

Études des sols formés sur les granites du Maresme (Catalogne, Espagne)⁽¹⁾

Jaime BECH (2, 3), José CARDUS (3, 4), Miguel LASALA (4), Annie BOULEAU (5),
Maurice LAMOUREUX (5), Paul QUANTIN (5), Pierre SEGALÉN (6)

(2) *Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola, Urgell 187, Barcelone 36, Espagne*

(3) *Catedra de Edafología, Nucleo Universitario de Pedralbes, Barcelone 28, Espagne*

(4) *Instituto de Biología de Barcelona. U.E.I. Edafología y Agrobiología, C.S.I.C. Jorge Girona Salgado S/N, Barcelona, 24 (Espagne)*

(5) *Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy, France*

(6) *Pédologue O.R.S.T.O.M., 25, rue de la Mairie, Saint-Martin-des-Champs, 29210 Morlaix, France*

RÉSUMÉ

Dans la région du Maresme, située à l'Est de Barcelone (Espagne), divers sols dérivés de granite ont été examinés. Dans la partie haute de la zone, on observe des sols bruns lessivés ou non, dépourvus de carbonate de calcium et à faibles teneurs en oxydes de fer. Les minéraux argileux sont un mélange d'illite, montmorillonite et métahalloysite. Dans la partie basse, les sols sont légèrement rubéfiés et très riches en carbonate de calcium, tandis que les minéraux argileux sont sensiblement les mêmes et les teneurs en fer semblables.

MOTS-CLÉS : Sols bruns — Chaîne granitique — Maresme (Catalogne).

SUMMARY

STUDY OF THE GRANITE DERIVED SOILS OF MARESME (CATALOGNA, SPAIN)

In the Maresme area, to the east of Barcelona, Spain, various soil profiles derived from granite have been studied. In the upper part of the zone, the soils are brown, leached or not, lack calcium carbonate and contain low amount of iron oxides. Clay minerals are a mixture of illite, montmorillonite, interstratified and metahalloysite. In the lower part, the soils are reddish, rich in calcium carbonate, whereas the clay minerals and iron oxide content are almost the same as in the above mentioned soils.

KEY WORDS : Brown soils — Granite range — Maresme.

RESUMEN

ESTUDIO DE LOS SUELOS DERIVADOS DE GRANITO DEL MARESME (CATALUÑA, ESPAÑA)

Se estudiaron algunos perfiles de suelos derivados de granito del Maresme al este de Barcelona, España. En la parte alta de la Sierra litoral, los suelos son pardos, lixiviados o no, desprovistos de carbonato calcico, con bajo contenido de oxidos de hierro. Los minerales arcillosos son una mezcla de illita, esmectita, interstratificados y melahalloysita. En la parte baja, los suelos son rojizos, muy ricos en carbonato de calcio, mientras que los minerales arcillosos y el contenido en oxidos de hierro son casi iguales a los de los suelos precedentes.

PALABRAS CLAVE : Suelos pardos — Cordillera granítica — Maresme.

(1) Ce travail a fait l'objet d'accords entre l'O.R.S.T.O.M. et l'Université de Barcelone.



FIG. 1. — Le Maresme : I, IV, II bis, IX bis
 --- isohyètes
 - - - ligne de crête de la cordillère littorale

1. INTRODUCTION

Le Maresme, situé à l'Est-Nord-Est de Barcelone, correspond à une étroite bande côtière de 50 km de long et de quelques km de large (fig. 1). Il s'étend le long de la mer depuis la banlieue Nord-Est de Barcelone jusqu'au rio Tordera ; vers l'intérieur, il s'appuie sur la cordillère granitique littorale (BECH BORRAS, 1982), d'une altitude de 400 à 600 mètres. Les sols qui font l'objet de cette étude ont été examinés dans cette chaîne entre San Juan de Vilasar et Orius (fig. 1).

2. ENVIRONNEMENT ACTUEL DES SOLS

2.1. Géologie et Géomorphologie

Le granite du Maresme appartient au batholite granitique hercynien du Nord-Est de l'Espagne.

Il est accompagné d'un cortège filonien de porphyres, aplites, pegmatites et quartz. Ces roches, en raison de l'érosion différentielle, constituent fréquemment des crêtes dans la chaîne côtière et sur ses contre-forts.

Le granite sert d'avant-pays pendant l'orogénèse pyrénéenne. L'effet des processus tectoniques s'est traduit par la formation d'abondantes failles et diaclases. A l'observation microscopique, on note une extinction roulante, et une structure en mosaïque du quartz, ainsi qu'une incurvation de certains cristaux de mica. Cette abondante fracturation a facilité l'altération profonde du granite en une arène atteignant 10 mètres d'épaisseur et même davantage. Cette formation d'arènes est localement appelée « saulo ».

En ce qui concerne le relief, on peut distinguer les parties hautes où abondent les formes arrondies des collines et les parties basses où se développent

TABLEAU I

Précipitations moyennes mensuelles (P en mm) et températures moyennes mensuelles (T en °C) de quelques stations du Maresme

		Janv.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	A
Mataró	T	10,3	10,2	12,3	14,0	16,9	20,7	23,5	23,9	21,7	18,0	13,6	10,6	16,3
	P	33	53	50	45	66	42	27	33	56	91	74	35	605
Cabriils	T	9,6	10,0	11,6	13,8	17,0	20,9	22,8	23,4	21,8	17,8	12,9	10,1	15,9
	P	37	34	38	47	43	28	33	31	101	92	83	52	619
Alella	T	2,5	9,2	11,6	13,8	17,2	20,8	23,7	23,2	21,3	17,2	12,7	9,6	15,8
	P	30	38	48	46	49	34	22	45	72	75	51	49	559
Tiana	T	7,3	7,4	10,2	12,4	16,1	19,4	22,5	22,1	20,0	16,0	10,9	7,6	14,8
	P	39	40	55	62	47	43	25	44	85	89	62	55	646
Argen-tona	P	38	39	57	69	47	44,5	16	32	88,5	77	56	43,5	607,5
Dosrius	P	40	63	73	78	67	51	51,5	31,5	83	85	49	47	719

des versants à pente douce en direction de la mer. Les pédiments sont sillonnés par des torrents ou *rieras* qui s'étalent près de la mer, comme la riera de *Argentona*.

2.2. **Le climat** de la région est de type méditerranéen littoral (BECH BORRAS, 1982). Il est caractérisé par les relevés des stations de Mataró, Cabriils, Alella et Tiana (tabl. I). Pour Argentona et Dosrius seules les précipitations sont connues.

Les précipitations moyennes sont de l'ordre de 600 mm. On observe deux maxima, l'un au printemps, l'autre beaucoup plus fort en automne, avec une interruption marquée en juillet et août. Cependant, dans le cœur du massif (Dosrius), cette interruption est limitée au mois d'août. Les précipitations les plus violentes ont lieu en septembre et octobre. Elles prennent un caractère orageux et les torrents gonflent rapidement en provoquant des érosions importantes. Au voisinage des crêtes, les nuages s'accrochent aux sommets et l'eau se condense en brouillards, augmentant ainsi l'eau disponible pour la pédogenèse.

Les températures moyennes annuelles sont de 15 à 16 °C avec un écart de 12 °C entre les trois mois les plus chauds (22,5 °C) et les trois mois les plus frais (10,5 °C).

Les diagrammes ombrothermiques traduisent la période sèche de juillet et août (fig. 2).

2.3. **La végétation** naturelle est constituée avant tout de chênes. L'association la plus fréquente est *Quercetum ilicis galloprovinciale* avec, dans les endroits les plus ensoleillés et sableux *Quercetum*

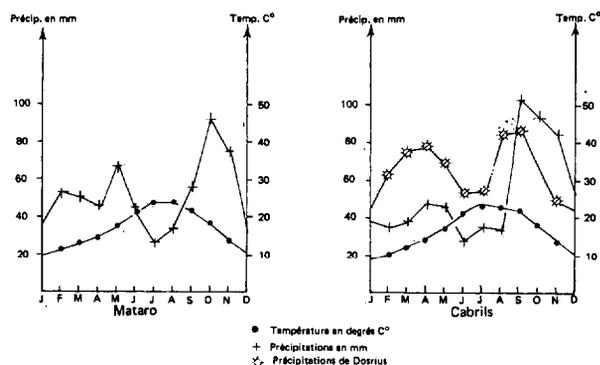


FIG. 2. — Diagrammes ombrothermiques de Mataró et Cabriils

ilicis suberetosum. Sur la chaîne littorale, la végétation secondaire est représentée le plus fréquemment par l'association *Cisto-Sarothamnetum catalaunium* qui caractérise des sols acides. Sur ces sols les plus acides, on note *Calluna vulgaris*, *Erica arborea* ou *Calycolome spinosa*. Par contre, sur les sols riches en calcium, au pied de la chaîne, on observe quelques plantes calcicoles comme *Antyllis cystisoides* et *Rosmarinus officinalis*. En présence de calcaire secondaire, *Coris monspeliensis*, *Phagnalon rupestre*, *Amaranthus retroflexus* sont observés.

Des reboisements en *Pinus pinea* et *Pinus halepensis* sont fréquents. Les cultures non irriguées sont à base de vigne, amandier et caroubier. Avec irrigation, on cultive des pommes de terre, des plantes fourragères, des fleurs (œillets et roses), des fraisiers, etc.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. **Les profils** étudiés sont situés entre San Juan de Vilasar, au niveau de la mer, et le col de Gironella (400 m) dominant la localité d'Orrius. La distance séparant le premier du dernier profil est d'environ 3,5 km.

Au niveau de la mer, les sols ne dérivent généralement pas de granites, mais d'alluvions quaternaires ou de limons éoliens. Ils sont fortement calcarifiés. Le premier profil, sur granodiorite, est le n° IV, à une altitude de 110 m, près de Cabrils ; le second est le n° I, près de la route de Cabrils, à Orrius, à 300 m ; le troisième est le II bis, sur la même route au col de Gironella, à 400 m ; le quatrième IX bis, à 430 m, à San Mateu (fig. 1).

PROFIL IV

Localisation : près de Cabrils.
 Altitude : 110 m.
 Exposition : Sud-Est.
 Topographie : plateau ondulé, pente 2 %.
 Végétation : ancien terrain de culture, actuellement reboisé en *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Brachypodium ramosum*, etc.

Roche-mère : granodiorite.
 Drainage : lent à moyen.
 Érosion : assez forte atteignant les horizons profonds.

Description du profil

Prof.	Horizon	Description
0-6 cm	A _p	Couleur sec 5 YR 3/4 ; couleur humide 7,5 YR 3/2 ; texture sablo-limoneuse ; structure polyédrique subanguleuse ; effervescence forte à HCl ; débris végétaux non décomposés.
6-20 cm	(B) Ca	Couleur sec : 5 YR 4/4 ; couleur humide : 5 YR 3/4 ; texture sablo-limoneuse ; moyennement structuré ; structure polyédrique subanguleuse ; graviers arrondis calcaires ; quelques racines petites, moyennes et grandes ; quelques galeries de vers de terre.
20-60 cm	C ₁	Couleur sec 5 YR 4/8 ; couleur humide 5 YR 4/4 ; matière organique non directement décelable ; calcaire en veines et cailloux ; granite altéré : plagioclases s'écrasant sous les doigts ; biotite en paquets noirs ; lits de calcite dans les diaclases ; texture sablo-limoneuse ; structure polyédrique subangulaire ; fragile, très friable, peu plastique, poreux ; quelques racines moyennes et fines ; activité biologique forte ; transition brutale, limite ondulée.

68-90 cm C₂ Couleur humide 7,5 YR 5/6 ; matière organique non directement décelable ; calcaire en veines et encroûtements ; granite altéré ; texture sableuse ; structure massive ; fragile, très friable, non plastique. Quelques racines moyennes, fines et surtout très fines ; activité biologique moyenne ; transition brutale, limite ondulée.

PROFIL I

Localisation : route de Cabrils à Orrius.
 Altitude : 300 m.
 Exposition : Sud-Sud-Est.
 Topographie : versant, largement ondulé.
 Pente : 15 %.
 Végétation : boisement à *Pinus pinea*, *Cistus albidus*, *Rosmarinus officinalis*, *Antyllis cytinoides*.
 Roche-mère : granodiorite.
 Drainage : rapide.
 Érosion : superficielle, très modérée.

Description du profil

Prof.	Horizon	Description
0-8 cm	A ₁	Couleur sec 10 YR 4/4, couleur humide 10 YR 3/3 ; matière organique difficilement décelable ; pas d'effervescence à HCl ; quelques cailloux ; texture sableuse ; structure grenue, faiblement structuré ; fragile, meuble, non plastique, peu poreux ; quelques racines moyennes et fines ; activité biologique moyenne ; transition tranchée, limite ondulée.
10-30 cm	(B)	Couleur sec 10 YR 5/4, couleur humide 10 YR 3/4 ; matière organique difficilement décelable ; pas d'effervescence à HCl ; pas de revêtements ; quelques petits cailloux ; texture sablo-argileuse ; structure polyédrique angulaire très fine, moyennement structuré, fragile, très friable, peu plastique, poreux ; quelques racines moyennes et davantage de fines ; activité biologique moyenne ; transition brutale, limite régulière.
35-50 cm	(B)/C	Couleur sec 7,5 YR 5/6, couleur humide 7,5 YR 4/4 ; matière organique non directement décelable ; pas d'effervescence à HCl ; sans revêtements ; quelques pierres ; texture sableuse ; structure polyédrique subangulaire, moyennement structuré ; fragile, meuble, peu plastique, poreux ; quelques racines grossières, moyennes et fines ; pas d'activité biologique ; transition brutale, limite ondulée.
70-80 cm	C ₁	Couleur sec 10 YR 5/6, couleur humide 7,5 YR 4/4 ; matière organique non directement décelable, pas d'effervescence à HCl ; pas de pierres ; granite

altéré; texture sableuse; structure grenue, moyenne; fragile, meuble, peu plastique, poreux; quelques racines grossières, moyennes et fines; pas d'activité biologique; transition tranchée, limite ondulée.

100-110 cm C₂ Couleur sec 10 YR 8/6, couleur humide 10 YR 6/4; matière organique non directement décelable; pas d'effervescence à HCl; pas de pierres; granite altéré (plages d'altération); texture sableuse; structure grenue, fragile, meuble, peu plastique, poreux, quelques racines grossières, moyennes et fines; pas d'activité biologique; transition tranchée.

PROFIL II bis

Localisation : route de Cabrils à Orrius, au Col de Gironella.

Altitude : 400 m.

Exposition : Nord.

Topographie : sommet de colline.

Pente : inférieure à 8 %.

Végétation : maquis à *Quercus ilex*, *Viburnum linus*, *Arbutus unedo*.

Roche-mère : granite.

Drainage : rapide.

Érosion : manifestation non visible.

Description du profil

Prof.	Horizon	Description
0-2 cm	A ₀	Couleur sec 10 YR 3/4, couleur humide 10 YR 3/2; débris végétaux.
2-5 cm	A ₁	Couleur sec 10 YR 3/3, couleur humide 10 YR 5/4; matière organique non directement décelable; pas d'effervescence à l'acide; quelques graviers, texture sablo-limoneuse; structure polyédrique subangulaire fine, faiblement structuré; fragile, très friable; peu plastique, non adhérent, très poreux; présence de racines très fines, fines, moyennes et assez grosses; transition nette entre 1 et 2,5 cm, limite ondulée.
5-20 cm	B	Couleur sec 10 YR 5/4, couleur humide 10 YR 5/4; matière organique non directement décelable; pas d'effervescence à l'acide; répartition régulière de quelques cailloux roulés; texture sablo-argileuse; structure polyédrique subangulaire moyenne, moyennement structurée; fragile, très friable, peu plastique, non adhérent, poreux; racines très fines, fines, moyennes et quelques-unes assez grosses; activité biologique moyenne; transition nette entre 1 et 2,5 cm; limite régulière.
20-120 cm	B-C	Couleur en sec 10 YR 5/4, couleur humide 5 YR 3/4; matière organique

non décelable; pas d'effervescence à l'acide; graviers abondants, quelques micas; texture sableuse; structure massive, dure, ferme, non plastique, peu poreuse; revêtements argileux dans des diaclases du granite altéré; présence de racines très fines, moyennes et grosses; activité biologique moyenne; transition diffuse; limite irrégulière.

PROFIL IX bis

Localisation : près de San Mateu.

Altitude : 430 m.

Exposition : Nord-Ouest.

Topographie : versant, ondulé.

Pente : 2-5 %.

Végétation : boisement à *Pinus pinea*, *Quercus ilex*, *Erica arborea*, avec au sol *Spartium junceum* et *Viola odorata*.

Roche-mère : granite.

Drainage : rapide.

Érosion : peu visible.

Description du profil

Prof.	Horizon	Description
0-3 cm	A ₁	Couleur humide 10 YR 3/3; à débris organiques; aucune effervescence à HCl; blocs peu abondants (2 à 15 %) et cailloux peu abondants de granite, pegmatite, porphyre altéré et quartz; texture sablo-limoneuse; structure fragmentaire grumeleuse fine; poreux; consistance friable; racines fines et moyennes; activité moyenne, transition distincte, limite régulière.
3-23 cm	(B)	Couleur humide 10 YR 4/4 à brun jaunâtre foncé; matière organique non directement décelable; aucune effervescence à HCl; très peu de cailloux et graviers (2 à 15 %) de granite, pegmatite et porphyre; texture sableuse; structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, fine à moyenne; poreux; consistance friable à très friable; racines fines et moyennes; activité biologique moyenne à faible; transition nette, limite régulière.
23-40 cm	II A	Couleur humide 10 YR 4/3; matière organique non directement décelable; aucune effervescence à HCl; très peu de blocs et cailloux (2 à 15 %), graviers peu abondants (quartz et pegmatites de formes irrégulières à arêtes émoussées); texture sablo-limoneuse; structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyennement fine; poreux; consistance friable; racines fines et moyennes; activité biologique moyenne; transition distincte, limite régulière.

- 40-70 cm II (B) Couleur humide 7,5 YR 5/5 ; apparemment non organique ; aucune effervescence à HCl ; cailloux et graviers peu abondants (quartz, pegmatite et porphyre de formes irrégulières) ; texture sablo-limoneuse ; structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse moyenne ; poreux ; consistance peu plastique et collant ; quelques racines fines et moyennes ; très friable ; transition nette, limite régulière.
- 70-120 cm III C Couleur humide 7,5 YR 4/4 ; taches d'altération à limites peu nettes ; apparemment non organique ; aucune effervescence à HCl ; oxydes et hydroxydes ferrugineux en taches et de forme diffuse dans le granite altéré ; texture sableuse ; structure massive ; très peu poreux ; revêtements argilo-ferrugineux sur la face verticale des agrégats et dans les diaclases ; quelques racines.

3.2. Micromorphologie

a. LE PROFIL IV, situé non loin de la mer, présente les caractéristiques micromorphologiques suivantes :

- de 0 à 10 cm (A) matières organiques sous forme de boulettes fécales et débris de racines ; pédoreliques limono-argileuses brun-rouge ; peu ou pas d'argilanes. L'horizon paraît avoir été fortement remanié et semble-t-il enrichi secondairement en carbonates.
- de 12 à 20 cm (BCa) le squelette est constitué de quartz, de plagioclases et de biotites, diversement altérés. La masse plasmique est assez importante avec dominance de limon ; elle est fortement enrichie en carbonate, sous forme d'amas et de nodules calcaires. Des zones plus argileuses, rougeâtres semblent étrangères à l'ensemble (pédoreliques). Les vides sont assez nombreux et gros.
- de 20 à 30 cm (C1) On observe de gros cristaux de biotite, des plagioclases et du quartz. Les plagioclases paraissent à l'origine des carbonates observés par points. Les vides sont abondants et le plasma peu développé.

b. LES PROFILS DE LA PARTIE SUPÉRIEURE de la séquence altitudinale présentent un certain nombre de caractères communs qui sont présentés ci-après :

Les éléments grossiers ou « squelette » peuvent couvrir une grande partie des lames (jusqu'à 80 % en IX bis). Ils sont un peu moins abondants, plus altérés et de dimension plus réduite vers la surface. Par contre la partie fine ou « plasma » ne représente qu'une petite surface (10 à 20 %) des lames, en revêtements ou en éléments de remplissage des vides ou fissures des différents minéraux.

Les minéraux du squelette sont dominés par les plagioclases, les biotites, les quartz et quelques amphiboles. On peut noter la présence de petites inclusions d'aegyrine dans certains micas.

Les plagioclases forment de gros cristaux gris clair (plusieurs mm), ils sont très abondants, fortement séricitisés dans leur partie centrale et de plus en plus vers la surface. Ils sont fissurés et peuvent présenter des vides intracristallins.

Les biotites sont parfois très abondantes (20 à 30 % de la lame II bis) et les cristaux peuvent atteindre plusieurs millimètres de long. De couleur brun-jaune, les biotites sont parcourues de stries d'altération brun foncé le long des lignes de clivage et de plages également brun foncé où les oxydes constituent un des éléments dominants des produits d'altération de ces micas.

Les cristaux de quartz sont moins abondants que les précédents, ils sont souvent gros, plus ou moins fendillés et émoussés.

Les amphiboles (I et II bis), bien visibles par leur couleur vert foncé, se présentent aussi en gros cristaux avec des larges fentes d'altération formant un quadrillage rempli d'oxydes de fer et de matériaux divers d'altération ou d'apport.

Le plasma se localise à l'intérieur des cristaux (intrafissural), surtout de la biotite ; ou en minces revêtements autour des cristaux ou des micropeds, en remplissage dans certains vides. Le plasma est biréfringent, mais son orientation est modérée (pas de litage) ; il ne semble pas témoigner de mouvements de grande amplitude. Il s'agirait d'un plasma d'altération « in situ », soumis à des déplacements d'ordre millimétrique ou centimétrique. Le profil II bis présente cependant quelques argilanes d'illuviation. Dans la partie supérieure du profil IX bis (2-18 cm), il contribue à la formation d'un assemblage insépique (biréfringent par points), où la matière organique intervient sur la couleur plus foncée et la structure plus arrondie des micropeds.

Les vides interprédiques sont assez abondants, surtout en surface ; quelques chenaux ou fissures verticales apparaissent sur certaines lames.

La matière organique se présente en masses brunâtres associées au plasma minéral, en boulettes fécales et en fines radicales. Certaines de ces radicales, associées aux cristaux (IX bis), viennent puiser à l'eau et les nutriments, et contribuer ainsi à leur altération.

3.3. Méthodes analytiques

Les techniques analytiques sont les mêmes que celles utilisées dans les études précédentes (BECH BORRAS *et al.*, 1982, 1983). Certaines d'entre elles

ont été effectuées dans les laboratoires de la chaire d'édaologie de Barcelone (analyse mécanique, matière organique, capacité d'échange, pII, etc.), d'autres complémentaires ont été effectuées à l'O.R.S.T.O.M. Bondy (oxydes de fer, constituants minéraux, observations microscopiques, etc.)

4. RÉSULTATS OBTENUS ET DISCUSSION

4.1. La morphologie

L'examen des divers sols étudiés permet de les subdiviser en deux ensembles. A la base du massif granitique (Cabrils), le carbonate de calcium est un constituant essentiel des sols. Il est présent dans tous les profils. Par exemple, le PROFIL IV (CABRILS) comprend deux parties très distinctes :

(1) un solum épais, de 20 cm de couleur brun-rouge, dont la surface a été travaillée et dont la partie inférieure a subi quelques déplacements ;

(2) une altérite épaisse, très fortement imprégnée de carbonate de calcium. Celui-ci se présente sous forme de filonnets entre les minéraux et imprègne les fantômes de plagioclases qui font effervescence à l'acide chlorhydrique.

A mesure qu'on s'élève dans le massif vers le col de Gironella, le carbonate de calcium disparaît, bien qu'on puisse le retrouver localement dans certains profils.

LES TROIS AUTRES PROFILS étudiés dans la partie haute du Massif, présentent des couleurs brun à brun foncé (pl. 10 YR). Seul le profil II bis présente des revêtements argileux décelables à l'observation sur le terrain, et encore s'agit-il d'accumulations dans les fentes de l'altérite avec un très léger début de rubéfaction. Il y a toujours un horizon, ou une zone du profil, qui présente une teneur en argile plus élevée ; mais, seule la présence de revêtements argileux a permis de caractériser des sols lessivés.

Les fractions sables (fins et grossiers) sont largement dominantes dans les divers profils ; les graviers, et parfois les cailloux, sont abondants et constituent une caractéristique de ces sols.

4.2. La micromorphologie

L'observation des lames minces permet de séparer nettement les sols plus ou moins carbonatés de la partie basse du Massif (profil IV), de ceux dépourvus de carbonates, mais situés plus en altitude. Le carbonate de calcium du profil situé à la base du Massif a probablement pour origine le calcium des plagioclases du granite, difficilement entraîné du fait d'un drainage local déficient.

Le « squelette » de tous les échantillons observés est très abondant, formé de gros minéraux très altérés, surtout au sommet des profils. Comme dans les sols bruns de la région de Prades (BECH *et al.*, 1983), ces éléments grossiers sont des « sables et limons-réservoirs » susceptibles de protéger de l'éluviation une partie du plasma.

Le plasma, étroitement lié aux grains du squelette (en bordure, intrafissural, etc.), ne semble pas témoigner de déplacements importants (argilanes d'illuviation), sauf peut-être pour le profil II bis. Il s'agirait plutôt d'une réorganisation *in situ* du plasma avec des déplacements limités, millimétriques à centimétriques.

En surface, la matière organique s'associe étroitement au plasma minéral pour constituer des micropeds, favorables au développement de vides interpédiques. Dans l'ensemble la porosité de ces sols, riches en éléments grossiers est très forte.

4.3. Propriétés physiques (tabl. II, III, IV)

GRANULOMÉTRIE

Le profil IV, à la base du Massif, se caractérise par de fortes teneurs en sables (grossiers : 40 à 70 %, fins : 9 à 23 %) ; l'argile est en faible quantité (3 à 5 %) et le limon relativement abondant (10 à 30 %). L'analyse mécanique, pas plus que l'observation sur le terrain, ne met en évidence une migration de l'argile. Les profils du centre du Massif présentent une très forte dominance de sables grossiers (50 à 60 %) et fins (10 à 30%). La fraction argile est comprise entre 10 et 18 % ; il y a moins de limons. Toutefois, l'horizon (B) ou B a une teneur plus élevée en argile que le reste du profil (le rapport des teneurs en argile de l'horizon B sur l'horizon A est compris entre 1,1 et 1,4).

4.4. Propriétés chimiques (tabl. II, III, IV)

La matière organique du profil IV (base du Massif) est peu abondante ; elle décroît rapidement avec la profondeur, et le rapport C/N est proche de 10 dans tout le profil. Dans le reste du Massif, on note un accroissement des teneurs avec l'altitude ; en effet, on passe de 1,1 % (profil I), à 6,9 % (profil II bis) et 9,0 % (profil IX bis). Le rapport C/N augmente de 12,5 (\pm) à 15 (II bis et IX bis). Ces fortes teneurs en matière organique sont concentrées dans les quelques centimètres correspondant à l'horizon A 1 ; elles décroissent très vite avec la profondeur.

Le pH du profil est modérément alcalin (7,2 à 8,4) et le Δ pH varie de — 0,3 en surface à — 1,25 en profondeur. Dans les autres profils le pH est compris entre 6,0 et 7,2 ; on note toutefois un net abaissement

TABLEAU II
Caractéristiques analytiques du profil IV bis (Cabrils)

Prof. cm	Horizon	Prof. cm	Grav. %	SC %	SF %	L %	Arg. %	C %	M.O. %	N %	C/N	CO ₂ Ca %	Cond. Elect. mmhos/cm	P ₂ O ₅ %
0-6	Ap	0-6	21,2	43,6	23,7	29,9	2,7	1,64	2,8	0,17	9,5	39,6	2,46	0,019
6-20	B(Ca)	6-20	12,4	53,9	16,7	25,5	3,8	0,75	1,3	0,07	10,4	28,5	1,08	0,012
20-60	C ₁ Ca	20-60	11,8	54,6	20,0	20,3	5,1	0,32	0,55	0,04	8,35	28,5	0,68	0,009
60-90	C ₂ Ca	60-90	19,3	76,5	9,85	10,15	3,5	0,05	0,1	0,004	11,1	6,7	1,12	0,007

Prof. cm	CEC ←	Ca m é	Mg l o o	K g	Na →	V %	pH			Fe ₂ O ₃					
							H ₂ O	KCl	ΔpH	Tot. %	Libres %	L/T %	Oxydes Am %	Oxydes crist %	Min Prim. %
0-6	13,8	45,75	0,8	0,84	0,45	Sat.	7,65	7,3	- 0,35	3,75	1,08	26,0	0,36	0,72	2,67
6-20	13,7	46,25	1,1	0,22	0,52	Sat.	8,20	7,3	- 0,9	2,25	0,88	39,5	0,04	0,84	1,37
20-60	10,6	45,25	0,45	0,14	0,42	Sat.	8,2	7,4	- 0,8	4,28	1,20	28,1	0,26	0,94	3,34
60-90	10,1	40,25	0,4	0,05	0,43	Sat.	8,4	7,15	- 1,25	4,45	1,20	24,7	0,72	0,48	3,97

Oxydes am. oxydes amorphes.

Oxydes crist. oxydes cristallisés.

Min. Prim. Fer des minéraux primaires en Fe₂O₃ %.

Ca mé = Ca échangeable + Ca des carbonates dissous par CH₃CO₂NH₄.

TABLEAU III
Caractéristiques analytiques des profils du Haut du Massif

Profil cm	Horiz.	Prof. en cm	Grav. %	SC %	SF %	L %	Arg. %	C %	M.O. %	N %	C/N	CO ₂ Ca %	mmhos/cm	P ₂ O ₅ %
I. Chemin de Cabrils à Orrius	A1	0-8	21,3	60,0	21,4	5,7	12,9	0,65	1,1	0,05	12,1	tr	0,55	0,04
	(B)	10-30	22,0	58,6	16,1	7,5	17,8	0,5	0,8	0,04	11,9	tr	0,65	0,01
	(B)/C	35-50	10,5	52,15	22,1	12,1	13,6	0,15	0,2	0,02	6,2	tr	0,77	0,02
	C1	70-80	7,1	48,4	28,5	9,3	13,8	0,1	0,2	0,02	5,7	tr	0,74	0,01
	C2	100-110	6,45	65,7	18,1	8,7	7,4	0,05	0,1	0,01	4,2	tr	0,48	0,015
II bis Col de Gironella	A0	0-2	18,0	57,6	17,1	11,8	13,5	4,0	6,9	0,26	15,4	tr	0,74	0,04
	A1	2-4	12,6	56,5	16,6	13,3	13,6	3,0	5,2	0,23	13,2	tr	0,94	0,024
	A2 B	5-8	8,0	50,3	23,0	7,3	19,4	1,0	1,8	0,06	17,2	tr	0,98	0,02
	B	8-14	5,8	59,55	19,6	8,2	12,6	0,7	1,2	0,04	15,4	tr	0,79	0,015
	B	14-20	22,8	66,9	13,2	9,7	10,2	0,2	0,3	0,02	11,0	tr	0,48	0,01
	B/C	20-35	28,4	62,8	17,35	5,9	13,95	0,1	0,2	0,02	7,4	tr	0,32	0,014
	C	65-80	21,1	71,5	11,9	6,8	9,84	0,1	0,2	0,15	6,6	tr	0,36	0,04
C	100-120	11,65	61,1	16,6	11,55	10,7	0,1	0,15	0,15	5,5	tr	0,35	0,03	
IX bis San Mateu	A1	0-3	6,25	31,7	35,5	18,3	14,5	5,25	9,0	0,34	15,2	tr	0,57	0,05
	B	3-23	5,55	49,5	27,6	12,4	10,5	0,7	1,2	0,05	13,0	tr	0,65	0,01
	II A	23-40	3,2	59,2	17,65	11,0	12,0	0,65	1,1	0,05	12,4	tr	0,36	0,02
	(B)	40-70	3,85	61,0	14,3	8,15	16,6	0,4	0,6	0,03	12,1	tr	0,42	0,02
	C	70-120	3,90	65,45	15,2	8,1	11,2	0,1	0,15	0,02	4,8	tr	0,41	0,025

(jusqu'à 5,4) dans l'horizon A₂B du profil II bis. Le ΔpH reste toujours franchement négatif et atteint même - 2,0 dans le profil IX bis, indiquant de fortes charges négatives, provenant de minéraux argileux 2/1.

Le complexe absorbant est caractérisé dans le profil IV par de fortes teneurs en calcium, moyennes en sodium, faibles en magnésium et en potassium (sauf en surface). La capacité d'échange de cations

est comprise entre 10 et 13 mé/100 g ; si on la rapporte à la teneur en argile, cette valeur est certainement influencée par l'abondance de la montmorillonite.

Dans les autres sols du Massif, on observe une capacité d'échange de cations pour les horizons minéraux comprise entre 8 et 18 mé/100 g, également influencée par les minéraux argileux 2/1. L'ion calcium est toujours dominant (8 à 12 mé/100 g) ;

TABLEAU IV
Caractéristiques analytiques des profils du Haut du Massif (suite)

	Prof. cm	m é / 100 g							pH			Fe ₂ O ₃					
		CEC	Ca	Mg	K	Na	S	V 7	H ₂ O	KCl	Epil	Tot.	Libres	L/T	Min.Pr.	Ox. Crist.	Ox. am.
I Chemin de Cabriils à Orrius	0-8	12,45	12,0	2,75	0,1	0,25	15,1	Sat.	7,5	6,5	- 1,0	4,55	1,6	35,1	2,95	1,0	0,6
	10-30	12,8	11,0	2,5	0,1	0,4	14,0	Sat.	7,2	6,4	- 0,8	4,85	1,5	30,9	3,35	1,1	0,4
	35-40	11,0	11,4	2,7	0,1	0,5	14,7	Sat.	7,2	6,1	- 0,9	4,4	1,4	31,8	3,0	0,75	0,65
	70-80	8,2	8,8	1,85	0,05	0,5	11,2	Sat.	7,1	6,0	- 1,1	3,95	1,1	27,9	2,85	0,7	0,4
	100-110	5,4	5,4	1,3	0,05	0,6	7,3	Sat.	7,1	5,4	- 1,7	4,25	1,0	23,5	3,25	0,5	0,5
II bis Col de Gironella	0-2	22,5	10,4	2,3	0,6	0,3	13,6	60,4	6,1	4,85	- 1,25	4,8	1,45	30,2	3,35	1,25	0,2
	2-4	18,4	9,1	2,1	0,5	0,3	12,0	65,2	6,0	4,9	- 1,1	4,3	1,4	32,5	2,9	1,25	0,15
	5-8	16,7	8,4	2,6	0,3	0,25	11,55	69,1	5,4	4,1	- 1,3	5,1	1,5	29,4	3,6	1,2	0,3
	8-14	14,65	7,6	3,0	0,2	0,2	11,0	75,0	5,5	4,1	- 1,4	5,25	1,8	34,2	3,45	1,4	0,4
	14-20	16,5	9,92	4,3	0,1	0,3	14,6	88,5	6,05	4,5	- 1,55	5,9	2,0	33,9	3,6	1,5	0,5
	20-35	16,0	10,54	4,1	0,1	0,3	15,0	93,7	6,3	4,7	- 1,6	5,75	1,65	28,7	4,15	1,05	0,6
	65-80	13,7	7,9	3,2	0,06	0,3	11,5	87,1	6,5	5,3	- 1,2	5,15	1,25	24,2	3,90	0,65	0,6
	100-120	18,1	11,35	4,8	0,07	0,3	16,5	91,1	6,6	4,6	- 2,0	4,25	1,45	34,1	2,80	0,85	0,6
IX bis San Mateu	0-3	22,4	14,4	3,1	0,3	0,7	18,0	80,3	6,75	4,80	- 1,95	3,7	1,4	35,9	2,3	1,1	0,3
	3-23	16,75	10,0	3,15	0,06	0,4	13,6	82,4	6,2	4,15	- 2,05	3,2	0,95	29,9	2,25	0,55	0,4
	23-40	15,41	8,0	2,8	0,08	0,2	11,2	72,6	6,2	4,1	- 2,1	2,7	1,1	40,7	1,6	1,0	0,1
	40-70	13,4	8,8	3,4	0,06	0,2	12,1	92,9	7,0	4,65	- 2,35	3,0	1,3	43,3	1,7	0,9	0,4
	70-120	11,8	11,1	3,2	0,04	0,6	14,9	Sat	6,5	4,9	- 1,6	3,1	1,1	35,3	2,0	0,4	0,7

Ox. am. Oxydes amorphes

Ox. crist. " cristallisés

Min. Prim. Fe des minéraux primaires en Fe₂O₃Z

le magnésium est compris entre 2 et 5 mé/100 g ; le potassium entre 0,1 et 0,6 mé/100 g et le sodium entre 0,2 et 0,6 mé/100 g. Le taux de sodium, souvent supérieur à celui du potassium peut être mis en relation avec l'abondance des plagioclases calcosodiques.

La mesure du degré de saturation du profil IV est sans intérêt par suite de l'abondance du carbonate de calcium. Par contre, dans les profils de l'intérieur du massif granitique, on observe que dans le profil I, sans qu'il y ait à proprement parler de carbonate libre dans le sol, détectable par observation, le complexe est saturé ; dans les profils II bis et IX bis, le degré de saturation est peu désaturé (60 à 93 %) avec des valeurs comprises entre 70 à 90 %.

La conductivité électrique de la solution extraite de la pâte saturée est la plus élevée dans le profil IV, riche en carbonate de calcium avec 2,5 mmhos/cm l tandis que, dans les autres sols, cette conductivité est toujours inférieure à 1 mmho/mm.

L'acide phosphorique assimilable est très faible dans tous les profils, avec des valeurs inférieures à 0,05 ppm.

4.5. Les constituants minéraux (tabl. II, IV, V)

Les oxydes de fer ont fait l'objet de trois types de déterminations, totaux, libres, amorphes. Les oxydes

totaux sont compris entre 3 et 5 %. Les oxydes libres (extraits au dithionite de sodium) sont compris entre 1 et 2 %, tandis que les oxydes dits amorphes sont compris entre 1,1 et 0,67. Ces derniers représentent environ la moitié des oxydes libres. Les oxydes ont été subdivisés en oxydes de minéraux primaires, oxydes libres cristallisés et oxydes dits amorphes. Les formes incluses dans les minéraux primaires sont comprises, le plus souvent entre 2 et 4 %, tandis que les oxydes cristallisés sont compris entre 0,8 et 1,2 %. Le rapport des oxydes de fer libres sur les oxydes de fer totaux (L/T %) est compris entre 24 et 43 % et le plus souvent entre 30 et 35 %. Ces différentes valeurs indiquent que l'altération des minéraux primaires ferrifères est encore peu avancée.

L'identification des minéraux primaires et secondaires des fractions inférieures à 2 mm et inférieures à 2 μ a été obtenue par diffraction de rayons X et par microscopie, optique et électronique (tabl. V).

Le profil IV (Cabriils) contient peu de minéraux primaires autres que micas et feldspaths, présents en surface et dans l'altérite. L'enrichissement de l'horizon de surface en quartz et mica paraît dû à un rajeunissement consécutif à un colluvionnement ou à un apport éolien.

Dans la fraction inférieure à 2 μ, on note l'abondance de la montmorillonite, avec des quantités

TABLEAU V

Composition minéralogique du sol < 2 mm et de la fraction < 2 μ

Profil horizon	Minéraux primaires			Minéraux secondaires						oxydes de fer Go	Carbonates de Ca Ca	Remarques
	Q	Mi	F	argiles 1/1		argiles 2:1 ou 2:1:1						
				Kd	mH	Io	I-M	M	C			
IV Ap Bca C1ca C2	+	+	-	-	1,5	2,5	tr	6	tr	+	+	} mica moins altéré, plus de Q } mica très altéré, plus de M } et de calcite, un peu de Go } mica moins altéré, plus de Q } moins de M et de Ca
	tr	tr	-	-	2	2	tr	6	tr	+	+	
	tr	tr	-	-	2	2	tr	6	tr	-	++	
	+	+	-	-	2	3,5	tr	4,5	tr	-	tr	
I A1 } (B) } B/C } C1C2 }	tr	+	tr	-	2,5	5,5	1	1	tr	tr	-	} mica moins altéré, plus de I-M } et de M, moins de mH } transition } altération plus poussée } plus de mH et moins de Io
	-	tr	tr	-	3,5	4	1,5	1	tr	tr	-	
	-	tr	tr	-	4	3	2	1	tr	-	-	
	tr	+	tr	-	1	5	3	1	1	-	-	
IIb A11-A12 A/B1-B1 B2-B2	tr	+	tr	-	1	4	3	2	tr	-	-	} mica moins altéré, moins de M } et de mH } mica plus altéré } plus de M et de mH
	tr	+	tr	-	1	4	3	2	tr	-	-	
	tr	+	tr	-	2	2	3	3	tr	-	-	
IXb II A et B III A et B III C	tr	+	tr	-	2	2,5	5,5	tr	-	-	-	} mica plus altéré, plus de I-M et M } mica moins altéré } matériau plus altéré
	tr	++	tr	-	2,5	4	3,5	tr	-	-	-	
	tr	+	tr	-	3	2	5	tr	-	-	-	

Symboles : Minéraux primaires : Q = quartz Mi = mica F = feldspath.

Minéraux secondaires : Kd = kaolinite désordonnée mH = métahalloysite Io = Illite « ouverte » I-M = Illite-smectite M = smectite C = chlorite Go = Goethite Ca = calcite.

Notations 1/2 quantitatives : ++ moyen, + un peu, tr traces.

Minéraux argileux exprimés en 1/10 de la somme des argiles.

N.B. : Les argiles représentent 10 à 20 % du sol < 2 mm.

subordonnées d'illite et de métahalloysite. La goethite est identifiable dans les deux premiers horizons, tandis que la calcite est présente dans tout le profil.

Dans le profil I, micas et feldspaths sont les minéraux altérables présents.

Dans la fraction inférieure à 2 μ , l'illite et la métahalloysite sont dominantes avec de petites quantités de montmorillonite et d'interstratifiés I-M. Il y a des traces de goethite, mais pas de calcite.

Dans le profil II bis, les minéraux primaires sont analogues à ceux du sol précédent ; les minéraux de la fraction argile sont des minéraux illitiques qui augmentent de la profondeur vers la surface, alors que la montmorillonite décroît de la profondeur vers la surface et l'interstratifié I-M reste constant. La métahalloysite est faible. Il n'y a ni goethite, ni calcite.

Dans le profil IX bis, les minéraux primaires sont identiques à ceux des sols précédents. Les minéraux de la fraction inférieure à 2 μ sont constitués de montmorillonite, d'interstratifié I-M, d'illite et de métahalloysite. Il n'y a ni goethite, ni calcite.

Dans les quatre sols la fraction inférieure à 2 μ est donc à dominance de minéraux argileux 2/1 (M, I-M et I) et avec une présence constante de

métahalloysite. La goethite est rarement identifiée. La calcite n'est présente que dans un seul profil (IV).

Dans deux profils de sols bruns, I et II bis, l'altération argileuse semble plus poussée à la base du profil dans les horizons (B) et C, pour former de la métahalloysite et des smectites, que dans la partie supérieure du sol, où les micas sont moins altérés, en argiles interstratifiées (I-M). Le rajeunissement relatif du sol en surface paraît presque général et semble dû à l'érosion différentielle par entraînement latéral des argiles.

5. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'ensemble des caractéristiques observées, déterminées ou mesurées sur les quatre profils étudiés permet de faire des propositions dans trois domaines différents : la pédogenèse, la classification et l'utilisation des sols.

5.1. Pédogenèse

Les quatre profils examinés sont situés sur le versant sud-est de la cordillère littorale. Ils dérivent de granite ou de granodiorite, riche en plagioclases.

Le profil IV, d'altitude la plus basse, a été observé dans une zone soumise à la culture ; les trois autres sont occupés par des boisements récents de pins ou de chênes. Le climat qui règne actuellement à Cabrils est qualifié de « méditerranéen littoral » (BECH, 1982) et n'est nullement subaride. Celui qui prévaut dans la cordillère proprement dite est un peu plus humide (600 à 700 mm de précipitations) que celui de Mataró ou de Cabrils, et à peine un peu plus frais (2 à 3 °C). Mais la saison sèche est moins marquée et le contraste diurne plus accentué que dans le climat méditerranéen typique. Les effets de l'occupation humaine et les changements climatiques de la cordillère, dans un passé récent ou plus lointain, sont encore mal connus, mais probables ; le remaniement de la partie supérieure de plusieurs sols (confirmant en cela les observations faites dans la zone proche de la Selva (1)) est net. Enfin, si les quatre profils étudiés ne sont pas génétiquement liés, ils peuvent être considérés comme représentatifs des sols de la cordillère.

les sols aval

PROFIL IV

Le sol de Cabrils présente les caractéristiques suivantes :

— une altérite relativement épaisse et non remaniée, puisque la structure primitive de la roche y est très reconnaissable ;

— un solum peu épais (20-35 cm) et qui a été certainement remanié ;

— une couleur rougeâtre, dans la planche 5 YR ; cependant, la teneur en oxydes de fer est faible et bien que le seul minéral identifiable soit la goethite une faible teneur en hématite (0,5%) très fine, peut donner cette couleur rougeâtre ;

— la teneur en argile est faible et aucune trace de migration n'est visible ;

— le carbonate de calcium est particulièrement abondant et sa teneur croît de la base vers le sommet (6,7 à 39,6 %). Ce carbonate imprègne les fantômes des plagioclases, qui s'écrasent sous la pression des doigts, et il forme des filonnets dans les diaclases. On observe en surface des graviers calcaires.

L'altération du granodiorite de Cabrils concerne en partie les plagioclases et les micas. Un profil s'est développé, avec genèse de montmorillonite et formation d'un horizon (B) rubéfié par individualisation d'un peu d'oxydes de fer.

(1) BECH *et al.*, 1982.

Tout le profil s'est imprégné de carbonate de calcium, pour lequel trois origines sont possibles :

(1) Dissolution du calcium du granite de la cordillère (altération des plagioclases), puis transport par les rieras et accumulation dans la zone de piedmont.

(2) Altération « in situ » des roches et épigénie des minéraux par le carbonate de calcium.

(3) Éventuellement, apport depuis les sables calcaires littoraux par les vents venant de la Méditerranée.

Il est possible d'observer en différents points de la côte catalane, au nord comme au sud de Barcelone, des accumulations importantes de carbonate de calcium dans les profils. Il est peu probable qu'elles soient en relation avec le climat actuel, mais plutôt avec une période plus sèche du Quaternaire au cours de laquelle un sol de type fersiallitique, peu développé, a pu être secondairement recarbonaté. Le climat actuel n'est pas assez humide pour permettre la dissolution complète de tout le carbonate de calcium, ni assez sec pour permettre sa précipitation.

Les sols amont

PROFILS I, II bis ET IX bis

Ces trois profils ont un certain nombre de points communs :

— ils sont situés sur des pentes modérées, à bon drainage externe ; les précipitations sont là plus fortes qu'en plaine et les températures sont légèrement plus faibles ;

— l'altération de la roche est plus modeste et ne porte que sur un ou deux mètres, sans doute du fait de l'érosion ;

— la couleur du solum n'est pas rouge, la plupart du temps, mais brun (planche 10 YR du code Munsell) ;

— les teneurs en oxydes de fer libres sont faibles et leur nature difficile à préciser avec certitude.

L'altération des minéraux primaires est modérée ; ainsi que le développement du profil, sauf pour le II bis ;

— les minéraux argileux sont un mélange de minéraux 2/1 avec un peu de métahalloysite. On note une prédominance d'illite et d'interstratifiés I-M sur les smectites ;

— la migration d'argile n'est pas évidente, sauf dans II bis ; cependant, on observe toujours une teneur en argile plus forte quelque part dans le B ;

— le taux de saturation en bases échangeables est très élevé, avec parfois un excès de calcium ; le calcium échangeable est toujours dominant ; cependant, aucun sol ne fait effervescence à l'acide.

Toutefois, on peut établir quelques différences entre les profils :

Le profil I à la partie inférieure de la séquence, présente un pH supérieur à 7,0, et un taux de saturation en bases un peu supérieur à 100 ; bien qu'il ne fasse pas effervescence à l'acide.

L'illite est le minéral argileux dominant et la diffraction des rayons X indique la présence de petites quantités de goethite.

Le profil II bis, à une altitude un peu plus forte, est déjà plus acide et moins saturé. Ce profil est nettement plus différencié. On observe un horizon A1 jaunâtre, suivi d'un horizon de transition A2 B difficile à bien séparer, car il pénètre dans des diaclases de la roche altérée. L'horizon est nettement plus rougeâtre, bien qu'on n'y observe pas d'oxydes de fer bien cristallisés ; le taux d'argile augmente de 13,6 % à 19,4 % puis s'abaisse à 12,6 %. Cet accroissement est observable sur le terrain et en lame mince. Ceci suggère que le profil est déjà le siège d'une migration d'argile et qu'on peut le considérer comme lessivé.

Le profil IX bis montre des signes nets de remaniement. On y a distingué deux matériaux superposés. Le taux de saturation en bases y demeure élevé.

5.2. Classification des sols

La classification de ces sols ne pose pas de problème très délicat dans chacun des trois systèmes utilisés : classification française (CPCS), Soil Taxonomy de l'USDA, et liste des unités sols de la FAO/UNESCO.

PROFIL IV (*Cabrils*)

Le sol comporte : un solum de couleur brun-rouge, qui contient de la montmorillonite en abondance et du carbonate de calcium ; une altérite très fortement imprégnée de carbonate de calcium.

Dans la classification française (CPCS), ce sol appartient à la classe des sols à sesquioxydes de fer, sous-classe fersiallitique, groupe des sols à réserve calcique et le plus souvent peu lessivés, sous-groupe calcifié.

Dans la Soil Taxonomy, ce sol a un régime xérique, un horizon calcique cambique et une conductivité électrique dans un des horizons supérieure à 2 mmhos/cm. C'est un *Calciorthid*, du sous-groupe xerollic, pour tenir compte de sa teneur en matière organique.

Dans la légende FAO-UNESCO, le profil IV a un horizon cambique et un horizon calcique à moins de 125 cm. C'est un Cambisol calcique.

PROFIL I (*montée de Cabrils vers Orrius*)

Ce sol contient des minéraux altérables (micas et feldspaths) et l'illite est le minéral argileux dominant. La présence de quelques minéraux frais en surface indique qu'il y a rajeunissement du sommet du profil, sans doute par colluvionnement.

Les teneurs en oxydes de fer sont faibles, on ne note que des traces de goethite.

La morphologie est simple, avec la succession A(B)C ; les caractéristiques observées ne permettent pas de conclure à un lessivage de l'argile.

Dans la classification française (CPCS), ce sol peut être classé dans la classe des sols Brunifiés, sous-classe des climats tempérés humides, groupe des sols Bruns, sous-groupe modal. En effet le pH est supérieur à 5,5 et il est eutrophe.

Dans la Soil Taxonomy, il s'agirait d'un typic Xerachrept.

Dans la légende FAO/UNESCO, ce sol est un Cambisol eutrique.

PROFIL II bis (*col de Gironella*)

Ce profil contient des traces de minéraux altérables (micas et feldspaths) ; les minéraux argileux sont surtout illitiques. Les teneurs en sesquioxydes de fer sont aussi faibles que pour les précédents ; aucun minéral ferrugineux n'est identifiable. On observe une accumulation argileuse plus nette que dans le cas précédent surtout dans les diaclases de l'altérite. Mais l'indice d'illuviation ne dépasse pas 1,4.

Dans la classification française (CPCS) la proposition est :

Classe des sols Brunifiés, sous-classe des climats tempérés humides ; groupe des sols Bruns, sous-groupe sols Bruns faiblement lessivés.

Dans la Soil Taxonomy, le nom proposé est typic Haploxeralf.

Dans la légende FAO/UNESCO, le nom proposé : Luvisol orthique.

PROFIL IX bis (*San Mateu*)

Ce profil contient, comme les précédents, un mélange de minéraux argileux 2/1, avec très peu de sesquioxydes. Les parties moyenne et supérieure sont moins altérées que la partie profonde, avec des traces de micas et de feldspaths, le remaniement du sol est une caractéristique importante.

Dans la classification française (CPCS) :
Classe des sols Brunifiés, sous-classe des climats

tempérés humides, groupe des sols Bruns, sous-groupe modal.

Soil Taxonomy : typic Xerochrept.

Légende FAO/UNESCO : Cambisol eutrique.

Ces propositions de classement dans les différents systèmes appellent les observations suivantes :

— dans le système CPCS, les sols Bruns ont été rangés dans les sols brunifiés, de la sous-classe « des climats tempérés humides » alors que le climat est méditerranéen, mais faiblement accentué ;

— dans la Soil Taxonomy, le profil IV a été rangé dans les Aridisols, bien que le régime hydrique actuel soit xérique et non aridique, à cause de son horizon calcique et d'une conductivité électrique supérieure à 2 mmhos.

Ces deux exemples montrent bien les inconvénients de se référer pour classer des sols au climat ou au régime hydrique, et de l'intérêt qu'il y a à prendre essentiellement en considération les caractères intrinsèques des constituants et de la morphologie.

5.3. Problèmes de mise en valeur

L'utilisation de ces sols pose des problèmes divers qu'on peut présenter sous trois rubriques.

Le travail du sol, sauf pour le profil IV, est rendu difficile en raison des pentes fortes. Il apparaît peu probable que les sols aient été utilisés autrefois pour l'agriculture. L'érosion constitue une menace permanente et l'examen de la morphologie, des minéraux primaires et secondaires montre que la plupart des sols sont diversement remaniés. Il est donc souhaitable de ne pas cultiver les sols de l'intérieur de la cordillère littorale et de développer au contraire les plantations d'arbres, susceptibles de protéger la zone aval.

La disponibilité en eau est également un problème important. En raison du pourcentage élevé de graviers, cailloux et sables, il n'y a pas lieu de s'attendre à une grande capacité de rétention en eau. Toutefois, les pluies sont assez bien distribuées dans les massifs, qui bénéficient en outre de condensations occultes. Mais, en contre-bas (profil IV), la saison sèche est plus marquée, et un appoint d'eau est indispensable pour l'agriculture.

Le degré de fertilité des sols paraît bon. Le pH est neutre ou faiblement acide ; la toxicité aluminique ne sera donc pas à craindre ; les cations Ca^{2+} Mg^{2+} et K^+ sont abondants. L'acide phosphorique est par contre déficient. Ces sols nécessiteront donc un appoint d'acide phosphorique et aussi d'azote.

La *gamme de cultures* possibles est très variée ; arbres fruitiers et plantes à fleurs sont particulièrement rentables.

6. CONCLUSIONS

L'examen de quatre profils de sols de la région du Maresme, dérivés de granites ou granodiorites a permis de montrer qu'à la base de la cordillère littorale, les sols sont fortement chargés de carbonate de calcium, tandis qu'à l'intérieur du massif, le calcaire disparaît, mais le complexe absorbant reste riche en calcium.

L'altération de tous les minéraux primaires est encore incomplète et les minéraux argileux formés sont à dominance d'argiles 2/1 avec le plus souvent des illites et parfois des smectites comme minéraux prédominants. Cependant de la métahalloysite est toujours présente. Le seul minéral ferrugineux identifié dans quelques sols est la goethite, et la quantité d'oxydes libres est toujours faible. Le sol situé près du littoral est fersiallitique et à différenciation calcaire, tandis que les autres, sur la Cordillère sont des sols brunifiés, eutrophes, non lessivés ou faiblement.

On observe donc que les sols de la Cordillère, du fait de l'érosion, et bien que situés en climat plus humide, ne présentent qu'une évolution minérale modérée et une faible différenciation des horizons, tout au plus un début d'illuviation argileuse. Au contraire, les sols du littoral oriental, bien que soumis à un climat plus aride, sont plus altérés et différenciés ; ils présentent à la fois des caractères fersiallitiques et une accumulation calcaire dans la majeure partie du profil.

*Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 1^{er} février 1984*

BIBLIOGRAPHIE

- BECH BORRAS (J.), 1982. — Introduction à l'étude de quelques sols de Catalogne. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, vol. XIX, n° 3 : 221-231.
- BECH BORRAS (J.), FEDOROFF (N.), QUANTIN (P.), SÉGALEN (P.), 1982. — Étude des sols fersiallitiques lessivés formés sur des arènes granitiques de la Selva (Catalogne,

Espagne). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, vol. XIX, n° 3 : 233-256.

- BECH BORRAS (J.), CARDUS (J.), LASALA (M.), LAMOUROUX (M.), QUANTIN (P.), SÉGALEN (P.), 1983. — Étude de sols bruns formés sur granite dans le Massif de Prades (Catalogne, Espagne). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, vol. XX, n° 1 : 63-71.