

MICROMORPHOLOGIE DES SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

(ILES CANARIES)

Comparaison avec les sols rouges méditerranéens

(1)
N. Fedoroff & A. Rodriguez (2)

INTRODUCTION

KUBIENA (1.956)a, le premier, décrit les sols rouges des Iles Canaries; il les a considérés comme des braunlehms erdifiés, tout en signalant la présence dans le même étage climatique de reliques érodées de rotiehm et de braunlehm. A la suite de prospections détaillées, FERNANDEZ-CALDAS et GUERRA (1.971) pour Tenerife et BRAVO (1.974), FERNANDEZ-CALDAS et MONTURIOL (1.976) pour La Palma, concluent que ce sont des alfisols, plus précisément des haploxerales en transition à des hapludals (en se référant à la classification américaine) tandis que QUANTIN (1.975) et QUANTIN et TEJEDOR (1.976), les considèrent comme des sols fersiallitiques (en se référant à la classification française et aux travaux de l'O.R.S.T.O.M.).

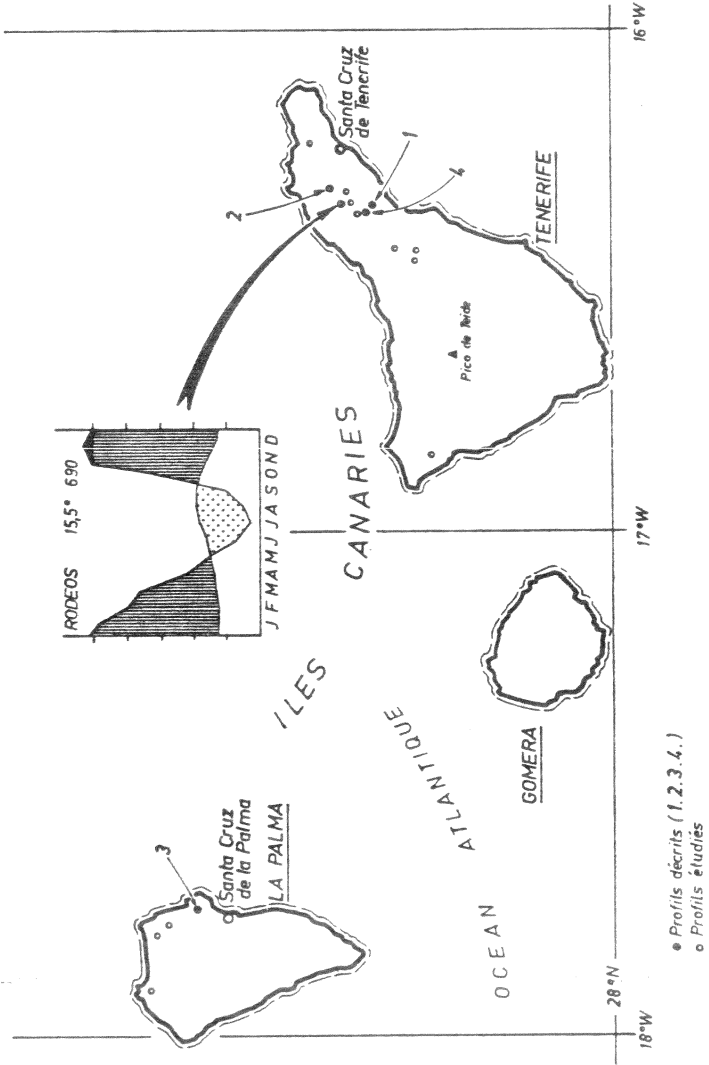
SANCHEZ-CALVO (1.958) étudiant la minéralogie de ces sols, y a trouvé une dominante de kaolinite mal cristallisée, probablement un intergrade vers la métahalloysite.

Le but de ce travail est, à l'aide de la micromorphologie, de mieux définir ces sols rouges, et en même temps, de préciser les processus dont ils sont le siège; puis de les comparer avec les sols rouges méditerranéens.

- (1) Institut National Agronomique Paris-Grignon 78850 GRIGNON
- (2) Laboratorio de Edafologia, Facultad de Ciencias Universidad de LA LAGUNA, - TENERIFE

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

LOCALISATION DES PROFILS



I. - ENVIRONNEMENT

A Tenerife, les sols rouges existent entre 300 et 1.000 mètres d'altitude. Ils prennent une grande extension dans la plaine d'altitude (600 - 700 m) de Los Rodeos-La Laguna. A La Palma, ils existent uniquement dans la moitié Nord de l'île dans une zone d'altitude comprise entre 300 et 900 mètres.

a) Le climat

Dans la zone d'extension des sols rouges, les températures sont modérées et régulières, 15°C de moyenne annuelle, avec une moyenne de 19°C pour Août et 12°C pour Janvier; l'amplitude est donc seulement de 7°C. Le gel est inconnu.

Les précipitations sont également modérées, de l'ordre de 700 mm, hivernales, avec un maximum en Novembre, irrégulières d'une année sur l'autre pour la quantité et la répartition.

La saison végétative principale est l'hiver.

C'est un climat océanique subtropical, à répartition méditerranéenne des pluies.

b) La géologie

A Tenerife, les sols rouges sont essentiellement développés sur des cendres et des lapillis basaltiques de la série III (FUSTER et al., 1.968). A La Palma, les matériaux parentaux sont comparables et sont à rattacher probablement à cette série III. Les cônes sont constitués par des lapillis, tandis qu'ailleurs, tout est recouvert de cendres.

c) La géomorphologie

Les sols rouges sur cendres sont pour la plupart sur des pentes faibles, en position de replats et de plai-

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

nes d'altitude, tandis que ceux développés sur lapillis sont à pente forte sur cônes volcaniques.

d) La végétation

Grâce aux archives, on sait que la Laurisilva (*Laurus azorica*, *Ilex canariensis*, *Myrica faya*, etc...) ne couvrait la zone des sols rouges (CEBALLOS, 1.951). Les colons espagnols l'ont entièrement défrichée. Quand, actuellement, ces sols sont laissés en friche, il s'y développe une végétation herbacée de type méditerranéen.

II. - DESCRIPTION MACRO ET MICROMORPHOLOGIQUE DES SOLS ROUGES DE TENERIFE ET LA PALMA

Au total, quinze profils ont été étudiés, douze à Tenerife et trois à La Palma; mais pour ce travail, quatre seulement ont été retenus. Les critères de sélection ont été uniquement la nature du matériau originel et son âge relatif; nous n'avons pris en considération ni les profils colluvionnés, ou hydromorphes, ni les profils intergrades aux vertisols.

PROFIL I

Situé à Tenerife au km 5 de la route La Laguna-Las canadas, à 750 m au pied du cône de Las Carboneras, sous des eucalyptus et développé sur des cendres basaltiques récentes.

A 0-7 cm argile limoneuse, 5 YR 3/3, brun rouge foncé, structure grumeleuse, très poreux, transition nette.

(1) toutes les couleurs sont données humides, relevées sur le terrain.

	GRANULOMETRIE %					pH					COMPLEXE ABSORBANT en m.e./100g de terre sèche							FER LIBRE (%)
	< 2 μ	2-20 μ	20-50 μ	50 μ dité	Hum1 dité	M.O.	H ₂ O	ClK	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	S/T	Terre sèche 105°C		
0-7cm A ₁	44,5	32,5	6,5	3,6	5,9	3,2	5,9	4,7	3,65	4,14	1,27	2,43	11,50	26,6	40,19	6,85		
7-40cm AB	52,2	26,6	4,9	7,4	7,6	0,8	6,6	5,3	5,31	1,85	3,21	14,20	32,3	43,66	6,75			
40-95cm B ₂	53,5	27,3	4,4	7,6	6,5	0,4	6,5	5,4	4,78	3,95	2,02	14,80	26,2	56,51	6,16			
95-120cm B ₃	43,2	31,2	4,4	11,6	12,7	0,5	6,0	5,3	3,40	2,96	2,27	13,45	30,5	44,09	5,60			

	ANALYSE TOTALE (%)											Perte au feu	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
	ANALYSE TOTALE (%)												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CeO	Mn ₂ O ₄	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂ /Al ₂ O ₃		
0-7 cm A ₁	48,44	20,15	11,76	4,00	1,63	1,23	0,70	1,54	2,45	0,19	11,00	4,16	
7-40cm AB	46,40	22,51	11,52	4,07	1,64	1,56	0,40	1,38	2,28	0,25	9,10	3,65	
40-95 cm B ₂	50,00	21,01	11,59	4,33	1,85	1,40	0,36	1,52	2,57	0,16	7,10	4,04	
95-120 cm B ₃	50,10	23,34	11,00	4,11	1,64	1,70	0,27	2,17	2,51	0,20	7,00	3,64	

Météorite des régions du Sahara X

0-7 cm - A₁ : Quartz, Halloysite, Métalloysite, Gibbsite, Illite, Hématite et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 7-40cm - AB : Quartz, halloysite, Métalloysite, Illite, Gibbsite, Minéraux 2:1 mal cristallisés et traces d'hématite.
 40-95 cm - B₂ : Halloysite, Métalloysite, Quartz, Illite et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 95-120 cm - B₃ : Halloysite, Métalloysite, Quartz, Illite et minéraux 2:1 mal cristallisés.

PROFIL I

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

- AB 7-40 cm argile limoneuse, 5 YE 3/4, brun rouge foncé, structure polyédrique verticale, moyennement développée, poreux, transition graduelle.
- B₂ 40-95 cm argile limoneuse, 5 YR 3/3, 5 brun rouge foncé, structure polyédrique verticale bien développée, poreux, transition graduelle.
- B₃ 95-120 cm argile limoneuse, 5 YR 3, 5/3, brun rouge foncé, structure polyédrique peu développée poreux, transition distincte.
- C 120-150 cm limon argileux, 7, 5 YR 5/6 brun foncé structure massive.

Micromorphologie

La matrice minérale, brun rougeâtre en A, brun jaune dans les B, jaune brun en C, à poussières noires et rouges, non triées, distribuées au hasard, isotrope en nicols croisés, très abondantes dans les A et B, moins abondantes en C. Elle représente environ 95 % de la masse du sol dans les horizons A et B.

Minéraux (par ordre d'importance):

- . Sanidine, non altérée, quelquefois fragmentée dans les horizons supérieurs, augmente nettement en C.
- . Hornblende, faiblement à moyennement altérée en auréole ferrugineuse, quelque soit l'horizon.
- . Fragments basaltiques non à faiblement altérés.
- . Hématite et titano-magnétite non altérées.
- . Plagioclases non ou très faiblement altérés, légère fragmentation.
- . Quartz, de la taille des limons arrondis, décroissent nettement dans le C.

La matrice est organisée en agrégats arrondis, d'un diamètre moyen 100μ , s'entassant partiellement en A₁ en agrégats secondaires fissurés, en B en agrégats polygonaux à vides polyconvexes. En C, l'agrégation est comparable à celle des B, mais de plus grande dimension.

Imprégnations ferrugineuses, rouge-noir de la matrice, rares, petites, à limites diffuses, présentes uniquement dans les B.

Minéralogie

Le quartz, déterminé aux RX, comme les quartz arrondis, bien triés, vus en lame mince, proviennent vraisemblablement du Sahara. Les illites peuvent avoir une double origine, d'une part avoir été transportées du Sahara, d'autre part provenir de micas crypto-microscopiques présents dans cendres. La gibbsite est peut être liée au caractère andique des horizons supérieurs (elle est fréquente dans les andosols de Tenerife).

Ce profil caractérise les sols rouges peu évolués développés sur cendres, nous les avons classés comme andic ustic dystropepts.

PROFIL II

Situé à proximité de l'aéroport de Los Rodeos (Tenerife), dans un talus de la nouvelle autoroute, en position de plateau, à 600 m, sous friche récente, développé dans une succession de cendres basaltiques.

Ap	0-20 cm	argile limoneuse, 7,5 YR 4/4, brune, structure à tendance massive se résolvant en une structure polyédrique, donnant elle-même une structure grumeleuse, poreux, transition distincte.
----	---------	--

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

	GRANULOMETRIE %				PH				COMPLEXE ABSORBANT en m.e./100g de terre sèche						FER LIBRE (%) Terre sèche 105°C	
	<2μ	2-20μ	20-500	500μ Zmm	Humi- dité	M.O.	H ₂ O	ClK	Cex2	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T		S/T
C-20cm Ap	57,04	26,96	2,24	3,55	5,60	2,94	5,2	4,3	6,12	2,90	0,55	2,07	11,64	28,21	41,3	5,34
20-70cm BA & B1	34,96	52,71	2,58	2,43	6,40	2,06	5,2	4,2	5,84	2,69	0,54	1,81	10,88	31,93	34,4	6,36
70-100 BC	85,96	18,96	2,91	5,81	9,60	0,81	6,4	5,2	7,95	5,31	2,85	0,70	16,81	29,16	57,6	6,51
100-250 II52b	72,29	17,58	0,62	0,50	11,80	0,31	6,6	5,4	6,96	5,97	3,67	0,81	19,31	33,60	56,4	4,90
250-300 II12b	62,58	26,17	1,22	1,82	8,20	0,26	6,4	5,1	7,48	4,36	1,76	0,71	14,34	24,86	57,7	8,64
+300-350 II18cb	53,46	27,33	1,60	2,01	16,07	-	6,2	5,2	6,14	4,25	1,97	1,39	13,75	27,45	50,1	-

	ANALYSE TOTALE (%)										Perte au feu	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Mn ₃ O ₄	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		
0-20cm Ap	51,28	19,15	10,71	3,70	1,48	1,48	0,72	1,44	2,20	0,30	10,20	4,55
20-70 BA & B1	55,22	18,60	10,23	3,11	1,52	1,26	1,52	1,18	2,57	0,33	9,20	4,76
70-100 BC	45,00	22,93	11,53	4,76	1,56	1,26	0,31	1,33	1,79	0,22	9,20	3,33
100-250 II2b	49,59	26,07	8,00	2,43	1,02	1,25	0,48	1,22	1,56	0,22	10,00	3,23
250-300 II12b	51,40	22,60	11,62	3,81	1,08	1,26	0,17	0,95	1,70	0,19	8,50	3,86
+ 300 II18cb	47,46	23,14	12,55	5,28	1,66	1,20	0,52	0,60	1,32	0,25	7,00	3,46

Minéralogie des argiles aux Rayons X

0-20 cm - Ap : Quartz, Halloysite, Métahalloysite, Illite et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 20-70cm - BA & B1 : Quartz, Halloysite, Métahalloysite, Illite et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 70-100 cm - BC : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 100-250 cm - II2b : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 250-300 cm - II12b : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 +300-350cm - II18cb : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz et des minéraux mal cristallisés.

PROFIL II

BA	20-40 cm	limon argileux, 7,5 YR 3/2, brun foncé, à taches 5 YR 3,5/3 brun rouge foncé, structure massive à grandes fentes verticales se résolvant en une structure grumeleuse par l'intermédiaire d'une structure polyédrique, assez poreux, transition graduelle.
B ₁	40-70cm	argile limoneuse, 7,5 YR 3/2, brun foncé, à taches 5 YR 3,5/3, brun rouge foncé, plus grandes et plus visibles qu'en AB, la structure massive à fentes devient nettement prismatique, assez poreux, transition graduelle.
BC	70-150cm	argile, 7,5 YR 4/4, brun foncé, à taches les unes plus claires, 7,5 YR 5/5 les autres plus foncées, 7,5 YR 3/1, structure prismatique grossière, à agrégats revêtus dans la proportion de 20-30 % d'une matrice 5 YR 3/2, 5, brun foncé, présence de débris charbonneux et de cristaux, blancs, petits, abondants, transition graduelle.
IIB ₂ b	150-200cm	argile lourde, 5 YR 3/3, brun foncé, structure massive se résolvant en une structure polyédrique grossière, quelques faces luisantes, transition distincte.
IIIB ₂ b	250-300cm	argile, 2,5 YR 3/6, rouge foncé, structure prismatique se résolvant en une structure polyédrique, à faces luisantes très nombreuses et quelques faces gauchies et striées, peu poreux, consistance très forte, transition graduelle.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

IIIBc 300 cm vus argile limoneuse, 7,5 YR 4/3, brun
jusqu'à 350 cm. foncé, structure prismatique moins dé-
veloppée qu'en IIIB_{2b}, fragments de ba-
salte augmentant avec la profondeur.

Micromorphologie

Au microscope, les horizons Ap, BA, B₁, BC, pré-
sentent une morphologie tout à fait comparable aux horizons
A₁, AB, B₂, B₃ du profil I; les seules différences se si-
gnifient au niveau des minéraux: les hornblendes sont moins
abondantes, les fragments de basalte sont plus nombreux, et
sensiblement plus ferruginisés, des grains de sphène, en
partie altérés en leucoxène sont présents.

Dans le IIB_{2b}, on distingue un autre type de matrice
plus rougeâtre formant des plages à limites diffuses au sein
de la matrice brun jaune.

Les minéraux sont, dans l'ensemble, plus altérés
que dans le sol de surface. Ainsi, les plagioclases sont for-
tement cariés, et en même temps que les résidus, ont perdu
de leur biréfringence. Les sanidines sont légèrement cari-
ées. Le quartz a presque disparu.

Le IIB_{2b} présente le même type d'agrégation et de po-
rosité que le B du profil I, mais il est légèrement plus ta-
ché que celui-ci.

Les imprégnations ferrugineuses de la matrice
sont un peu plus développées que dans le profil I. Des accu-
mulations argileuses, jaunes (décrites plus loin) tapissant
et colmatant des fentes minces et de petits vides polyconve-
xes couvrent moins de 1 % de la surface.

Les matrices du IIIB_{2b} sont comparables à celles du
IIB_{2b}, de même que les minéraux (en particulier, l'altéra-
tion n'y est pas plus poussée). Mais ce B diffère des B pré-
cédemment décrits par:

- . une faible porosité (5-10%) constituée d'un réseau de fentes s'ouvrant en cavités, délimitant des agrégats polygonaux à angles vifs, des vides polyconvexes intragrégats peu nombreux sont présents.
- . des imprégnations ferrugineuses, comparables à celles décrites dans le A et dans le B du profil I, mais plus intenses, plus grandes et plus nombreuses.
- . La présence :
 - .. d'accumulations argileuses, jaune clair à jaune, à microlitage assez régulier, à biréfringence faible, à orientation bonne ou assez bonne, colmatant des fentes minces et des vides polyconcaves;
 - .. d'accumulations alternées, à lits à accumulations argileuses décrites ci-dessus alternant avec des lits limoneux mal triés, colmatant surtout les cavités;
 - .. d'accumulations argilo-limoneuses, brun jaune à brun rouge, moyennement à non triées, colmatant des fentes majeures.

L'ensemble des accumulations texturales couvre une surface d'environ 10 %.

Sur le terrain, ce profil se présente donc comme une succession de trois sols dont les deux plus anciens ont été enterrés par des apports de cendres qui ont été entièrement pédogénisées, sauf quelques poches. Dans ce profil, les pédogénèses tendent donc à s'emboîter. Ailleurs par exemple à Erjos (important replat dominant le village de Garachico), les apports de cendres ont été plus importants et les pédogénèses sont indépendantes.

Le sol de surface est comparable au profil I; il en diffère par un tassement plus grand du A (dû à la culture probablement) et la présence de fentes verticales. Nous le

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

classons comme vertic ustic dystropept. Le premier sol enterré est sensiblement plus tassé que le B du sol de surface, on y observe déjà quelques faces luisantes. Par la couleur, le B du second sol enterré est comparable aux B du sol de surface et du premier sol enterré, bien que sa teinte rouge soit plus marquée. Mise à part sa couleur un peu plus foncée, ce second B enterré est comparable aux B des sols rouges méditerranéens par sa structure, sa compacité, et ses faces luisantes.

Le deuxième sol enterré caractérise les sols rouges moyennement évolués et serait à classer comme vertic hodic paleustalf.

PROFIL III

Situé à La Palma, près du cimetière de Puntallana, 430 m, à proximité du cône de Puntallana, cultivé, développé sur des cendres volcaniques anciennes.

Ap	0-20 cm	argile, 7,5 YR 3/2, brun foncé, structure grumeleuse, très poreux, transition nette.
BA	20-40 cm	argile, 2,5 YR 2/4, brun rouge foncé, structure polyédrique fine, se résolvant en une structure grumeleuse, transition nette.
B _{2t}	40-70 cm	argile, 2,5 YR 3/4, brun rouge foncé, blocs de basalte non altérés au sommet structure prismatique gauchie se résolvant en une structure polyédrique, faces luisantes dont certaines peuvent être revêtues, 2,5 YR 3/4, brun rouge foncé, revêtements noirs, assez nombreux, peu poreux, consistance forte, transition graduelle.

	GRANULOMETRIE %				COMPLEXE ABSORBANT en m.g./100g de terre sèche										FER LIBRE (%) Terre sèche 105°C	
	< 2µ	2-20µ	20-50µ	50µ- 2 mm	Humi- dité	M.O.	H ₂ O	ClK	Ce+2	Mg+2	Na+	K+	S	T		S/T
0-15 cm Ap	54,00	25,20	5,20	3,20	8,50	1,90	6,6	5,0	6,88	6,13	0,62	0,98	14,61	28,45	51,3	6,00
15-35 BA	57,90	25,40	7,50	2,30	6,30	0,50	6,4	5,0	4,33	5,51	1,10	0,41	11,35	22,62	50,2	6,70
35-60 Bt	69,50	16,70	2,50	1,40	7,80	0,40	6,2	4,9	4,67	6,65	1,94	0,28	13,74	25,81	53,02	8,30
vers 150 IIIIBp	-	-	-	-	-	-	6,2	5,1	5,02	7,69	2,38	0,15	15,24	28,09	54,25	13,05

	ANALYSE TOTALE (%)												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Mn ₂ O ₄	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Perte au feu		SiO ₂ /Al ₂ O ₃
0-15 cm Ap	36,22	19,52	19,47	14,28	2,03	1,07	0,35	0,38	0,87	0,15	8,06	3,15	3,15
15-35 BA	36,45	19,10	21,68	13,00	-	-	0,20	0,93	1,04	0,17	8,50	3,24	3,24
35-60 Bt	36,07	20,00	20,44	14,07	1,60	0,84	0,13	0,28	0,66	0,15	8,00	3,06	3,06
vers 150 IIIIBp	31,00	20,60	23,20	14,47	-	-	0,09	0,65	0,48	0,26	10,6	2,55	2,55

Minéralogie des argilles aux Rayons X

0-15 cm - Ap : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 15-35cm - BA : Halloysite, Métahalloysite, Quartz, Illite et traces de gibbsite.
 25-60cm - Bt : Halloysite, Métahalloysite, Illite, Quartz, minéraux 2:1 mal cristallisés et traces de gibbsite.
 vers 150 - IIIIBp : Halloysite, Métahalloysite, minéraux 2:1 mal cristallisés et traces de quartz et d'illite.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

B ₃	70-130 cm	argile, 5 YR 3/4, brun rouge foncé, avec apparition vers la base d'un réseau réticulé, 5 YR 6/4, brun rouge clair, structure polyédrique moyennement développée transition brutale.
IIBC	130-150 cm	horizon à blocs altérés, avec, entre les blocs, des veines 5 Y 6/4, brun rouge foncé.
IIIB ₃ b	150 vu jusqu'à 300 cm	argile, 2, 5 YR 4/8, rouge, à réseau réticulé, 5 YR 7/4, rose, structure à tendance massive.

Micromorphologie

Horizons Ap, BA, B₂t et B₃ jusqu'au réseau réticulé.

La micromorphologie des Ap et BA est comparable aux horizons A et AB des profils I et II, tandis que celle du B₂t et du B₃ l'est à l'horizon IIB₂b du profil II, mais :

- .. La matrice est sensiblement plus poussiéreuse (les micro-inclusions noires sont plus abondantes);
- .. les éléments grossiers (minéraux et papules) sont différents; en Ap et AB, on observe :
 - .. du quartz, de même taille et de même forme que dans les profils I et II, mais beaucoup plus abondants ici;
 - .. de l'hématite et de l'illménite, passant en continuité aux micro-inclusions;
 - .. quelques sanidines cassées, quelques olivines et augites, non ou peu altérées;
 - .. quelques fragments de basalte, moyennement altérés.

en B_2^t et B_3 , on observe :

- .. de l'illménite, partiellement altérée en leucoxène,
- .. des fragments d'iddingsite,
- .. des fragments de basalte très altérés,
- .. des plages circulaires de l'ordre de 500 μ , de matrices différentes de la matrice commune,
- .. des papules jaunes.

Le quartz, dans les horizons B_2^t et B_3 devient rare.

Horizon IIIB₃b :

L'intérieur des mailles est un lapilli totalement altéré, mais dont l'architecture s'est conservée; les pores inter-grains de lapilli sont en majeure partie colmatés par des accumulations argileuses rouges.

Dans le lapilli, on observe :

- . les augites totalement altérées (stade ultime de la séquence d'altération).
- . les olivines ont été altérées en iddingsite, laquelle tend à disparaître partiellement (également, stade ultime de la séquence d'altération),
- . l'illménite est partiellement altérée en leucoxène,
- . le verre et la pâte microcristalline sont altérés en jaune à jaune vert, avec une rétraction nette, tous les microcristaux sont totalement altérés, les plagioclases ayant apparemment disparus.

Les vides du lapilli, comme ceux des accumulations argileuses rouges sont tapissés de revêtements minces, incolores, réguliers, à biréfringence faible que nous interprétons comme des argiles de néoformation.

Les mailles, dans le haut de l'horizon, correspondent à

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

des accumulations texturales non triées, constituées principalement de fragments décolorés du lapilli altéré; progressivement, elles passent à des accumulations texturales intergrades entre des accumulations argileuses hydromorphes et des accumulations argilo-limoneuses moyennement triées.

Sur le terrain, le B_{2t} est comparable au $II B_{2b}$ du profil II, avec une structure un peu mieux développée, une couleur rouge plus marquée, et des revêtements nets. Le réseau réticulé peut être interprété comme une illuviation secondaire.

Le sol de surface caractérise les sols rouges fortement évolués : nous le classons comme udic rhodustalf.

L'horizon $III B_3b$ caractérise des sols fossiles, toujours profondément enterrés, (sauf dans ce profil) et rares. Ils sont caractérisés par des accumulations argileuses rouges. Nous le classons comme rhodic paleustalf.

PROFIL IV

Situé à Tenerife, en contre-bas du sommet du cône Las Carboneras, sous une friche de graminées et de fougères, développé sur des lapillis.

A11	0-30 cm	limon argileux, 5 YR 4/4, brun rouge, structure grumeleuse à granulaire, très poreux, transition graduelle.
BA	30-55 cm	argile limoneuse, 2,5 YR 4/4, brun rouge, structure polyédrique fine, poreux, transition graduelle.
B	55-120cm	argile limoneuse, 2,5 YR 3/8, rouge, structure polyédrique moyenne, poreux, transition graduelle.

	GRANULOMETRIE %				PH				COMPLEXE ABSORBANT en m.e./100g de terre sèche					FER LIBRE (%) Terre sèche 105°C	
	< 2u	2-20u	20-50u	50u- 2mm	Humi- dité	M.O.	H ₂ O	CJK	Ce ²⁺	Mg ²⁺	Me ⁺	K ⁺	S		T
0-30cm A11	37,27	44,86	4,06	3,13	9,70	6,26	6,20	4,70	6,66	4,58	0,86	1,37	13,47	34,45	36,10
55-120 B	45,75	33,88	4,51	4,07	9,10	0,72	6,80	5,30	4,86	3,69	2,47	2,37	13,51	29,13	46,36
120-160 BC	47,63	32,21	4,85	4,40	8,60	0,52	6,80	5,30	6,13	5,03	3,28	1,24	15,66	29,68	52,63

	ANALYSE TOTALE (%)										Perte au feu	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CeO	Mn ₂ O ₄	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		
0-30 cm A11	31,12	16,42	22,03	8,59	1,46	1,45	0,30	0,77	0,69	0,17	15,0	2,67
55-120 B	28,64	21,26	24,56	12,00	0,79	0,62	0,14	0,46	0,27	0,13	11,0	2,36
120-160 BC	32,16	20,71	23,45	8,72	1,19	1,42	0,17	1,25	0,39	0,11	11,0	2,64

Minéralogie des argiles aux Rayons X

0-30 cm - A11 : Halloysite, Métahalloysite, Quartz, Illite, Hématite et minéraux 2:1 mal cristallisés.
 55-120cm - B : Halloysite, Métahalloysite, Illite, minéraux 2:1 mal cristallisés et traces de albite.
 120-160 cm - BC : Halloysite, Métahalloysite, minéraux 2:1 mal cristallisés et traces d'illite.

PROFIL IV

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

BC 120 vus jusqu'à 250 cm argile limoneuse, 2,5 YR 4/6, rouge, à lapillis altérés de taille variable, structure massive, peu cohérente, assez poreux.

Micromorphologie

Par leur nature, la matrice minérale et les minéraux ne présentent pas de variations dans les horizons A₁₁, BA et B.

La matrice minérale y est brun rougeâtre, à poussières non triées, et à micro-fragments de tous les éléments présents dans le BC et de micro-grains de quartz avec une distribution au hasard, isotrope en nicols croisés. Elle est dominante en A₁₁, abondante en BA, et assez abondante en B, absente en BC.

Les minéraux, le verre, la pâte microcristalline et les accumulations argileuses sont à l'état de fragments dans les horizons A₁₁, BA et B, ce sont les mêmes que dans l'horizon BC, mais on observe en plus des grains de quartz de la taille des limons, arrondis, des augites non ou peu altérées et des fragments de sanidine, cariés. Les fragments sont peu abondants en A₁₁, assez abondants en B.

Le A₁₁ est caractérisé par un entassement d'agrégats de 20 à 60 μ , arrondis, à surface mammelonnée; localement, ils se tassent pour donner des agrégats de forme irrégulière et variable à très nombreux vides polyconvexes.

Dans le BA, les petits agrégats ont presque totalement disparus, et on observe des agrégats de l'ordre du mm, de forme variable à faces arrondies. Dans le B, la taille des agrégats augmente, mais leur forme reste irrégulière, et on y observe de grands fragments du lapilli altéré.

Dans le BC, l'architecture du lapilli s'est conservée. Dans ce lapilli:

- . les augites sont fortement à totalement altérés (même séquence d'altération que dans le III B₃^b, du profil III, mais stades d'altération moins avancés),
- . les olivines sont fortement à totalement altérées en iddingsite (même séquence d'altération que dans le III B₃^b du profil III, mais stades d'altération moins avancés),
- . le cortex des verres est altéré en rouge foncé en surface, et la zone médullaire en rouge orangé,
- . la pâte microcristalline est ferruginisée,
- . les plagioclases microcristallins ont disparu

Les pores inter et intra du lapilli sont tapissés, le plus souvent colmatés, par des accumulations argileuses jaunes, analogues à celles décrites dans les profils précédents. Elle couvrent une surface de 20 %.

Ce profil caractérise les sols rouges moyennement à fortement évolués, développés sur lapillis. La micromorphologie met toujours en évidence un remaniement important dans ces sols. Par ailleurs, on constate que l'horizon illuvial est profond et qu'il se développe dans un horizon d'altération en place. Il faudrait donc décrire ces sols par A₁ A₃ (pour BA et B) et BCt (pour BC). Nous les classons comme antic udic rhodustalf.

La distribution de ces sols rouges dans le paysage est relativement complexe. Elle dépend de :

- . la nature du matériau, cendre ou lapilli, et de son âge;
- . la succession des chutes de cendres et de lapillis et de leur épaisseur, les sols étant soit rajeunis, soit enterrés;
- . la micro-topographie, dans les micro-dépressions, on observe des sols hydromorphes.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

Seuls les sols rouges méditerranéens pour lesquels on possède soit une description micromorphologique publiée, soit des lames minces, ont servis de comparaison. Nous nous sommes référés aux travaux de OSMOND et STEPHEN (1957), FEDOROFF (1966), GRAGERA, GUERRA et al. (1966) BENAYAS (1970), BENAYAS et GUERRA (1970, 1972), LAMOUREUX (1971), ARNAL (1972), CALLOT (1972) GUERRA et al. (1972), REYNDERS (1972), VERHEYE (1972) BRESSON (1973, 1974), PANEQUE (1973), REDONDO (1973), TORRENT (1976).

Par ailleurs, nous avons observé des lames minces de sols rouges développés sur granites dans la Selva (Catalogne espagnole) en collaboration avec J. BECH, et dans la presqu'île de Colio (Algérie) en collaboration avec M-J. PENVEN. Mais nous n'avons pas disposé de sol de référence développé sur cendres et lapillis, situé dans le bassin méditerranéen.

III. - LA MICRO-STRUCTURE

Tous les horizons A des sols étudiés sont caractérisés par la présence d'agrégats d'un diamètre moyen de 70 μ , arrondis, à surface mamelonnée, constitués de fragments (de la taille des limons fins) provenant des horizons immédiatement inférieurs et d'une masse fine, distribués au hasard; nous les appelons agrégats primaires. Ces agrégats s'assemblent pour donner soit des agrégats de forme arrondie à polygonale et de dimension variable (horizons A des profils I, II, III) soit des agrégats amiboïdes et dont le diamètre dépasse rarement 200 μ (horizon A du profil IV); nous les appelons agrégats secondaires. A leur tour, ces agrégats secondaires peuvent se tasser pour donner des agrégats de grande taille, ils sont de forme à tendance polygonale avec des fentes droites dans les horizons A des profils I, II, III, et de forme arrondie avec des fentes sinueu -

ses dans l'horizon A du profil IV. Dans les agrégats secondaires et d'ordre supérieur, on observe toujours des résidus de vides d'entassement (vides polyconvexes).

L'organisation de l'horizon A du profil IV est comparable aux organisations des andosols (KAWAÏ, 1969, et BECH, FEDOROFF, SOLE, 1977), tandis que celle des horizons A des autres profils s'en écarte sensiblement : présence d'une tendance polygonale avec des fentes droites.

Dans les horizons B des sols peu évolués sur cendres (profil I), les agrégats primaires tendent à disparaître, et la tendance polygonale des agrégats d'ordre supérieur s'affirme, mais de nombreux vides polyconvexes attestent que la micro-structure résulte d'un entassement progressif d'agrégats primaires et secondaires. Dans les B des sols moyennement et très évolués, sur cendres (profils II et III), le tassement observé dans les B des sols peu évolués se poursuit : les surfaces arrondies disparaissent rapidement, ainsi que les vides polyconvexes, mais ces derniers, beaucoup plus lentement; par ailleurs, le nombre des cavités diminue progressivement, tandis que les fentes se redressent en même temps que leurs angles deviennent vifs. La porosité globale diminue progressivement, pour devenir faible (entre 5 et 10 %) dans les B les plus évolués. Nous en concluons que dans les sols rouges sur cendres, il se produit un tassement progressif des horizons B au de l'évolution.

Sur lapillis, l'architecture du matériau parental se conserve en général assez haut dans le sol. Puis brusquement, dans un horizon intermédiaire à l'horizon A, on assiste à la destruction de cette architecture.

Sur le plan de la micro-structure, seuls les B les plus évolués, développés sur cendres de Tenerife et La Palma, sont comparables aux B des sols rouges méditerranéens.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

Par ailleurs, les sols rouges canariens étudiés, quel que soit le matériau parental et leur degré d'évolution, se caractérisent par l'absence totale d'assemblages plasmiques organisées; au sein de la matrice, on observe uniquement (et seulement lorsqu'elle est déferrifiée), de très petits domaines faiblement biréfringents, assez nombreux et distribués au hasard. Ces sols sont donc statiques (FEDOROFF, 1968), ils diffèrent par ce caractère des sols rouges méditerranéens dont les B présentent toujours des assemblages plasmiques organisés à domaines fortement biréfringents, souvent de grande taille et nombreux: le dynamisme des B méditerranéens est toujours bien marqué.

En conclusion, dans les sols rouges de Tenerife et de la La Palma, on assiste au tassement progressif des horizons B (pour ceux développés sur cendres), mais ces sols ne sont pas soumis au retrait-gonflement des argiles.

IV. - L'ILLUVIATION

Sur cendres, dans les sols les moins évolués (profil I, sommet du profil II), on n'observe aucune accumulation texturale, ni en place dans les vides, ni intégrée au fond matriciel. L'augmentation du taux d'argiles que l'on constate en B ne peut donc correspondre qu'à des néoformations.

Progressivement, comme conséquence du tassement du B, on voit apparaître des accumulations argileuses jaunes colmatant les vides résultant du tassement des agrégats élémentaires et tapissant les fentes les plus étroites. Dans les horizons B les plus tassés, les accumulations texturales envahissent des cavités inter-agrégats et des fentes plus larges en même temps que leur granulométrie devient plus grossière (accumulations alternées et accumulations argilo-limoneuses). Dans aucun des sols observés, l'en-

semble des accumulations texturales ne couvre jamais plus de 20 % de la surface de la lame, en moyenne, dans les sols évolués, 10 %. Par ailleurs, il faut souligner que l'on observe jamais d'intégration de ces accumulations au fond matriciel. L'illuviation, dans ces sols rouges sur cendres, même dans les plus évolués, est donc relativement limitée.

Sur lapillis, dans les sols relativement récents (profil IV), les accumulations texturales sont argileuses, jaunes, identiques à celles observées dans les sols sur cendres. Dans les horizons d'altération, elles colmatent les ginelles du matériau volcanique, couvrant une surface d'environ 25 %. Dans les horizons supérieurs (A₁₁, E/A et E du profil IV), aucun vide n'est tapissé d'accumulations texturales, mais on retrouve les accumulations texturales de l'horizon d'altération, soit dans des fragments de matériau volcanique altéré, soit sous forme de papules. Dans les sols plus anciens (horizon IIIE_{3b} du profil III), la distribution et le pourcentage des accumulations texturales sont comparables à celles observées dans les sols plus récents, seule diffère la couleur des accumulations.

Les reticules blanc rose de l'horizon IIIE_{3b} du profil III correspondent au sommet de l'horizon à des accumulations très grossières, non triées, à caractères hydromorphes et à sa base, à des accumulations argileuses hydromorphes. Ils caractérisent donc une phase de remaniement en conditions hydromorphes. Soulignons que ces réseaux réticulés sont rares à Tenerife et à La Palma; on les observe toujours dans des horizons très profonds de sols enterrés.

On peut donc conclure que les sols rouges de Tenerife et de La Palma sont des sols faiblement à moyennement lessivés. Sur cendres, l'illuviation se déclenche (et se poursuit) dans le E de structure dès qu'un tassement minimum se produit; sur lapillis, l'illuviation est plus profonde, elle affecte l'horizon d'altération. Dans examen micros-

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

copique, le caractère lessivé de ces sols est difficile à mettre en évidence, en effet:

- . sur le terrain, dans les sols sur cendres, il n'est pas possible de distinguer revêtements argileux et faces luisantes d'une part, d'autre part, on peut être amené à interpréter le tassement comme un colmatage de la porosité par de l'illuviation; par ailleurs, dans les sols sur lapillis, il est très difficile de séparer produits de néoformation et argiles d'illuviation;
- . par l'analyse granulométrique en effet, un ventre d'argiles (profil I) peut résulter de l'altération, par ailleurs, lorsque les E s'emboîtent, le ventre d'argiles peut difficilement être mis en évidence. Enfin, dans les sols sur lapillis, l'horizon textural est épais et en même temps, profond, ce qui explique que le véritable C n'a pas été étudié.

Nous pensons que dans ces sols, l'illuviation se poursuit actuellement, en effet, dans les profils évolués sur cendres, on n'observe pas de remaniement même au sommet des E.

Le profil illuvial des sols rouges canariens étudiés est différent de celui des sols rouges méditerranéens, en effet:

- . dans les sols étudiés, le profil illuvial est parfaitement statique, tandis que dans les sols rouges méditerranéens, il est soit intégralement dynamique, soit moyennement dynamique, comme dans les régions humides (presqu'île de Collo);
- . dans les sols rouges méditerranéens, le profil illuvial est profondément remanié, et même colluvionné, des micro-papules sont identifiables en nombre variable dans tous les E texturaux méditerranéens et au contact des horizons à croûte calcaire, les papules formant souvent une masse continue, au contraire dans les sols rouges de l'ene-

rife et de La Palma, on n'observe peu ou aucun indice de remaniement.

V. - L'ALTERATION

Dans les sols sur cendres, la microscopie optique ne permet qu'une étude partielle de l'altération, en effet, on ne peut suivre que la transformation des phénocristaux et de fragments de basalte.

Dans les sols les moins évolués (profil I), les phénocristaux et les fragments de basalte ne sont pas ou sont très légèrement altérés. Les hornblendes présentent une auréole ferrugineuse, tandis que les plagioclases, dans les fragments de basalte, tendent à se fissurer sans que l'on puisse noter de variations dans le profil. Les autres minéraux ne s'altèrent pas, mais les olivines et les augites n'ont pas été observées dans ces sols.

Dans les sols moyennement évolués (horizon IIIB₂b du profil II), les phénocristaux et les fragments de basalte sont nettement plus altérés que dans les sols précédents. Les plagioclases, dans les fragments de basalte, sont fortement cariés (stade 3-4 DELVIGNE, 1.975), tandis que les sanidines présentent un début de carie. Les hornblendes, les olivines et les augites n'ont pas été observées, sauf dans un profil où l'on a vu des fragments d'iddingsite.

Dans les sols les plus évolués (sol de surface du profil III), les plagioclases des fragments de basalte sont totalement altérés; leurs emplacements sont occupés par un voile microcristallin irrégulier et de faible densité; les olivines de ces mêmes fragments sont entièrement transformées en iddingsite. Les sanidines, les hornblendes, et les augites n'ont pas été observées dans ces sols.

Cette altération progressive des phénocristaux et des fragments de basalte traduit un phénomène qui affecte l'ensemble du sol, en effet, le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, qui est d'environ 4 pour les sols les moins évolués, décroît

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

jusqu'à 3,5 pour les sols moyennement évolués et tombe à 3 dans les sols les plus évolués. L'étude de ces sols aux R.X. met en évidence la formation de métahalloysite; cette analyse, du fait de son caractère qualitatif, ne met pas en évidence un accroissement net de ce type d'argile en relation avec l'évolution du sol. Signalons une ouverture des illites.

Dans les sols sur lapillis, la microscopie optique permet une étude plus complète de l'altération, on peut suivre la transformation de l'ensemble du lapilli.

Les phénocristaux sont fortement à totalement altérés, l'olivine en iddingsite et l'augite en goéthite (DELVIGNE et al., 1975).

Les plagioclases de la pâte microcristalline ont disparus sans avoir été remplacés; au microscope optique, leur lixiviation apparaît donc comme totale.

Les verres sont rubéfiés dans le profil IV, mais jaune brun dans l'horizon III_{B3b} du profil III.

L'altération de l'illménite en leucoxène a été observée uniquement dans l'horizon III_{B3b} du profil III.

Des produits de néoformation banaux n'ont pas été observés, sauf une argile, probablement de la métahalloysite, dans l'horizon III_{B3b} du profil III.

Incontestablement, dans les sols sur lapillis, l'altération est plus poussée que dans les sols sur cendres, le rapport $\text{SiC}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, oscillant autour de 2,5, le confirme. Mais les produits de néoformation sont les mêmes, essentiellement de la métahalloysite.

Les variations de l'altération entre le profil IV et l'horizon III_{B3b} du profil III sont dues à un drainage différent; le milieu est oxydant dans le profil IV d'où rubéfaction, mais confiné dans l'horizon III_{B3b} du profil III, d'où les couleurs jaune brun et la cristallisation d'argile en position banale.

Nous sommes en présence d'une même séquence

d'altération dans tous ces sols. Dans les sols sur cendres nous l'avons suivi progressivement, tandis que sur lapillis, nous nous sommes trouvés uniquement en présence de sols déjà évolués. Cette séquence est caractérisée par une lixiviation modérée et préférentielle de silice par rapport à l'alumine, ce qui se traduit par la formation de métahalloysite, mais des minéraux 2:1 mal cristallisés ont été observés.

VI. - LA RUBÉFACTION

Sur le terrain, on observe une intensification de couleur rouge, en relation avec l'évolution du sol. La couleur des sols les moins évolués se situe dans les 7,5 YR (profil II), quelquefois dans les 5 YR (profil I) et celle des plus évolués dans les 2,5 YR (profil III).

Dans les sols sur cendres, les couleurs sont toujours foncées, en moyenne dans les 3/3; pour les B, elles sont sensiblement plus foncées que celles des B des sols rouges méditerranéens qui se situent dans les 4/6. Dans les sols sur lapillis, les couleurs sont plus claires; 5/6. Des horizons enterrés anciens présentent également des couleurs claires (horizon IIIB_{3b} du profil III).

Il existe une relation entre l'accentuation de la couleur rouge et la proportion de fer libre; ainsi, les sols sur cendres les moins développés (profil I et sommet du profil II), contiennent environ 6 % de fer libre, les plus évolués environ 8-9 %, les sols évolués sur lapillis 13-15 %.

Vue en lames minces dans les sols sur cendres, la couleur rouge résulte d'une rubéfaction de la masse fine, mais avec une redistribution partielle sous formes d'impregnations ferrugineuses rouge-noir de la matrice. Dans les sols sur lapillis (profil IV), la couleur rouge résulte uniquement de l'altération rouge des verres volcaniques et dans une moindre mesure, d'une ferruginisation rouge de la pâte microcristalline, mais les phénocristaux, au

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

cours de leur altération, ne participent pas à la rubéfaction.

Dans tous ces sols, les accumulations argileuses, jaune à jaune brun, ne concourent pas à la rubéfaction. Sauf dans l'horizon III_B3b du profil III où la couleur rouge résulte uniquement d'accumulations argileuses rouges, les verres volcaniques s'y altèrent en brun ocre. Nous avons observé une origine illuviale de la rubéfaction dans d'autres horizons enterrés profonds et que nous supposons anciens, soit sur coulée de basalte totalement altérée (profil de Las Rosas) où la rubéfaction est totalement d'origine illuviale, soit sur cendres volcaniques (profil de Las Lajas) où la rubéfaction est seulement en partie d'origine illuviale.

Soulignons que pas plus que dans d'autres sols rubéfiés, le microscope polarisant ne permet de visualiser dans ces sols ni le responsable minéralogique de la couleur rouge, ni le micro-assemblage des minéraux argileux et du responsable de cette rubéfaction.

Au cours de leur altération propre, les phénomènes cristallins ne participent pas à la rubéfaction, cela confirme les observations faites sur les minéraux du granite en région méditerranéenne (BECH dans la Selva, Catalogne espagnole, et PENVEN dans la presqu'île de Collo, Algérie). Mais les verres et les cendres se rubéfient apparemment par altération directe.

Dans les sols rouges récents de Tenerife et de La Palma, l'illuviation, contrairement aux sols rouges méditerranéens, n'est pas un agent de la redistribution de la rubéfaction dans le sol. On constate qu'il n'existe pas de relation nette entre la teneur en argiles et taux de fer libre. Nous en concluons que dans les sols rouges récents de Tenerife et La Palma, la liaison minéraux argileux-oxydes de fer libres est moins étroite que dans les sols rouges méditerranéens.

CONCLUSIONS (1)

Parce que les sols rouges de Tenerife et La Palma sont développés sur des cendres et des lapillis de plus en plus récents, on peut suivre l'évolution de ces sols, qui se caractérise par:

- . un tassement progressif du matériau parental (dans les sols sur cendres) au niveau des B avec développement d'une structure polyédrique;
- . une illuviation débutant dès qu'un stade de tassement minimum a été atteint;
- . une altération progressive des phénocristaux; pour chaque minéral, un seul type de séquence d'altération a été observé;
- . une rubéfaction rapide de la masse fine des cendres et probablement, des verres en début d'évolution plus lente par la suite.

Un sol rouge évolué est caractérisé par:

- . une couleur rouge égale ou supérieure à 5YR;
- . un horizon B, du point de vue micromorphologique répondant aux critères de l'horizon argilique, mais n'en présentant pas toujours sur le terrain les caractères; il présente aussi des faces luisantes, quelquefois gauchies;
- . un taux de saturation du complexe absorbant voisin de 50% (avec des écarts d'environ 10%);
- . une altération moyenne à forte du matériau parental avec genèse d'argiles 1:1, du type métahalloysite, mais des argiles 2:1, mal cristallisées sont aussi présentes; les minéraux altérables (augite, olivine, plagioclases) sont altérés fortement, plus rarement en totalité, tandis que

(1) Une publication de synthèse sur les sols rouges des îles Canaries est prévue en collaboration entre FERNANDEZ-CALDAS, TEJEDOR, QUANTIN, et les auteurs.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

les minéraux peu à moyennement altérables (sanidine) le sont faiblement; le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ dans les sols sur cendres n'est jamais inférieur à 3 et à 2,5 dans les sols sur lapillis; le taux de fer libre dans les sols sur cendres est inférieur à 10%, et légèrement supérieur à 10% dans les sols sur lapillis;

- et sur le plan purement micromorphologique, par:
- . une illuviation à accumulations argileuses jaunes, non déformées et non intégrées au fond matriciel (dans des reliques de sols rouges anciens, une illuviation à accumulations argileuses rouges a été observée);
 - . un statisme total;
 - . une rubéfaction résultant d'une transformation de la masse fine des cendres avec une redistribution partielle sous forme d'imprégnations ferrugineuses, rouge noir et d'une rubéfaction des verres des lapillis.

Ce sont donc des sols à altération partielle à dominante monosialitique, avec rubéfaction, moyennement désaturés, à B d'altération, de structure par tassement (pour les sols sur cendres uniquement) et enrichis en argiles d'illuviation; ils sont faiblement à moyennement lessivés.

La comparaison de ces sols rouges avec les sols rouges méditerranéens est difficile. Nous nous sommes limités à la comparaison de la micromorphologie des B bien développés.

Les B méditerranéens présentent un dynamisme important alors que ceux de Tenerife et de La Palma sont statiques. Dans les B méditerranéens, des traces de remaniement sont très fréquentes, alors qu'elles sont rares dans ceux de Tenerife et de La Palma (sauf dans les sols sur lapillis).

L'illuviation, à cause du dynamisme, est difficile à comparer.

Dans les sols méditerranéens, la rubéfaction progresse vers la profondeur par l'intermédiaire d'une illuviation rouge, alors qu'au contraire, dans les sols rouges canariens récents étudiés, elle résulte uniquement d'une transformation du matériau parental.

GLOSSAIRE DES TERMES MICROMORPHOLOGIQUES

ACCUMULATION TEXTURALE : concentration granulométrique se présentant comme une unité au sein d'un ensemble de composition granulométrique différente. Terme général englobant l'ensemble des termes, argilane, matrane, siltane, etc. . . . Dans les sols rouges de Tenerife et La Palma, trois types d'accumulations texturales ont été observés:

accumulation argileuse : concentration en argiles, pouvant contenir des micro-inclusions triées, disposées en microlits (argilane);

accumulation alternée : alternance de lits, les uns du type accumulation argileuse, les autres plus grossiers, limono-argileux;

accumulation argileuse hydromorphe : accumulation à dominante argileuse, de couleur claire, à microlits (à micro-inclusions), irréguliers, sinueux à inclusions fréquentes de matériaux plus grossiers, à biréfringence tachetée à ponctuée.

AGREGATS POLYGONAUX: agrégats de forme polygonale en lames minces.

DEGRE D'ALTERATION DES MINERAUX PRIMAIRES : on distingue l'altération primaire, correspondant à la disparition ou au remplacement par des produits de néoformation du minéral primaire (6 classes d'altération primaire);

l'altération secon-

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

daire, correspondant à la disparition ou au remplacement par des produits de néoformation de seconde génération des produits de néoformation de première génération (5 classes d'altération secondaire);

et éventuellement, on peut distinguer des altérations d'ordre supérieurs.

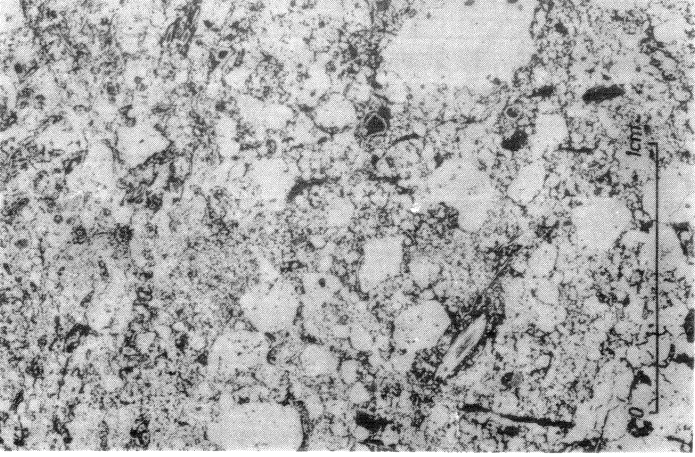
EN POSITION BANALE : une unité est dite en position banale lorsque sa distribution est indépendante d'une quelconque entité du sol, à l'exception des vides.

IMPREGNATION FERRUGINEUSE : se présente au microscope polarisant comme la superposition d'un matériau ferrugineux sur un fond matriciel.

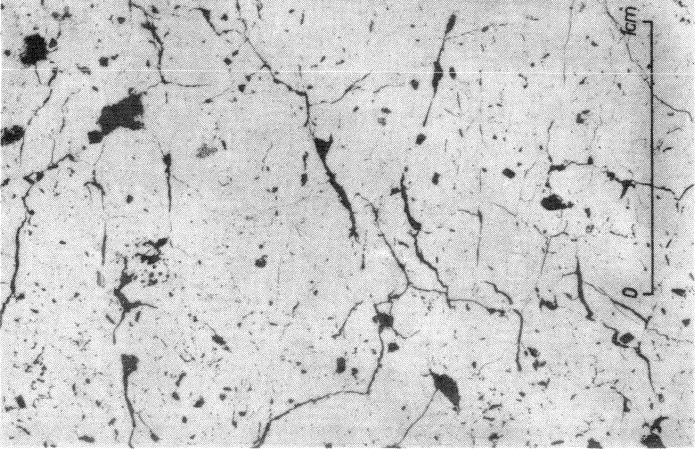
MATRICE MINÉRALE: fraction du sol se présentant aux faibles grossissements comme un ensemble continu. Aux forts grossissements, elle se résout en une masse fine et des micro-inclusions contrastées (responsable de l'aspect poussiéreux de la matrice). Ce terme est équivalent à plasma mais sans avoir le sens génétique de ce dernier.

SEQUENCE D'ALTERATION : pour chaque minéral, il existe une ou plusieurs séquences d'altération.

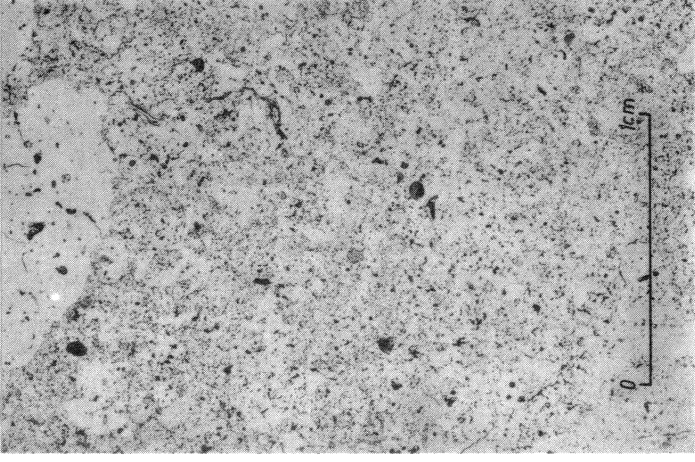
VIDES POLYCONVEXES : vides résultant d'un emboîtement de cercles plus ou moins déformés. Ils ont pour origine un tassement incomplet d'agrégats de forme circulaire.



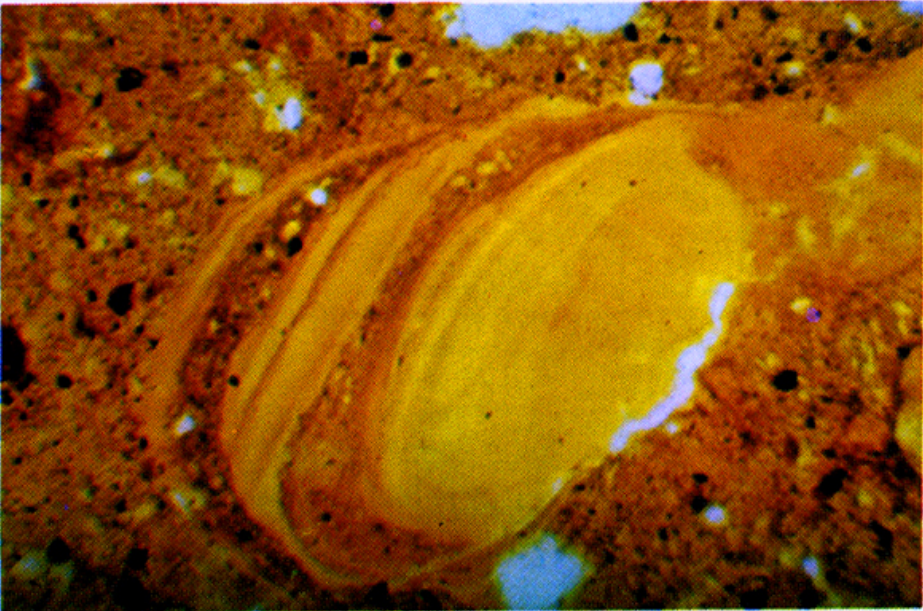
1



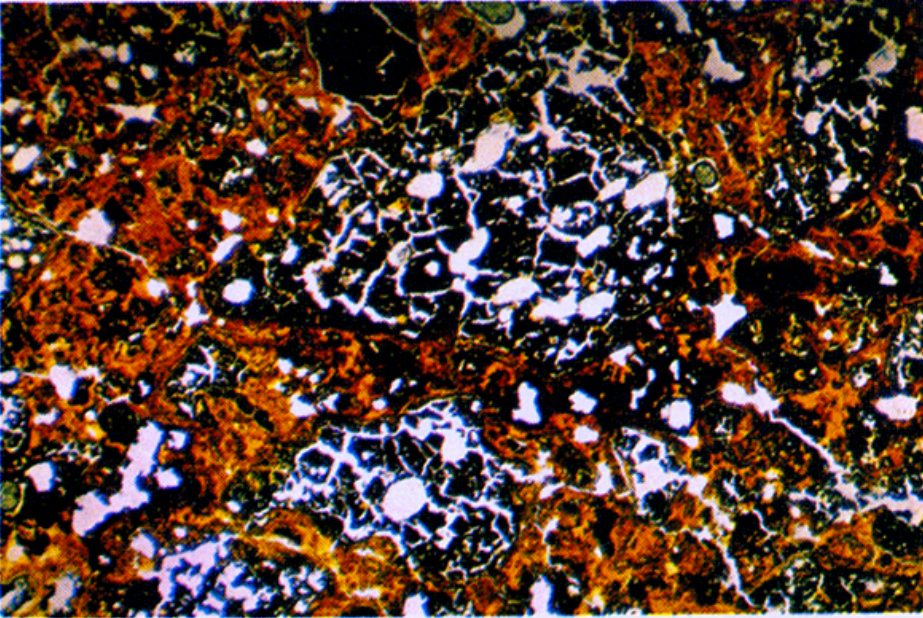
2



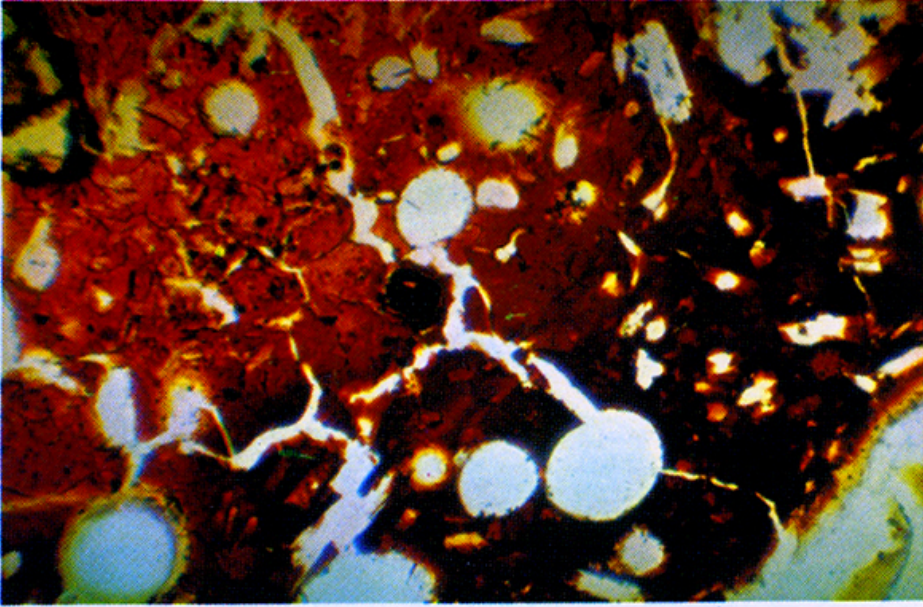
3



4



5



6

LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES

- Photographie 1. MICROSTRUCTURE DE L'HORIZON A
DU PROFIL 1
- Photographie 2. MICROSTRUCTURE DE L'HORIZON III B₂b
DU PROFIL II
- Photographie 3. MICROSTRUCTURE DE L'HORIZON A₁₁
DU PROFIL IV
- Photographie 4. ACCUMULATION TEXTURALE ALTER-
NEE COLMATANT UN VIDE DE L'HO -
RIZON III B₂b DU PROFIL II
- Photographie 5. VUE A FAIBLE GROSSISSEMENT DE
L'HORIZON III B₃b DU PROFIL III. Les
plages brun jaune correspondent à des
argiles illuviales, localement imprégnées
d'oxydes de fer (brun noir). Les plages
arrondies noires sont des grains de lappi-
lis totalement altérés (fendillés)
- Photographie 6. RUBEFACATION D'UN GRAIN DE LAPPI-
LI DANS L'HORIZON BC DU PROFIL IV
(FORT GROSSISSEMENT)
Noter que la rubéfaction est maximum à
la périphérie du grain.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

RESUME

Les auteurs ont comparé des sols rouges de Canaries (Tenerife et La Palma) développés sur des cendres et du lapillis d'âge, croissant avec les sols fersiallitiques du bassin méditerranéen.

Ils ont constaté que la couleur rouge est le seul caractère commun à ces sols; néanmoins, dans les sols sur cendres anciennes, le tassement donne des horizons comparables aux horizons argiliques des sols fersiallitiques méditerranéens. Mais les accumulations texturales, les figures dues au retrait gonflement et la microstructure sont toujours différents, en particulier dans les sols rouges des Canaries, le profil d'illuviation est indépendant de la rubéfaction.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNAL, M. (1972) - Aspects microscopiques de deux paléosols fersiallitiques très lessivés du bas Languedoc. Bull. A.F.E.S. 1972, n° 2, pp. 81-90.
- BECH, J.; FEDOROFF, N., SOLE, A. (1977) - Etude des andosols d'Olot (Gerona, Espagne). 3: Micromorphologie. A paraître dans Cahiers de l'I.O.R.S.T.C.M. (Pédologie).
- BENAYAS, J. (1970) - Micromorphologie des sols rouges méditerranéens. Séminaire de Microscopie du Sol. E.N.S.A. Grignon. doc. ronéo., 7p.
- BENAYAS, J., GUERRA, A. (1970) - Micromorphological study of rötter sediments in Almagro (Ciudad Real). Anales de Edafologia y Agrobiologia, T. XXIX, pp. 135-145.
- BENAYAS, J., GUERRA, A. (1972) - Contribution to the micromorphological study of red Mediterranean soils of Spain. Proceed. III Int. Work-Meet. on Soil Micromorphology, Wrocław, Pologne. pp. 429-443.

- BRAVO RODRIGUEZ, J. J., FERNANDEZ-CALDAS, E., MONTURIOL, F. (1976) - Distribución y características de los suelos canarios. Isle de la Palma. *Anales de Edafología y Agrobiología*. T. XXXV, N. 5-6. pp. 496-513.
- BRESSON, L-M. (1973) - A study of integrated microcopy: rubefaction under wet temperate climate in comparison with Mediterranean rubefaction. *Proceed. IV Int. Work-Meet. on Soil micromorphology*. pp. 526-541.
- BRESSON, L-M. (1974) - La rubéfaction récente des sols sous climat tempéré humide. Thèse Fac. Sciences, Université Paris VI, 197 p.
- CALLOT, G. (1972) - Micromorphologie des sols rouges en Charente. *Bull. A.F.E.S.*, nº 1-2, pp. 73-80.
- CEBALLOS, L., ORTUNO, F. (1951) - Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales. Instituto Forestal de Investigación y Experimentación. Madrid.
- DELVIGNE, J. and coll. (1975) - Report of the first meeting of the Sub-group on rock and mineral alteration. *Gent*. 23 p.
- FEDOROFF, N. (1966) - Sols rouges à la limite nord du bassin méditerranéen (Haute Provence). *Com. Conférence Sols méditerranéens. Société Espagnole Science du Sol*. Madrid. pp. 443-451.
- FEDOROFF, N. (1968) - Genèse et morphologie de sols à horizon B textural en France atlantique. *Science du sol*, nº 1. pp. 29-65.
- FEDOROFF, N. (1972) - L'apport de la microscopie à la connaissance des sols rouges méditerranéens. *Com. du 22è Congrès Int. de Géographie*. University of Toronto Press, pp. 303-304.
- FERNANDEZ-CALDAS, E., CUERRA, A. (1971) - Condiciones de formación y evolución de los suelos

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

- de Tenerife. *Anales de Edafología y Agrobiología*. T. XXX, N. 5-6. 565 p.
- FERNANDEZ -CALDAS, E.; BENAYAS, J.; ALONSO, J. J. (1975) - Influencia del medio ecológico en la micromorfología de Andosuelos (I. Tenerife) con especial referencia a la materia orgánica y fracción arcilla. *Anales de Edafología y Agrobiología*. T. XXXIV, N. 1-2, 77 p.
- FUSTER, J. Y., ARANA, V., BRANDLE, J. L. NAVARRRO, M., ALONSO, V. APARICIO, A. (1968) - Geología y volcanología de las Islas Canarias (Tenerife). Instituto "Lucas Mallada" C. S. I. C. Madrid.
- GRAGERA, P.; GUERRA, A. et al. (1966) - Guía de la excursión española. Sociedad española de Ciencia del Suelo. 151 p. .
- GUERRA, A. et al. (1972) - Los suelos rojos en España. Contribución a su estudio y clasificación. Publicaciones del Dpto. de Suelos del Instituto de Edafología y Biología Vegetal. C.S.I.C. Madrid. 253 p.
- HAUGEN, H. (1956) - Contribution to the geology of Tenerife (Canary Island). *Tennica* T. XVIII. Helsingfors.
- HEILMANN, P. G. F. (1972) - On the formation of red soils in the Lower Crati Basin (S. Italy). *Thesis*. Utrecht. 189 p.
- HUETZ DE LEUPS, A. (1969) - Le climat des îles Canaries. *Fac. Lettres Paris - Sorbonne. Série Recherches*. T. 54.
- KAWAI, K. (1969) - Micromorphological studies of andosols in Japan. *Bull. Nat. Inst. Agric. Japan*. pp. 145-154.
- KUBIENA, W. L. (1956) - Materialien zur Geschichte der Bodenbildung auf den Westkanaren. *Viè Cong. Intern. Science du sol, Paris, V. 38*, pp. 241-246.

- LAMOUREUX, M. (1971) - Etude de sols formés sur roches carbonatées. Pédogénèse fersiallitique au Liban. Thèse, Fac. Sciences, Strasbourg. 314 p.
- MARTIN, J. OLMEDO,; PANEQUE, G. (1973) - Soil porosity study of fersiallitic red soils of Southern Spain by optical-electronic and conventional methods. Procee. IV, International Wor. Meet. on soil Micromorphology, Kingston, Canadá. pp. 441-454.
- OSMOND, D.A.; STEPHEN, I. (1957) - The micropedology of some red soils from Cyprus. Journal Soil Science, 8 pp. 19-26.
- PANEQUE, G.; BELLINFANTE, N. (1964) - Mediterranean brown forest soils of the Sierra Morena (Spain). Their micromorphology and petrography. Soil Micromorphology, Elsevier, pp. 189 - 199.
- QUANTIN, P. (1975) - Observations sur les sols de Tenerife, Lanzarote et La Palma, Doc. nonéo., O.R.S.T.O.M.
- QUANTIN, P.; TEJEDOR, M. (1976) - Séquences chronologique et climatique de sols sur roches volcaniques aux Iles Canaries. Com. orale, A.F.E.S., le 2-12 - 1976.
- REDONDO; C. (1973) - Contribution à l'étude des formations quaternaires et des paléosols des vallées de la Bléone et de la Durance (de Digne à Malijai et de Mison à Vinon-sur-Verdon). Thèse, Univ. de Provence. 102p.
- REYNDERS, J. J. (1972) - A study of argillic horizons in some soils in Marocco. Geoderma, 8, pp. 267 - 279.
- SANCHEZ-CALVO, M. C. (1961) - Alofan y otros coloides en las arcillas de braunlehm y sus alteraciones en las Canarias occidentales. Anales de Edafología y Agrobiología, T. XX, pp. 189-208.

SOLS ROUGES DE TENERIFE ET DE LA PALMA

TORRENT, J. (1976) - Soil development in a sequence of river terraces in Northern Spain. *Catena*, vol. 3 pp. 137-151. Giessen.

VALENTI, A.; SANESI, G. (1966) - Etude micromorphologique de paléosols du Bassin du Mugello (Florence, Italie). *Pédologie*, XVI, 1, pp. 23-41.