0,7	2,89	23	0,0
	11	200-220	2,5 YR 5/6	100	3,1	3,3	2,0	9,8	53,3	24,5	0,7	2,59	27	0,0
	12	220-240	2,5 YR 5/6	100	3,1	2,2	2,3	10,4	55,0	23,6	0,5	2,80	31	0,0
	13	240-260	2,5 YR 5/6	100	1,0	3,9	0,6	8,1	55,1	28,3	0,7	2,28	24	0,0
	14	260-280	2,5 YR 5/6	100	0,4	3,9	1,7	6,7	51,0	34,9	0,6	1,69	19	0,0
	15	280-300	2,5 YR	100	0,0	3,8	0,6	8,6	58,2	25,5	0,7	2,57	23	0,0
	16	300-320	2,5 YR 6/2	100	1,0	3,3	0,8	8,8	56,6	26,2	0,7	2,46	32	0,0
	17	320-340	5 YR 5/6	100	3,5	3,4	1,6	9,4	56,8	22,7	0,6	2,91	25	0,0
	18	340-360	5 YR 5/6	100	16,1	2,8	2,0	7,6	48,9	19,0	0,4	2,91	41	0,0
	19	360-380	2,5 YR 5/6	100	19,9	1,7	1,0	7,6	44,6	21,2	0,5	2,45	24	0,0
19 bis	360-380	2,5 YR 5/6	100	19,8	3,9	1,9	7,4	44,9	18,8	0,5	2,80	36	0,0	
Argile	20	380-400	2,5 YR 5/6	100	21,0	2,6	2,0	5,8	45,1	20,5	0,3	2,54	21	0,0
	21	400-420	2,5 YR 4/8	100	17,7	2,3	1,2	5,8	46,6	23,2	0,6	2,24	20	0,0
	22	420-440	2,5 YR 4/8	100	14,4	3,3	2,3	6,7	46,4	22,6	0,5	2,40	22	0,0
	23	440-460	2,5 YR 4/8	100	15,0	2,3	1,4	5,0	41,3	31,7	0,9	1,46	30	0,0
	24	460-480	2,5 YR 4/8	100	11,2	3,8	0,2	7,0	54,6	18,4	0,1	3,34	31	0,0
	25	480-500	2,5 YR 4/8	100	12,3	2,9	1,2	6,5	54,5	18,7	0,4	3,26	36	0,0
	26	500-520	2,5 YR 4/8	100	12,3	4,2	1,0	4,6	50,8	23,9	0,3	2,32	27	0,0
	27	520-540	2,5 YR 4/8	100	20,4	2,7	0,2	6,3	55,0	13,1	0,2	4,61	28	0,0
	28	540-560	2,5 YR 4/8	100	17,1	2,8	0,3	5,6	54,4	17,8	0,3	3,33	28	0,0
	29	560-580	2,5 YR 4/8	100	16,1	3,3	0,2	6,7	57,3	15,0	0,2	4,24	33	0,0

TABLEAU II

## Mamora - Profil 20 - Résultats d'analyses

Horizon	Ech. n°	Profondeur cm	Matière organique				pH			Complexe adsorbant méq/100 g						
			M.O. %	C %	N mg/100 g	C/N	Eau	KCl	Sat	T	Ca	Mg	Na	K	S	S/T %
Sable clair	1	0-20	0,28	0,16	18,2	8,8	5,9	4,7	5,5	1,1	0,42	0,08	0,12	0,10	0,72	65,4
	2	20-40	0,31	0,18	18,2	9,9	5,9	4,6	5,4	0,2	0,34	0,08	0,16	0,09	0,67	55,8
	3	40-60	0,09	0,05	11,2	4,5	5,9	4,5	5,4	0,9	0,24	0,01	0,13	0,05	0,43	47,7
	4	60-80	0,03	0,02	9,8	2,0	5,7	4,5	5,4	0,7	0,18	0,02	0,12	0,05	0,37	52,8
	5	80-100	0,0	0,0	5,6	—	5,8	4,5	5,4	0,6	0,15	0	0,11	0,05	0,31	51,6
	6	100-120	0,0	0,0	4,9	—	5,9	4,6	5,5	0,5	0,18	0	0,08	0,04	0,30	60,0
	7	120-140	0,0	0,0	2,8	—	6,0	4,7	5,6	0,5	0,25	0,02	0,08	0,04	0,39	78,0
	8	140-160	0,0	0,0	5,6	—	6,0	4,8	5,7	1,3	0,56	0,23	0,15	0,06	1,00	76,9
	9	160-180	0,03	0,02	7,0	—	6,1	4,7	5,7	1,3	0,70	0,20	0,13	0,07	1,10	84,6
Sable rouge	10	180-200	0,0	0,0	6,3	—	6,2	5,2	5,8	1,6	0,86	0,22	0,15	0,09	1,32	82,5
	11	200-220	0,0	0,0	3,5	—	6,7	5,7	6,4	1,3	0,80	0,16	0,14	0,07	1,17	79,1
	12	220-240	0,0	0,0	3,5	—	6,6	5,9	6,6	1,0	0,62	0,08	0,12	0,05	0,87	87,0
	13	240-260	0,0	0,0	3,5	—	6,5	5,6	6,2	0,9	0,50	0,10	0,12	0,04	0,76	80,4
	14	160-280	0,0	0,0	3,5	—	6,2	5,2	5,9	0,8	0,36	0,08	0,12	0,03	0,59	73,7
	15	280-300	0,0	0,0	2,8	—	6,3	5,6	5,8	0,7	0,32	0,03	0,12	0,03	0,50	71,4
	16	300-320	0,0	0,0	6,3	—	6,2	5,8	5,8	0,8	0,42	0,02	0,15	0,03	0,62	77,5
	17	320-340	0,0	0,0	3,5	—	6,1	5,3	5,6	1,4	0,60	0,16	0,19	0,04	0,99	70,7
	18	340-360	0,09	0,05	13,3	3,8	5,5	4,3	5,4	5,6	1,58	1,10	0,21	0,08	2,97	53,0
	19	360-380	0,05	0,03	12,6	2,4	5,5	4,8	5,4	4,5	2,41	1,30	0,30	0,09	4,10	91,1
19 bis	360-380	0,09	0,05	13,3	3,8	5,4	4,3	5,6	6,2	2,50	1,67	0,28	0,07	4,52	72,9	
Argile	20	380-400	0,0	0,0	14,0	—	5,4	4,5	5,6	6,2	2,52	1,67	0,28	0,07	4,54	73,2
	21	400-420	0,0	0,0	10,5	—	6,0	4,9	5,6	5,1	2,60	1,26	0,28	0,06	4,20	82,3
	22	420-440	0,0	0,0	11,9	—	6,0	4,9	5,4	5,4	2,36	1,36	0,30	0,05	4,03	74,6
	23	440-460	0,0	0,0	9,8	—	7,7	7,2	7,6	4,6	2,76	1,22	0,27	0,05	4,30	93,5
	24	460-480	0,0	0,0	8,4	—	6,1	4,9	5,6	4,5	2,05	1,16	0,28	0,06	3,55	78,8
	25	480-500	0,0	0,0	10,5	—	6,1	4,9	5,7	4,8	2,10	1,13	0,25	0,05	3,53	73,5
	26	500-520	0,0	0,0	9,8	—	6,2	4,8	5,8	4,5	1,88	1,28	0,27	0,05	3,48	77,3
	27	520-540	0,0	0,0	9,8	—	6,5	4,5	5,5	6,7	2,46	1,79	0,37	0,06	4,68	69,8
	28	540-560	0,0	0,0	9,8	—	6,7	5,3	5,5	6,8	2,66	1,37	0,33	0,06	4,42	65,0
	29	560-580	0,0	0,0	9,8	—	6,2	5,2	5,7	5,2	2,20	1,47	0,32	0,06	4,05	77,8

TABLEAU III

## Mamora - Profil 20 - Résultats d'analyses

Horizons	Ech. n°	Profondeur cm	Densité apparente des mottes sèches	Densité réelle	Limites mécaniques % d'eau en poids				Propriétés hydriques % d'eau en poids	
					L.P.	Ad.	S.P.	S.F.	1/3 atm.	15 atm.
Sable rouge	10	180-200		2,716		15,5		27,8	5,02	2,4
	19	360-380		2,744		19,4		39,3	10,6	6,9
Argile	19 bis	360-380	1,784	2,756		20,7		45,4	13,4	9,3
	23	440-460	1,832	2,719		19,1		39,9	9,8	6,7
	29	560-580	1,809	2,716		20,7		38,1	5,8	3,4

Ech. n°	Profondeur cm	Tamisage à sec								Agrég. %	Gt cm	Gm cm	Tamisage à l'eau Ga mm
		> 3 cm %	3-2 cm %	2-1 cm %	1-0,5 cm %	0,5-0,2 cm %	0,2-0,1 cm %	< 0,1 cm %					
10	180-200	0	0	0	0	2,8	2,8	94,1	2,8	0,061	0,350	0,648	
19	360-380	0	0	2,4	12,4	12,4	7,4	65,0	27,2	0,216	0,633	0,711	
19 bis	360-380	0	5,0	10,0	17,4	20,0	10,0	37,4	52,4	0,509	0,907	0,672	
23	440-460	0	15,0	22,4	17,4	12,4	2,4	30,0	67,2	0,903	1,316	0,655	
29	560-580	0	0	10,0	7,4	12,4	7,4	62,4	29,8	0,291	0,835	0,670	

TABLEAU IV

## Mamora - Profil 21 - Résultats d'analyses

Horizons	Ech. n°	Profondeur cm	Couleur (Munsell)	T.F. %	Granulométrie %								S.L. mg pour 3 g	CO <sub>2</sub> Ca %
					A	L	STF	SF1	SF2	SG1	SG2	SF/SG		
Sable clair	1	0-20	5 YR 5/6	100	1,5	3,4	0,8	9,5	55,5	26,0	1,6	2,38	33	0,0
	2	20-40	5 YR 5/6	100	1,0	3,7	1,8	9,7	54,0	27,0	1,6	2,58	27	0,0
	3	40-60	5 YR 6/6	100	0,4	3,4	1,4	10,4	53,1	29,6	1,1	2,11	22	0,0
	4	60-80	5 YR 6/4	100	2,6	2,3	0,4	9,6	53,4	29,1	1,3	2,08	29	0,0
	5	80-100	5 YR 6/4	100	0,0	3,8	1,2	10,5	51,3	30,0	1,5	2,00	22	0,0
	6	100-120	5 YR 7/4	100	0,0	3,8	1,6	12,0	52,0	27,4	1,0	2,30	22	0,0
	7	120-140	5 YR 7/4	100	1,5	3,2	2,2	10,3	50,4	30,1	1,8	1,97	22	0,0
	8	140-160	5 YR 6/4	100	0,0	4,3	2,1	11,7	51,9	24,9	0,8	2,55	26	0,0
	8 bis	140-160	10 YR 7/4	100	1,8	23,4	6,8	3,9	28,9	22,8	8,8	1,25	30	66,2
	9	160-180	5 YR 6/6	100	6,2	5,6	2,8	9,2	47,7	23,8	0,7	2,44	22	0,0
Argile	10	180-200	5 YR 5/8	100	39,6	7,6	2,8	4,0	30,5	10,8	0,1	3,42	32	0,0
	10 bis	180-200	5 YR 6/8	100	44,4	6,6	2,4	3,7	24,1	12,3	0,1	2,47	44	0,0
	11	200-220	5 YR 14/8	100	43,4	7,0	2,6	2,7	22,8	14,4	0,2	1,93	48	0,0
	12	220-240	5 YR 14/8	100	42,2	6,2	3,3	3,2	25,8	13,9	0,1	2,30	55	0,0
	13	240-260	5 YR 5/6	100	38,0	9,5	2,9	3,0	25,1	15,1	0,2	2,02	54	traces
	14	260-280	5 YR 4/8	100	40,5	7,2	2,9	3,0	27,2	13,4	0,8	2,33	62	traces
	15	280-300	5 YR 4/8	100	32,0	8,8	2,0	2,5	26,4	22,1	1,0	1,34	56	1,4
	16	300-320	5 YR 4/8	100	24,4	9,2	1,8	3,2	39,7	17,1	0,5	2,54	40	1,0
	17	320-340	5 YR 4/8	100	30,4	8,8	2,9	3,2	27,6	21,6	0,5	1,62	41	0,0
	18	340-360	5 YR 4/8	100	32,3	4,9	1,8	3,1	34,1	18,8	0,1	2,06	36	traces
	19	360-380	5 YR 4/8	100	41,7	6,7	1,7	2,3	25,4	14,9	0,2	1,94	27	0,0
	20	380-400	5 YR 4/8	100	41,5	7,8	2,3	2,2	24,1	15,6	0,5	1,77	40	0,0
	21	400-420	5 YR 4/8	100	37,8	3,9	2,5	2,3	25,4	20,6	1,6	1,36	37	3,4
	22	420-420	5 YR 4/8	100	33,4	5,7	2,7	2,5	23,0	20,7	4,0	1,14	27	13,2
23	440-460	5 YR 8/4	100	13,9	12,9	5,6	3,7	21,1	23,1	13,0	0,84	19	54,2	
24	460-480	7,5 YR 8/4	100	7,6	23,9	6,1	3,9	16,1	22,7	15,3	0,69	9	74,0	

TABLEAU V

## Mamora - Profil 21 - Résultats d'analyses

Horizons	Ech. n°	Profondeur cm	Matière organique				pH			Complexe adsorbant méq/100 g						
			M.O. %	C %	N mg/100 g	C/N	Eau	KCl	Sat	T	Ca	Mg	Na	K	S	S/T %
Sable clair	1	0-20	0,19	0,11	17,5	6,3	6,0	4,8	5,9	1,76	0,58	0,16	0,17	0,06	0,97	55,1
	2	20-40	0,09	0,05	11,2	4,5	6,8	6,2	6,5	2,64	1,02	0,18	0,15	0,06	1,41	53,4
	3	40-60	0,0	0,0	7,0	—	6,6	5,7	6,3	1,36	0,44	0,08	0,15	0,04	0,71	52,2
	4	60-80	0,0	0,0	7,0	—	6,8	5,7	6,5	1,12	0,32	0,06	0,15	0,03	0,56	53,8
	5	80-100	0,0	0,0	5,6	—	6,6	5,7	6,6	1,04	0,46	0,24	0,14	0,03	0,67	62,3
	6	100-120	0,0	0,0	5,6	—	7,8	6,8	5,9	0,96	0,24	0,02	0,15	0,03	0,44	45,8
	7	120-140	0,0	0,0	5,6	—	6,0	4,9	5,8	1,20	0,27	0,11	0,13	0,05	0,56	46,6
	8	140-160	0,0	0,0	7,0	—	7,0	5,7	6,2	1,52	0,54	0,2	0,17	0,05	0,80	52,6
	8 bis	140-160	0,0	0,0	5,6	—	8,5	7,6	7,7	—	4,58	1,29	0,53	0,03	6,43	—
	9	160-180	0,07	0,04	11,2	3,6	6,5	6,1	5,6	6,2	2,35	1,0	0,22	0,06	3,63	53,5
Argile	10	180-200	0,29	0,17	18,2	9,3	5,3	4,2	4,8	39,6	15,5	6,3	0,51	0,21	22,52	56,8
	10 bis	180-200	0,26	0,15	18,2	8,2	5,7	4,3	5,0	44,4	17,3	7,7	0,67	0,17	25,84	58,1
	11	200-220	0,19	0,11	13,3	8,3	6,7	5,1	5,6	43,4	19,8	8,3	0,71	0,17	29,98	66,7
	12	220-240	0,14	0,08	10,5	7,6	7,5	6,0	6,3	42,2	20,0	8,5	0,72	0,19	29,37	69,1
	13	240-260	0,09	0,05	9,1	5,5	8,3	6,9	7,6	35,6	21,1	8,4	0,74	0,19	30,43	85,1
	14	260-280	0,09	0,05	9,8	5,1	8,2	6,9	7,1	35,6	21,1	7,8	0,99	0,21	30,10	84,5
	15	280-300	0,07	0,04	10,5	3,8	8,3	6,9	6,4	32,0	18,6	6,6	0,67	0,18	26,05	81,4
	16	300-320	—	—	7,7	—	8,5	7,1	7,4	24,4	15,9	5,2	0,68	0,18	22,46	92,2
	17	320-340	0,07	0,04	10,5	3,8	8,3	6,9	6,2	32,1	21,1	7,0	0,69	0,16	28,95	90,1
	18	340-360	0,12	0,07	14,0	5,0	8,2	7,1	6,3	34,7	18,7	5,8	0,84	0,16	25,50	73,4
	19	360-380	0,09	0,05	12,6	4,0	8,3	7,0	6,2	40,0	23,7	6,2	1,03	0,22	31,15	77,8
	20	380-400	0,12	0,07	11,2	6,2	8,3	6,9	6,5	40,4	23,6	7,2	1,08	0,21	32,10	79,2
	21	400-420	0,05	0,03	11,2	2,7	8,2	6,9	6,2	39,1	20,07	5,7	0,97	0,19	26,93	68,8
	22	420-440	0,05	0,03	14,0	2,1	8,3	7,0	7,5	34,7	19,7	5,5	0,88	0,19	26,27	75,7
23	440-460	0,0	0,0	8,4	—	8,4	7,4	7,2	—	8,8	1,98	0,68	0,09	11,55	—	
24	460-480	0,0	0,0	7,0	—	8,5	7,6	8,1	—	3,1	1,27	0,63	0,05	5,05	—	

TABLEAU VI

## Mamora - Profil 21 - Résultats d'analyses

Horizons	Ech. n°	Profondeur cm	Densité apparente des mottes sèches	Densité réelle	Limites mécaniques % d'eau en poids				Propriétés hydriques % d'eau en poids	
					L.P.	Ad	S.P.	S.F.	1/3 atm	15 atm
Sable clair	9	160-180	1,783	2,651		17,3		30,7	30,3	21,2
	10	180-200	1,873	2,826					28,9	20,6
	13	240-260	1,771	2,775	24,6	32,1	50,2	93,5	30,8	18,2
Argile	19	360-380	1,891	2,760	26,3	33,9	52,6	89,7	26,5	17,7

Ech. n°	Profondeur cm	Tamisage à sec								Agrég. %	Gt cm	Gm cm	Tamisage à l'eau Ga mm
		> 3 cm %	3-2 cm %	2-1 cm %	1-0,5 cm %	0,5-0,2 cm %	0,2-0,1 cm %	< 0,1 cm %					
9	160-180	0	15,0	10,0	12,4	12,4	5,0	45,0	49,8	0,691	1,327	0,631	
10	180-200	0	65,0	17,4	5,0	2,4	5,0	5,0	89,8	1,941	2,151	0,672	
13	240-260	0	12,4	30,0	25,0	20,0	5,0	7,4	87,4	1,028	1,164	0,718	
19	360-380	0	31,6	25,0	11,6	6,6	1,6	33,2	64,8	1,044	1,581	0,783	



TABLEAU VII

## Mamora - Profils 20 et 21 - Détermination des argiles

Profil n°	Hori- zons	Ech. n°	Profondeur cm	Analyse minéralogique de l'argile								
				Illite	Chlorite	Vermi- culite	Montmo- rillonite	Interstra- tifiés	Kaoli- nite	Quartz	Apatite	Goethite
20	Sable rouge	10	180-200	f**	ff**	m**	abs	mf**	mF*	ff	m	abs
		18	340-360	←	présence	→ **	abs	présence**	F*	ff	f	abs
	Argile	29	560-580	mf**	ff**	abs	abs	f**	F*	ff	m	f
21	Argile	10	180-200	Tr	ff	abs	F	mf	f			abs
		19	360-380	Tr	ff	abs	F	f	f			abs
		22	420-440	Tr	ff	abs	F	f	f			abs
		24	460-480	Tr	ff	abs	F	f	f			abs

TABLEAU VIII

## Mamora - Profils 20 et 21 - Détermination des minéraux lourds

	Profil 20					Profil 21		
	Ech. n° 6 Sable clair	Ech. n° 15 Sable rouge	Ech. n° 18 Sable rouge	Ech. n° 20 Argile	Ech. n° 24 Argile	Ech. n° 5 Sable clair	Ech. n° 8 Sable clair	Ech. n° 10 Argile
Andalousite	*****	*****	****	*****	*****	*****	*****	*****
Epidote	**	*****	*****	***	****	*****	*****	*****
Staurotide	***	***	*	**	**	**	*	**
Tourmaline	***	**	*	**	**	***	****	***
Disthène	*	*		*	*	•		
Zircon	*	**	*				*	
Rutile	*	*	*			*		
Grenat							*	
Hypersthène	*		*					*
Hornblende			*					
Calcite ou dolomite	**	**	*****	**	****	**	**	**
Altérés	****	****	***	***	***	***	****	****

Nota : Les minéraux sont classés par ordre d'importance.

\*\*\*\*\* très abondant  
\*\*\*\* abondant

\*\*\* commun  
\*\* assez rare  
\* rare