Etude des andosols d'Olot (Gerona, Espagne)

1re partie : Ecologie, morphologie, caractéristiques physiques et chimiques

J. BECH BORRAS*
Paul QUANTIN** et Pierre SEGALEN**

* *Catedra de Edofologia, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, España.*

** *Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM, 93140 Bondy, France.*

SOMMAIRE

Introduction

1. CONDITIONS ÉCOLOGIQUES
   - 1.1. Localisation
   - 1.2. Géologie
   - 1.3. Climat
   - 1.4. Végétation
2. MORPHOLOGIE DES PROFILS
   - 2.1. Profil 0-1
   - 2.2. Profil 0-2
   - 2.3. Profil 0-3
3. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS
   - 3.1. Méthodes analytiques
   - 3.2. Résultats
     - *a.* Granulométrie
     - *b.* Matière organique
     - *c.* Phosphore
     - *d.* Capacité d'échange cationique
     - *e.* Bases échangeables
     - *f.* pH et taux de saturation en cations
     - *g.* Analyse chimique totale
   - 3.3. Interprétation

Introduction

Les observations de terrain et des analyses préliminaires de l'un de nous (Bech Borras, 1972 et 1973) avaient mis en évidence le caractère andique des sols de la Fajeda d'En Jorda, situés près d'Olot (Gerona, Espagne). Il s'agit de sols dérivés de roches volcaniques basiques et pyroclastiques, formés dans des conditions climatiques très humides. La présence d'une belle hêtraie, exceptionnelle dans le domaine méditerranéen, avait déjà attiré l'attention sur les caractères édaphiques particuliers de cette région (Gaussen, 1926 ; de Bolos, 1928). Nous avons montré par l'analyse que les sols sont des andosols différenciés désaturés, chromiques (Bech Borras, Ségalen et Quantin, 1974). D'autres auteurs (Rodriguez Sanchidrian et Monturiol Rodriguez, 1973) sont parvenus à la même conclusion (1). Nous avons complété les analyses en 1974 et nous avons pensé qu'il serait

(1) Nous n'avions pas eu connaissance de ces travaux avant la publication de notre compte rendu à l'Académie des Sciences, en mars 1974.

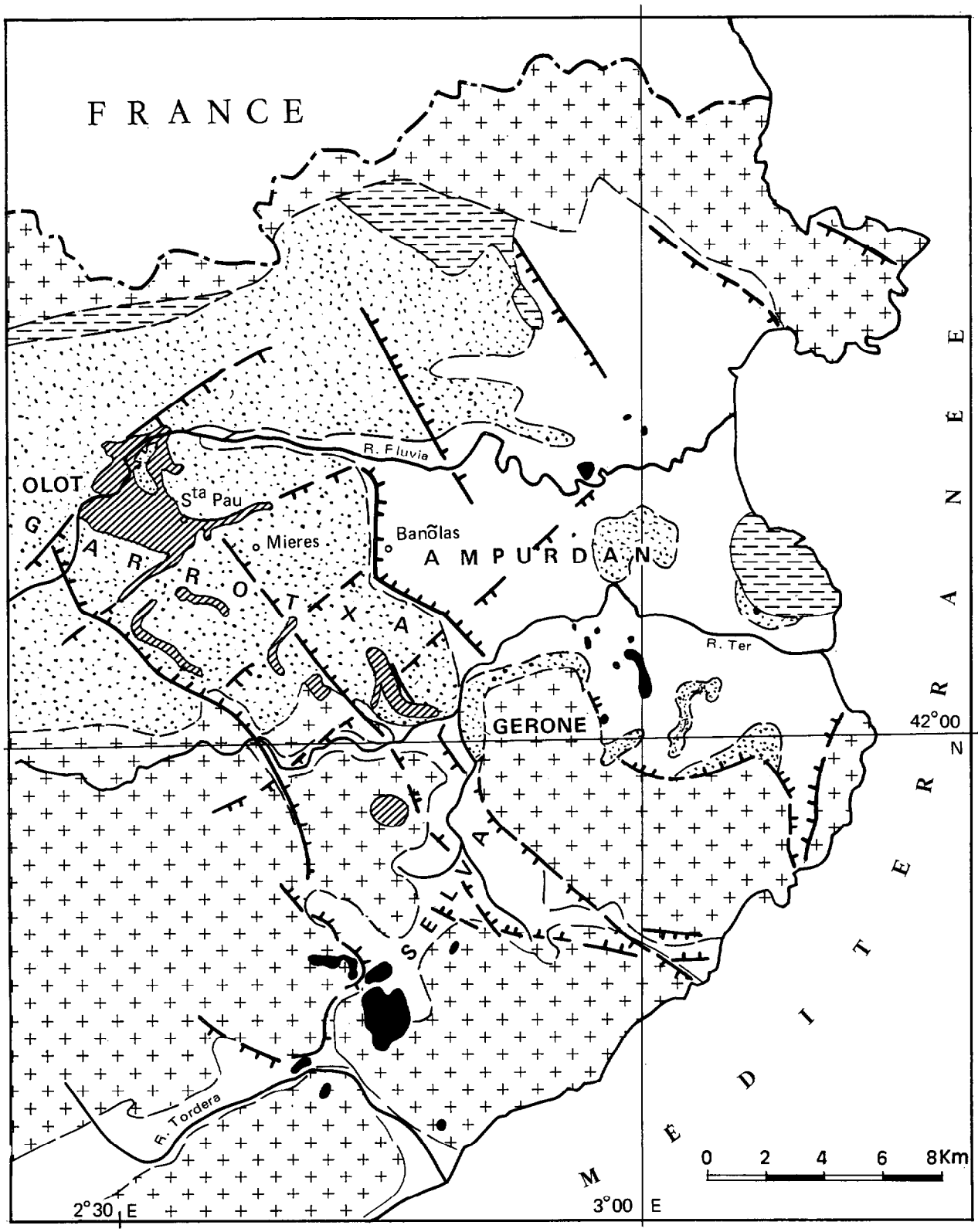

FIG. 1. — Olot, localisation et géologie. *D'après Tournon (1968) et Guardia (1964).*

utile de développer les données d'observation et d'analyse qui nous ont paru les plus intéressantes au cours de cette étude.

1. CONDITIONS ÉCOLOGIQUES

1.1. Localisation

La région volcanique d'Olot est située au sud de la Garrotxa, contrée limitrophe de la France, dans la province de Gerona. Elle est localisée à 20 km de la frontière et à 45 km de la mer, entre 42°5'15" et 42°10'30" de latitude Nord et 6'5'45" et 6°15'30" de longitude Est (fig. 1). L'altitude est de plus de 500 m. Elle varie de 600 à 650 m à la Fajeda d'En Jordá.

1.2. Géologie

La région étudiée (fig. 1 et 2) est située au sein du système transversal catalan qui est constitué de sédiments détritiques de l'éocène marneux et grèseux, à ciment calcaire et très peu perméables. Les variations de faciès, soit horizontalement soit verticalement, sont très fréquentes ; les changements de dureté des niveaux lithologiques facilitent les phénomènes d'érosion différentielle et la formation fréquente de cuestas.

Le substratum éocène est fracturé par un ensemble de failles perpendiculaires qui déterminent un système complexe de graben et de horst. La cuvette d'Olot-Mieres a une telle origine. Des failles mineures subdivisent cette cuvette en trois parties : Olot, Santa Pau et Mieres, séparées par des horsts.

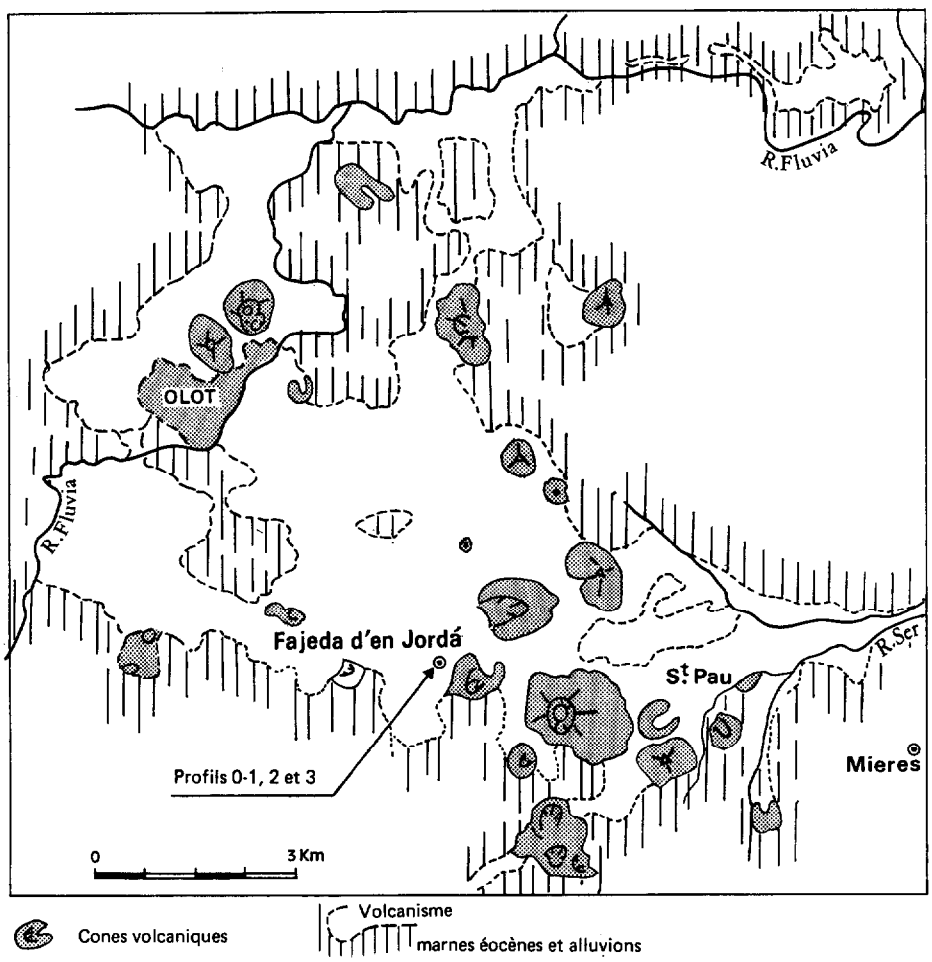

FIG. 2. — Région d'Olot, volcanisme et localisation des profils. *D'après Tournon, 1968.*

Des volcans sont apparus à l'intersection des failles; l'activité s'est manifestée à la fin du tertiaire et s'est maintenue pendant le quaternaire. S'il n'y a plus d'activité aujourd'hui, la forme des appareils est, en général, très bien conservée. Les coulées de laves (basaltes et basanites), les produits pyroclastiques (bombes et lapilli) contrastent vivement avec les marnes du substrat.

Dans la cuvette d'Olot, on dénombre plus de 40 volcans et les produits volcaniques occupent plus de 25 km^2. On trouve tantôt des coulées de laves compactes, associées aux volcans de Batet, Aigua negra, Beguda, Santa Pau et tantôt des laves bulleuses, scoriacées (pedra-tosca) en particulier à la Fajeda d'En Jordá. A ces deux formes volcaniques sont associés de nombreux petits cratères (« hornitos ») entourés de fragments de bombes, lapillis disposés de façon chaotique (« mal païs »).

Plusieurs phases ont été reconnues dans la vulcanogenèse par Sole Sabaris (1962).

1. — Les premières éruptions sont probablement miocènes, mais n'ont laissé que de faibles traces.

2. — La grande période éruptive se situe au Riss et comprend une première phase brutale, suivie d'une phase plus tranquille au cours de laquelle se sont mises en place les coulées.

3. — Une période posthume, post-Würm, brutale, au cours de laquelle se sont formés les « hornitos » et mis en place les produits pyroclastiques.

Les roches sont des basaltes et des basanites à leucite ou à analcime. On y observe des phénocristaux d'augite, d'olivine, des microlites de labrador (fréquemment maclés avec de l'albite), quelques paillettes de biotite, des plages de leucite, des carbonates intersticiels et des minéraux opaques. Les basaltes présentent fréquemment un feldspath alcalin assez abondant (sanidine). On observe parfois des enclaves grenues basiques et ultrabasiques contenant les minéraux suivants : enstatite, bronzite, diopside, spinelle, hornblende, magnétite, apatite.

La composition chimique de quelques roches de la cuvette d'Olot est donnée au Tableau I.

TABLEAU I

Composition chimique de quelques basaltes de la Région volcanique d'Olot
(San Miguel de la Camara et Marcet-Riba 1926)

	I	II	III	IV	V	VI
SiO_2	42,298	46,495	46,820	44,29	47,66	44,82
TiO_2	—	—	—	4,94	3,83	4,25
P_2O_5	0,481	0,652	1,851	0,57	0,45	0,67
Al_2O_3	14,144	18,699	14,310	12,62	14,36	14,06
Fe_2O_3	3,843	6,917	11,114	3,61	2,83	4,56
FeO	8,596	3,350	1,924	8,84	8,44	7,29
CaO	9,098	9,715	9,031	9,23	9,36	9,56
MgO	9,200	5,851	7,503	10,06	8,19	8,60
K_2O	3,152	1,357	2,223	1,28	1,54	2,30
Na_2O	6,723	2,547	4,427	3,25	3,51	3,69
H_2O	0,537	4,126	9,162	0,30	0,37	0,35
TOTAL	100,103	99,470	99,365	99,53	100,64	100,13

I — Scories du « Puig de las Artigas rojas »
II — Basalte gris de Mallorquinas
III — Scories de Montolivet
IV — Basalte de Las Planas
V — Basalte prismatique de Castellfullit
VI — Scories de Monsacopa

Les valeurs de Osann, permettent de préciser que les roches IV à V sont :
IV — Basanite néphélinique
V — Trachydolérite ou Trachybasalte
VI — Basanite néphélinique

1.3. Climat (fig. 3)

La cuvette d'Olot présente un climat humide avec des précipitations annuelles de l'ordre de 1 000 mm avec un maximum en mai-juin, sans période sèche (Tabl. II). La température moyenne annuelle est de 12°4, avec un minimum en janvier de 4°2 et un maximum en juillet-août de 20°7 (Tabl. III). Le climat d'Olot est nettement différent de celui de la côte méditerranéenne proche. Il peut être rapproché de

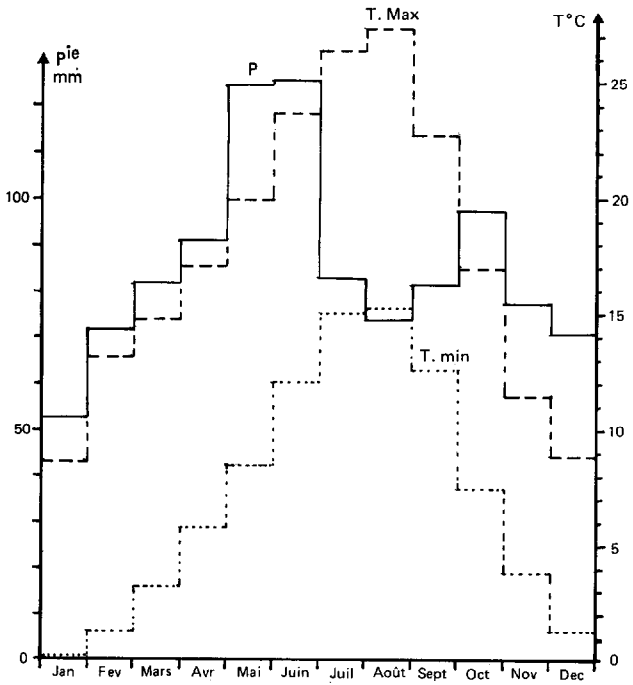

FIG. 3. — Diagramme climatique des moyennes mensuelles (P^{ie}, T max. et T min.) d'Olot.

TABLEAU II

Précipitations moyennes mensuelles d'Olot

Janvier	53,0 mm
Février	71,4 mm
Mars	81,6 mm
Avril	90,9 mm
Mai	124,2 mm
Juin	125,5 mm
Juillet	83,0 mm
Août	73,9 mm
Septembre	81,6 mm
Octobre	97,7 mm
Novembre	77,3 mm
Décembre	70,6 mm
TOTAL	1 030,7 mm

celui de la côte atlantique. De Bolos (1968) le qualifie de « climat de bas-fond à tendance continentale ». D'après le diagramme de Peguy (1961), le climat d'Olot est caractérisé par 11 mois « optimum » et 1 mois « froid ». Les climats de ce genre sont peu fréquents et ne s'observent qu'en de rares zones du globe (par exemple au Sud de l'embouchure du Rio de la Plata, en République Argentine, et quelques points de la Côte du Natal en Afrique du Sud).

TABLEAU III

Températures mensuelles d'Olot

	Max.	Min.	Moy.
Janvier	8,7	0,09	4,2
Février	13,2	1,3	6,2
Mars	14,8	3,2	8,9
Avril	17,1	5,8	11,4
Mai	20,0	8,5	14,8
Juin	23,7	12,1	17,8
Juillet	26,4	15,1	20,7
Août	27,4	15,3	20,8
Septembre	22,8	12,6	17,5
Octobre	17,0	7,5	12,7
Novembre	11,5	3,8	7,6
Décembre	8,9	1,3	5,2

Le coefficient pluviométrique ou indice d'Emberger est $Q = 134$; l'indice de sécheresse estivale d'Emberger est $I = \frac{pl}{M} = 10{,}19$. Cette sécheresse estivale est très faible. L'indice de Lang est : $\frac{P}{t} = 83$ celui de De Martonne = 46.

La caractéristique essentielle du climat d'Olot est son humidité. Les précipitations sont bien étalées sur l'ensemble de l'année puisque 9 mois ont des précipitations entre 70 et 100 mm, deux ont près de 125 mm et un 53 mm. De plus les brouillards et brumes sont fréquents.

La genèse de ce climat doux et humide paraît favorisé tout d'abord par le relief. D'importants escarpements, ceux de Puigsacalm (1300 m) ; et de la Sierra del Corb (900 m), obligent les vents humides provenant de la mer à monter et provoquent les précipitations sur la Fajeda d'en Jordá. L'humidité qui atteint les sols est conservée par la nature même des roches volcaniques poreuses et du substratum marneux imperméable.

1.4. Végétation

Elle reflète parfaitement les conditions climatiques et écologiques décrites, dans lesquelles une végétation mésophile atlantico-centro-européenne s'imbrique avec une autre subméditerranéenne, il s'y ajoute des éléments nettement méditerranéens dans les stations les plus ensoleillées et sèches.

Dans les endroits humides du fond de la cuvette on trouve des restes de *Quercus robur* (= *pedunculata*) accompagné de *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris*,

Tilia cordata, Acer campestre, Corylus avellana, Ilex aquifolium et autres.

L'ensemble (Bolos, A. y Bolos, O. 1951) fait partie du groupement *Isopyreno-Quercetum roboris* caractérisé spécialement, en plus de *Quercus robur*, par la présence de *Isopyrum thalictrides* et *Pulmonaria affinis*.

Dans les sols moins humides des bords de la cuvette et des collines, on trouve *Quercus pubescens* (*Quercion pubescenti sessiliflorae, Buxoquercetum*) qui fait transition à la classe mixte *Querceto-Fagerae* avec *Quercus robur. Q. Hybr. Corylus avellana, Castanca sativa, Stellaria holostea, Crataegus monogyna, Ligustrum vulgare, Hedera helix*, etc.

Par dégradation de la Chênaie apparaît une prairie de *Bromium*.

Dans les zones plus sèches et élevées, et dans les endroits où le soleil donne à plein, il y a des chênes-verts (*Quercetum-Mediterraneum montanum*). Mais en altitude de 900 à 1 100 m, nous trouvons le hêtre. Celui-ci, d'une manière surprenante, à l'abri de la Sierre del Corb et sur un matériel volcanique poreux superposé à des marnes imperméables qui donne à cet endroit une fraîcheur exceptionnelle, descend à une altitude de 550 m, dans le lieu-dit Fajeda d'En Jorda. Cette région est située à environ 5 km à l'est d'Olot, à la droite de la route de Bañolas à Santa Pau.

Le bois de hêtres (*Fagus sylvatica*) occupe quelques km^2 ; il forme le groupement végétal *Fagion medio-europeo puro*, (Bolos de, 1948) avec *Helleborus viridis sp. occidentalis, Milium effusum, Lamium galeobdolon, Viola silvestris, Hedera helix, Anemone hepatica, Pteridium aquilinum*, etc.

Il se présente souvent associé à *Quercus robur* (classe *Querceto-Fagetae*), avec *Corylus avellana, Ajuga reptans, Euphorbia amygdaloides, Stellaria holostea*, etc.

Dans certains endroits de sols plus acides, comme dans la partie haute des « hornitos », le hêtre est plus abondant ; il est associé avec *Castanea sativa, Lathyrus montanus, Veronica officinalis, Teucrium scorodonia, Lonicera periclymenum, Pteridium aquilinum* et *Stachys officinalis*.

Les lieux les moins ensoleillés et les plus humides s'enrichissent quantatitivement en fougères : *Dryopteris filixmas, Polystichum setiferum* et *Pteridium aquilinum*.

Par dégradation de la « hêtraie » de la plaine d'Olot, s'implante une lande qui nous rappelle celle du plateau de l'Escandorgue, dans le département de l'Hérault (France).

Conclusion des données écologiques

La cuvette d'Olot présente un certain nombre de particularités qui sont dues :

1. — *à la géologie* : situation dans une cuvette d'effondrement, abondance d'éruptions volcaniques récentes, avec des laves massives et des scories poreuses abondantes.

2. — *au climat* : différent du climat méditerranéen de l'ensemble de la Catalogne, par l'abondance des précipitations, l'absence de période sèche, la douceur des températures ; ceci est dû à la topographie en graben des environs qui provoque l'abondance des précipitations et au substratum successivement poreux et imperméable qui permet une bonne conservation de l'eau.

3. — *à la végétation* qui est le reflet de ces conditions. Les zones les plus humides favorisent le développement d'une hêtraie, inattendue dans cette région, d'où le nom de Fajeda.

2. MORPHOLOGIE DES PROFILS TYPES

Trois profils représentatifs des andosols de la Fajeda d'en Jordà ont été choisis. Ce sont les numéros 0-1, 0-2 et 0-3. Ils sont situés sur le transect d'un « hornito », près du Puig de La Costa, aux altitudes respectives de 625, 635 et 640 m d'altitude.

Trois profils représentatifs des andosols 0-1, 0-2, 0-3.

2.1. Description abrégée du profil 0.1 (fig. 4)

Localisation : Fajeda d'en Jordà, à 80 m au Sud du profil 0-2.

Date de prélèvement : 23-8-1971, journée ensoleillée.

Géomorphologie : partie haute du versant d'un « hornito » ; tranchée de chemin forestier. Paysage ondulé.

Orientation NW.-S.E.

Végétation : Hêtraie, avec prédominance de *Fagus sylvatica*. Abondance de *Dryopteris filixmas*.

Roche-mère : basalte scoriacés et lapilis.

Drainage : bon.

Classification : andosol (andept).

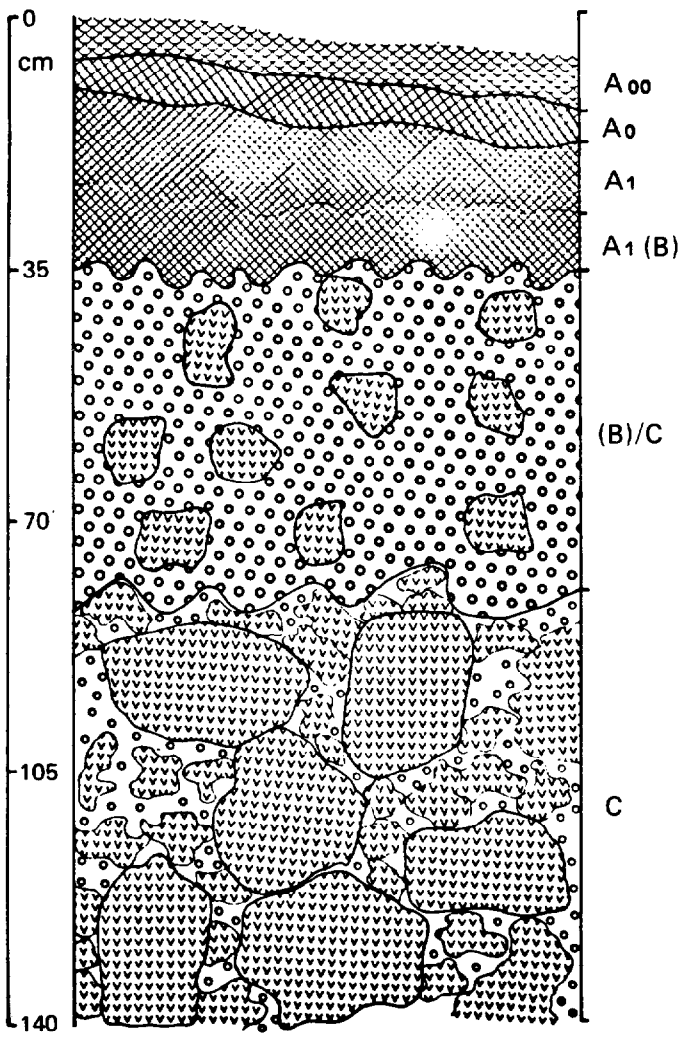

FIG. 4. — Profil 0-1.

Caractéristiques morphologiques :

0-4 cm ; horizon A00
— litière de feuilles de hêtres, riche en mycelium, transition nette ; limite ondulée.

4-8 cm ; horizon A0
— humide ; brun-rouge foncé (5 YR 3/2,5, humide) ; sans taches ; humus de type Moder compact semblable à un feutre ; pas d'effervescence avec HCl ; beaucoup de radicelles ; activité biologique faible ; transition distincte ; limite ondulée.

8-19 cm ; horizon A1.
— brun-rouge foncé (5 YR 3/4). Riche en matière organique. De nombreuses racines fines et grosses bien réparties ; non plastique ou peu plastique ; absence de revêtements ; transition diffuse ; limite irrégulière.

19-34 cm ; horizon A/(B)
— humide ; brun foncé (10 YR 4/3) ; transition graduelle entre A1 et C ; limite irrégulière.

34-85 cm ; horizon (B)/C
— brun foncé (10 YR 4/4) ; abondants graviers de scories volcaniques (~ 30-50 %) ; pierres anguleuses abondantes (≥ 50 %). Altérations faibles et localisées. Alternance de roches basaltiques compactes et dures, et de scories très poreuses et friables ; texture de la partie fine interstitielle : limoneuse ; grande porosité et absence de revêtements ; racines grosses et fines ; transition graduelle ; limite irrégulière.

plus de 85 cm ; horizon C
— grands fragments de basaltes et scories volcaniques, peu altérés.

2.2. Description du profil 0.2 (fig. 5)

Localisation : Fajeda d'en Jordà. 400 m à l'Ouest de Canxel ; sur le versant N.W. du volcan Puig de la Costa.

Date du prélèvement : 30-8-1971 ; journée ensoleillée.

Géomorphologie : légère pente (5 %) sur le versant d'un « hornito » orienté N.-N.W.

Végétation : Hêtraie, avec *Fagus sylvatica* dominant, quelques jeunes *Quercus robur, Hedera helix, Crataegus monogyna, Euphorbia amygdaloides, Anemone hepatica, Galium pumulim, Pteridium aquilinum, Dryopteris filixmas.*

Drainage : bon.

Classification : andosol.

Caractéristiques morphologiques :

0-4 cm ; horizon A00
— légèrement humide ; litière de feuilles de hêtres avec quelques myriapodes ; quelques pierres en surface ; litière progressivement décomposée en profondeur, mais très peu altérée en surface, transition distincte ou non ; limite régulière.

4-11 cm ; horizon A0
— humifère, feutré, de type Moder ; brun très foncé (10 YR 2/2/ humide) uniforme. Très riche en matière organique ; beaucoup de racines et radicelles ; rares vers de terre ; pierres (15-30 %) et peu de blocs (2-15 %) de scories et bombes volcaniques basiques, irrégulières, altérées avec des angles vifs ou émoussés ; transition distincte ; limite régulière.

11-32 cm ; horizon A11
— humide, brun-rouge foncé (5 YR 3/2,5, humide) ; absence de taches, bien qu'il y ait des zones plus claires (comme lavées) ; riche en matière organique directement décelable, mais moins qu'en A0 ; graviers, pierres et blocs

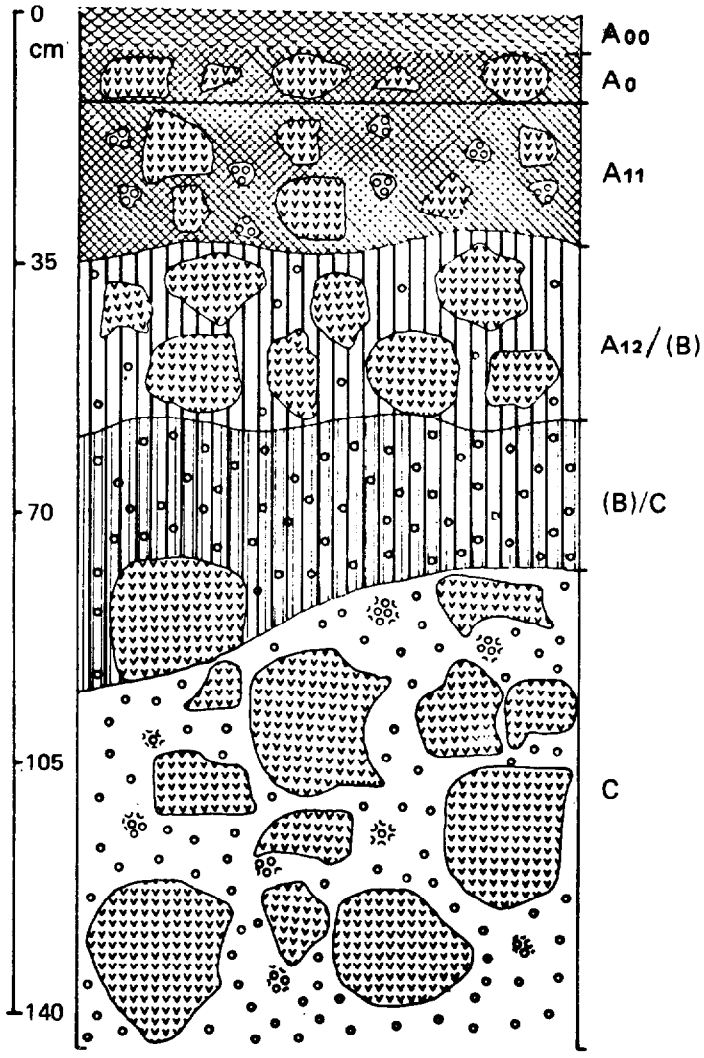

FIG. 5. — Profil 0-2.

peu abondants (2-15 %) ; de roches volcaniques basaltiques scoriacées, friables, de forme irrégulière, parfois arrondie, plus ou moins altérées. Texture de la partie fine limoneuse, plus fine que dans A0 ; structure fragmentaire peu développée, grumeleuse grossière ; très poreux ; sans revêtements ; meuble ou semi-rigide ; faiblement cimenté et peu plastique ; un peu adhésif et très friable ; beaucoup de racines fines et moyennes, dans toute la masse ; pilosité abondante ; activité biologique moyenne; transition distincte ; limite ondulée.

32-58 cm ; horizon A12/(B)

— frais ; brun-rouge foncé (5 YR 3,5/4, humide), sans taches ; moins humifère que l'horizon supérieur ; matière organique non directement décelable ;

— oxydes de fer qui colorent tout l'ensemble ; graviers (15-30 %), pierres et blocs abondants, de laves ou parfois de bombes volcaniques basiques ; texture de la terre fine limono-sableuse ; structure fragmentaire nette, grumeleuse très grossière ; très poreux ; sans revêtements; consistance rigide à semi rigide ; peu cimenté ; non plastique et peu adhésif ; très friable ; racines prédominantes moyennes et grossières, tendant à s'orienter horizontalement et obliquement dans toute la masse et peu pilifères ; activité biologique faible ; transition distincte ; limite ondulée.

58-95 cm ; horizon (B)/C

— frais ; brun-rouge foncé (2,5 YR 3/4, humide). Taches de couleur ferrugineuse, de forme irrégulière, en proportion de 30 %, de dimension variable, de limite précise et qui sont associées aux cavités des lapilli et des scories qui paraissent remplies des limons venant de l'horizon A12 ; ceci est probablement un indice d'entraînement par l'eau ; Ces taches diminuent progressivement vers la profondeur ; apparemment non humifère ; graviers très abondants, pierres peu abondantes et blocs (15-30 %) de scories volcaniques et de lapilli ; peu de terre fine entre les éléments grossiers, qui est limono-argileuse et ferrugineuse ; structure particulaire ; très poreux ; revêtements mal définis de sesquioxydes ; ni plastique, ni adhésif ; non friable ; absence de racines ; pas d'activité biologique ; transition diffuse ; limite ondulée.

Plus de 95 cm ; horizon C

— semblable au précédent, mais plus foncé et lapilli moins colorés par les hydroxydes de fer, parce qu'il y a moins de revêtements ou que les lapilli sont moins altérés : Lapilli noirâtres (5 YR 2/1) et revêtements rougeâtres (5 YR 4/8).

2.3. Description du profil 0.3 (fig. 6)

Localisation : Fajeda d'En Jordà, à 25 m à l'est du Profil 0-2.

Date du prélèvement : 29-10-1971 ; journée ensoleillée.

Géomorphologie : partie haute d'un « hornito » ; orienté N.E.-S.W.

Végétation : Hêtraie, avec dominance de *Fagus sylvatica.*

Drainage : bon.

Roche-mère : basalte scoriacé et produits pyroclastiques. Lapilli et bombes.

Classification : Andosol.

Description morphologique :

0-7 cm ; horizon A_{00} :

— litière de feuilles et brindilles de Fagus ; mycelia blanchâtres ; myriapodes fréquents et quelques vers.

7-12 cm ; horizon A_0 :

— brun-rouge foncé (5 YR 2/2, humide), uniforme ; très riche en matière organique, feutré ; humus de type

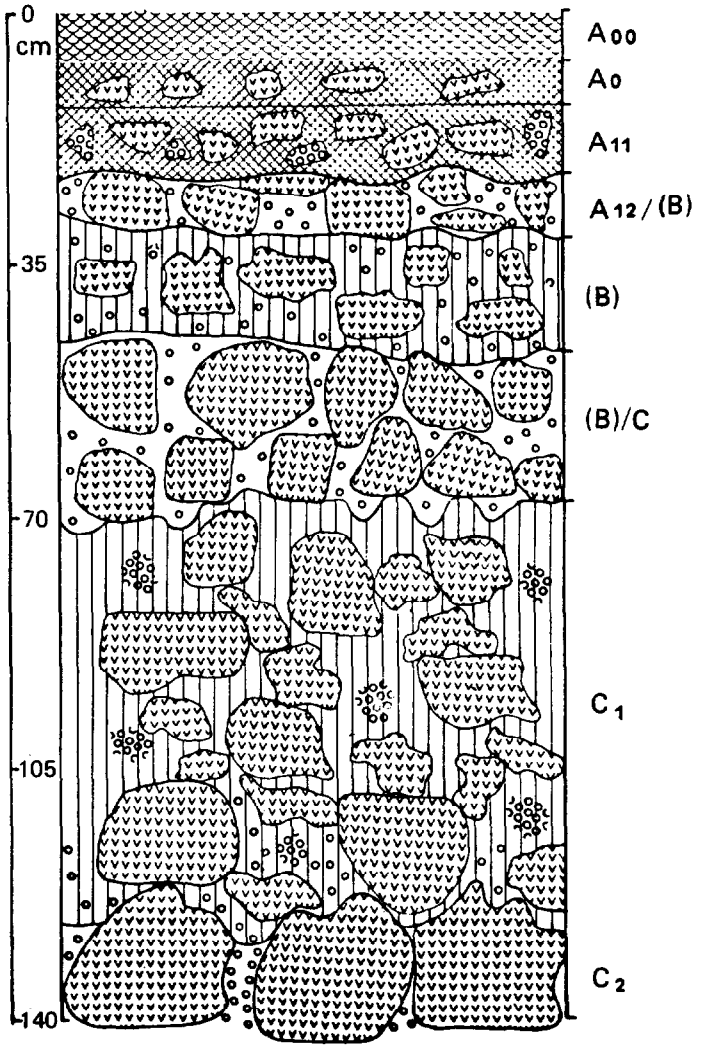

FIG. 6. — Profil 0-3.

Moder ; beaucoup de pierres (30/50 %) de laves basaltiques altérées ; texture fine limoneuse ; très poreux ; élastique ; ni plastique, ni adhésif, ni friable ; beaucoup de racines fines et moyennes, très pilifères, formant l'armature de tout l'horizon ; activité biologique moyenne de myriapodes et de quelques vers ; transition nette ; limite irrégulière.

12-21 cm ; horizon A_{11} :

— humide ; brun-rouge foncé (5 YR 2/2, humide), sans taches ; matière organique difficilement décelable ; humus de type Moder « mulliforme » ; graviers pierres et blocs abondants de laves lapilli basaltiques, généralement altérés en surface ; terre fine limoneuse à structure finement fragmentaire nette ; très poreux ; sans revêtements ; meuble ; non plastique ; un peu adhésif ; non friable ; racines de toute taille ; dans toute la masse et très pilifères ; activité biologique moyenne ; transition distincte ; limite moyennement ondulée.

21-27 cm ; horizon A_{12}/(B) :

— humide ; rouge foncé (2,5 YR 3/4 humide), sans taches ; matière organique non décelable, graviers pierres et blocs très abondants de scories basaltiques ; terre fine limoneuse à structure finement fragmentaire ; très poreux ; sans revêtements meuble, non plastique ; un peu adhésif ; nombreuses racines de toute taille très pilifères ; activité biologique faible ; transition graduelle ; limite moyennement ondulée.

27-42 cm ; horizon (B) :

— humide, brun-rouge foncé (5 YR 3/4), sans taches ; matière organique non décelable ; sesquioxydes de fer diffus ; graviers, pierres et blocs très abondants ; terre fine limoneuse à structure finement fragmentaire nette ; très poreux ; sans revêtements ; semi-rigide à meuble ; non plastique ; racines de toute taille orientées horizontalement ou obliquement ; activité biologique faible ; transition diffuse ; limite ondulée.

42-67 cm ; horizon (B)/C ;

— semblable à l'horizon (B), mais de couleur plus vive (5 YR 4/5) ; transition très nette et limite irrégulière.

67-127 cm ; horizon C_1 :

— humide mais moins que le (B) ; plus jaunâtre (5 YR 4/4) ; taches éventuellement nombreuses associées à des éléments grossiers, paraissant dues à l'altération des scories, sans orientation, et à limites peu accusées ; paraissant sans matière organique ; probablement des sesquioxydes de fer ; beaucoup de graviers, de pierres et de blocs de laves et de produits pyroclastiques basaltiques cahotiques, dont les cavités sont remplies de sables grossiers ; terre fine sableuse et de structure particulaire ; porosité de taille large et moyenne, vésiculaire et intergranulaire, sans orientation, qui vient de la grande porosité de la roche-mère altérée ; absence de revêtements ; éléments grossiers non cimentés ; ni plastique, ni adhésif ; racines moins nombreuses que dans les horizons supérieurs, mais de préférence moyennes et grosses, et moins pilifères ; activité biologique presque nulle ; transition nette et limite inférieure irrégulière et discontinue.

plus de 127 cm ; horizon C_2 :

— une certaine continuité avec l'horizon précédent, dont il se distingue par des caractères plutôt mécaniques (nature des blocs) et la couleur (7,5 YR 4/4).

N.B. : Densité apparente de la terre fine $\leqslant 0{,}9$.

En résumé il ressort les faits suivants : Les andosols d'Olot sont constitués schématiquement de cinq horizons principaux : A_{00}, A_0, A_1, (B) ou (B)C, et C.

La litière (A_{00}) est peu développée ; elle disparaît presque à certaines périodes de l'année. L'ensemble des horizons humifères (A_0, A_{11}) est proche d'un moder ; l'horizon A_0 est peu épais. L'horizon B ou (B)C est un horizon de couleur, dont la structure est peu différenciée ; la présence assez abondante d'acides

humiques y est peu apparente ; la consistance est non plastique et très friable ; le sol n'est pas adhésif, ce qui indique l'absence de minéraux argileux et donne l'apparence au toucher d'un sol limoneux à limono-sableux ; la densité apparente est faible et la porosité très élevée. L'horizon C est constitué de lapilli et de blocs de lave, plus ou moins revêtus de produits d'altération colorés.

Liste des numéros des échantillons prélevés pour analyse :

Profil 0.1

échantillon 0.1 - 2 horizon A_0
échantillon 0.1 - 3 horizon A_1
échantillon 0.1 - 4 horizon A_1/(B)
échantillon 0.1 - 5 horizon (B)/C

Profil 0.2

échantillon 0.2 - 2 horizon A_0
échantillon 0.2 - 3 horizon A_{11}
échantillon 0.2 - 4 horizon A_{12}/(B)
échantillon 0.2 - 5 horizon (B)/C
échantillon 0.2 - 6 horizon C

Profil 0.3

échantillon 0.3 - 2 horizon A_0
échantillon 0.3 - 3 horizon A_{11}
échantillon 0.3 - 4 horizon A_{12}/(B)
échantillon 0.3 - 5 horizon (B)
échantillon 0.3 - 6 horizon (B)/C
échantillon 0.3 - 7 horizon C_1

3. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS

3.1. Méthodes analytiques

Les méthodes ont été adaptées aux problèmes particuliers de l'analyse des andosols.

a. Granulométrie sur sol < 2 mm, non desséché : après un prétraitement par H_2O_2 (40 Vol.) et une désaturation par HCl (N/20) ; la dispersion optimale a été obtenue à un pH voisin de 4 et avec agitation par ultrasons (5 à 15'). A un pH alcalin la dispersion a été impossible. Mais, les prétraitements ont entraîné une perte importante (3 à 16 %) de matière facilement soluble.

b. Matière organique : dosage de C au carmhographe et de N par la méthode Kjeldahl.

c. Phosphore : forme « totale » dosée sur l'extrait par HNO_3 bouillant et forme « assimilable » par la méthode Olsen modifiée par Dabin (1967).

d. Capacité d'échange cationique : détermination à trois pH : 4, 7 et 9, comme préconisé par Aomine et Jackson (1959), avec l'ion NH_4 en milieu tamponné. La valeur Δ est la différence des mesures à pH 9 et 4. Les bases échangeables ont été déterminées sur l'extrait à pH 7.

TABLEAU IV

Granulométrie de la terre fine (< 2 mm)

N° échantillon	Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique %	Matière dissoute* %	Argile + mat. dis.	H_2O %	pH dispersion
0.1-2	13,09	24,11	3,48	9,69	7,35	27,6	14,68	28,77	29,1	3,6
0.1-3	12,57	34,28	7,48	14,84	5,18	15,7	9,95	22,52	6,7	4,0
0.1-4	12,08	34,95	9,02	18,57	6,98	13,4	5,00	17,08	19,3	3,9
0.1-5	3,71	29,74	8,72	16,62	33,79	4,2	3,68	7,39	15,9	4,5
0.2-2	18,75	26,38	4,30	8,31	2,42	33,3	6,44	25,19	29,5	8,8
0.2-3	15,49	24,33	5,23	15,20	7,29	16,1	16,36	31,85	16,0	4,1
0.2-4	13,14	30,97	6,78	21,72	8,94	12,9	5,65	18,79	22,9	4,2
0.2-5	7,87	13,60	4,98	24,73	43,42	2,1	3,30	11,17	33,8	4,0
0.2-6	10,77	13,06	7,00	28,38	36,84	1,2	2,75	13,52	44,1	3,9
0.3-2	14,23	28,45	5,45	12,95	13,26	16,8	8,86	23,09	10,5	4,0
0.3-3	8,89	21,93	5,47	18,90	24,30	10,7	9,81	18,70	10,9	4,6
0.3-4	6,46	19,39	5,69	24,19	28,74	5,7	9,83	16,29	10,3	4,7
0.3-5	8,26	23,06	9,91	19,18	26,50	4,3	8,79	17,05	44,6	4,1
0.3-6	3,49	16,31	6,87	24,98	39,19	3,3	5,86	9,35	9,0	4,6
0.3-7	2,83	14,71	6,71	25,86	42,33	9,6	5,96	8,79	6,2	4,7

N.B. : Résultats exprimés en % de sol sec à 105 °C. Total à 100 % incluant la matière organique.
* : Matière minérale très facilement soluble dissoute par les prétraitements (H_2O_2, puis HCl N/20).

e. pH : déterminé sur suspension sol/solution (rapport 1/2,5) successivement dans l'eau pure et dans une solution KCl (N).

f. Analyse totale des éléments chimiques, faite successivement sur l'extrait « triacide » (par HNO_3, puis HCl et enfin H_2SO_4, concentrés), puis fusion du résidu par l'acide fluorhydrique et analyse du résidu dans l'extrait H_2SO_4.

3.2. Résultats

a. Granulométrie (Tabl. IV)

Si l'on assimile la partie du sol qui a été facilement dissoute par les prétraitements à la fraction inférieure à 2 μ on obtient les résultats suivants en pourcentage rapporté à la terre fine séchée à 105 °C :

Horizons	< 2 μ + mat. dissoute	2-50 μ	50 μ-2 mm
A_0-A_1	19-32	27-42	11-43
A/(B)-(B)	16-19	25-44	26-46
(B)/C-C	7-13	19-39	50-68

Il apparaît nettement que les limons (2-50 μ) dominent dans le haut du profil tandis que les sables (> 50 μ) l'emportent à la partie inférieure du sol. La texture est successivement limono-argileuse dans les horizons A_0-A_1, limoneuse dans les horizons A/(B)-(B) et sablo-limoneuse dans les horizons (B)/C-C.

b. Matière organique (Tabl. V)

TABLEAU V
Matière organique

N° échantillon	C (‰)	N (‰)	MO (%)	C/N
0.1-2	160,0	7,99	27,6	20,1
0.1-3	91,5	4,93	15,7	18,6
0.1-4	78,0	4,60	13,4	16,9
0.1-5	24,1	1,63	4,2	14,8
0.2-2	193,0	11,9	33,3	16,3
0.2-3	93,2	66,11	16,1	15,3
0.2-4	75,0	5,24	12,9	14,3
0.2-5	12,7	0,87	2,1	14,5
0.2-6	7,1	0,36	1,2	20,0
0.3-2	97,3	5,02	16,8	19,4
0.3-3	61,9	3,37	10,7	18,4
0.3-4	33,5	2,21	5,7	15,1
0.3-5	24,9	1,62	4,3	15,4
0.3-6	18,9	1,20	3,3	15,8
0.3-7	8,9	0,46	1,6	19,1

N.B. : Résultats exprimés par rapport au sol sec à 105°. Analyse effectuée sur le sol sec broyé à 200 μ.

Les teneurs en matière organique de la terre fine sont successivement de 17 à 33 % en A_0, 11 à 16 % en A_1, 4 à 13 % en A/(B)-(B) et 1 à 3 % en (B)/C-C. Ce sont des quantités anormalement élevées. La valeur du rapport C/N varie de 20 à 14. Elle est nettement plus élevée, entre 16 et 20, dans les horizons humifères (A_0 et A_1), que dans les horizons (B) où elle atteint de 14 à 15. Ces valeurs élevées de C/N dans l'horizon humifère caractérisent un humus de type moder.

c. Phosphore (Tabl. VI)

Les sols sont riches en phosphore total, dont la valeur varie de 3,6 à 6,1 % dans l'ensemble des trois profils étudiés. La forme assimilable du phosphore déterminée par la méthode Olsen, est relativement très importante. Les valeurs mesurées vont de 380 à 1 140 ppm. Il s'agit d'une forme qui pour une grande part est liée à l'alumine.

TABLEAU VI
Phosphore

N° échantillon	P_2O_5 ‰ sol sec à 105 °C	
	Assimilable* (1)	Total (2)
0.1 - 2	0,839	3,55
0.1 - 3	0,767	3,75
0.1 - 4	1,180	4,85
0.1 - 5	1,140	5,29
0.2 - 2	0,553	3,79
0.2 - 3	0,848	4,58
0.2 - 4	1,110	6,14
0.2 - 5	0,621	5,46
0.2 - 6	0,437	5,38
0.3 - 2	0,714	3,60
0.3 - 3	0,963	4,23
0.3 - 4	1,052	4,36
0.3 - 5	0,927	3,92
0.3 - 6	0,702	4,86
0.3 - 7	0,378	4,51

* (1) Assimilable = Méthode Olsen modifiée par Dabin.
(2) Total = Attaque HNO_3.

d. Capacité d'échange cationique (Tabl. VII)

La capacité d'échange cationique a été mesurée sur la terre fine (< 2 mm) non prétraitée, c'est-à-dire en présence de tous ses constituants. La valeur obtenue à pH = 7 est très élevée dans la majeure partie du profil. Elle peut atteindre 60 mé p. 100 g, même dans certains horizons minéraux relativement pauvres en humus et en fraction inférieure à 2 μ, par exemple

TABLEAU VII

Capacité d'échange cationique

N°	CEC pH 4	CEC pH 7	CEC pH 9	Δ−CEC*
0.1 - 2	11,4	52,5	59,2	47,8
0.1 - 3	6,4	46,8	60,0	53,6
0.1 - 4	12,1	56,4	68,6	56,5
0.1 - 5	7,5	21,0	26,4	18,9
0.2 - 2	11,9	73,9	75,7	63,8
0.2 - 3	10,7	54,6	63,6	52,9
0.2 - 4	29,6	62,8	71,4	41,8
0.2 - 5	18,2	60,4	60,0	41,8
0.2 - 6	34,6	59,3	64,3	29,7
0.3 - 2	22,1	47,9	50,0	27,9
0.3 - 3	17,9	38,9	45,0	27,1
0.3 - 4	13,9	34,3	35,0	21,1
0.3 - 5	14,3	35,4	35,3	21,0
0.3 - 6	12,1	20,7	25,7	13,6
0.3 - 7	11,8	13,2	17,9	6,1

N.B. : Résultats en méq de NH_4^+/100 g sol séché à 105°.
* Δ−CEC = différence CEC à pH 9 et à pH 4.

TABLEAU VIII

Bases échangeables

N° échantillon	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
0.1 - 2	13,90	4,13	0,32	1,73
0.1 - 3	4,87	1,04	0,13	0,46
0.1 - 4	3,38	1,54	0,15	0,32
0.1 - 5	2,81	1,04	0,08	0,07
0.2 - 2	28,10	4,93	0,17	1,07
0.2 - 3	4,31	1,23	0,12	0,30
0.2 - 4	6,19	1,97	0,15	0,17
0.2 - 5	20,30	6,17	0,79	0,61
0.2 - 6	24,40	6,78	0,88	0,74
0.3 - 2	4,69	0,92	0,11	0,38
0.3 - 3	4,69	0,77	0,21	0,23
0.3 - 4	3,00	0,62	0,08	0,14
0.3 - 5	6,56	1,23	0,08	0,08
0.3 - 6	5,06	1,04	0,19	0,12
0.3 - 7	6,00	0,92	0,52	0,38

Résultats exprimés en mé/100 g de sol séché à 105°.

dans l'échantillon 0.2.5 qui correspond à l'horizon (B)C du 2e profil. La valeur de la capacité d'échange est encore importante dans l'horizon C.

Mais ce qui caractérise le plus ces sols, c'est l'écart important entre les valeurs de la capacité d'échange mesurée à pH = 9 et à pH = 4 (Valeur Δ). Cet écart est plus grand que 20 mé p. 100 g dans la majeure partie du profil ; il peut même dépasser 60 méq ; il n'est inférieur à 10 mé que dans l'horizon C du 3e profil, où l'altération est relativement la plus faible (échantillon 0.3.7.) une valeur Δ élevée caractérise la présence abondante d'allophane (Aomine et Jackson, 1959).

e. Bases échangeables (Tabl. VIII)

La teneur en bases échangeables est très élevée dans les horizons A_0 des deux premiers profils (échantillons 0.1.2. et 0.2.2.), où elle atteint de 20 à 34 mé p. 100 g. Elle est également forte dans les horizons (B) C et C du deuxième profil : entre 28 et 33 mé. Relativement à la capacité d'échange elle augmente sensiblement au niveau des horizons d'altération. Le calcium et le magnésium sont les deux cations majeurs ; l'ion calcium augmente relativement dans les horizons A_0 des trois profils et également, mais moins fortement, dans les horizons C des profils 0.2 et 0.3. En dehors de l'horizon A_0 des profils 0.1 et 0.2, on peut considérer qu'il y a une déficience en potassium, relativement aux quantités de calcium et de magnésium.

f. pH et taux de saturation en cations échangeables (Tabl. IX)

Les horizons très humifères (A_0 et A_1) de la partie supérieure du profil ont une réaction nettement acide : le pH (H_2O) y varie entre 5,1 et 5,9. Par contre, en profondeur la réaction est peu acide ou neutre : le pH (H_2O) y est de 6,1 à 7,1. La valeur du pH du sol, mesurée en milieu chlorure de potassium normal, est sensiblement plus acide : de 0,5 à 1 unité de moins

TABLEAU IX

pH, somme des bases échangeables et taux de saturation

N° échantillon	pH		S. BE mé/100 g	CEC mé/100 g à pH = 7	V %
	H_2O	KCL (N)			
0.1 - 2	5,9	4,75	20,08	52,5	38,2
0.1 - 3	5,2	4,60	6,50	46,8	13,9
0.1 - 4	5,6	5,0	5,39	56,4	9,6
0.1 - 5	6,1	5,25	4,00	21,0	19,0
0.2 - 2	5,45	4,85	34,27	73,9	46,4
0.2 - 3	5,45	4,8	5,96	54,6	10,9
0.2 - 4	5,75	5,2	8,48	62,8	13,5
0.2 - 5	6,95	5,5	27,87	60,4	46,1
0.2 - 6	7,1	5,6	32,80	59,3	55,3
0.3 - 2	5,1	4,4	6,10	47,9	12,7
0.3 - 3	5,55	4,85	5,90	38,9	15,2
0.3 - 4	5,6	5,0	3,84	34,3	11,1
0.3 - 5	6,05	5,25	7,95	35,4	22,5
0.3 - 6	6,05	5,3	6,41	20,7	30,9
0.3 - 7	6,45	5,4	7,82	13,2	59,2

que dans l'eau. Cela correspond bien à une valeur élevée de la capacité d'échange cationique.

Le taux de saturation en cations échangeables est très faible dans la majeure partie du profil, concernant les horizons A_1, A(B), (B) et éventuellement (B)C, où il est inférieur à 20 %. Il s'élève au niveau des horizons d'altération, où il atteint un peu plus de 50 % dans les profils 2 et 3. Il s'accroît sensiblement aussi dans les horizons A_0 des profils 1 et 2, dont les valeurs sont respectivement de 38 et de 46 %. Il est remarquable qu'il n'y ait pas de relation étroite entre le pH du sol et la valeur du taux de saturation en cations. En effet, la réaction la plus acide est observée dans les horizons humifères, qui dans deux cas sur trois sont moins fortement désaturés que les horizons minéraux sous-jacents. Par contre ces derniers sont relativement plus désaturés et en même temps moins acides. La faible acidité d'horizons minéraux fortement désaturés caractérise les sols riches en allophane. L'accroissement de l'acidité dans le haut du profil est la conséquence de l'enrichissement du sol en acides humiques.

g. *Analyse chimique totale* (Tabl. X)

L'extraction triacide laisse en résidu d'attaque important, représentant 2 à 16 % du poids de la terre fine. Un léger accroissement de ce taux dans le haut des profils 1 et 2, en même temps que l'élévation du rapport moléculaire SiO_2/Al_2O_3 dans l'extrait, peuvent signifier que ces sols ont été faiblement rajeunis en surface.

S'agissant de sols dérivant de roches volcaniques basiques, un résidu notable de l'attaque triacide pourrait également indiquer que ce sont des sols jeunes, dont l'altération des minéraux primaires est inachevée. On remarque en outre que la composition chimique du résidu est très différente de celle de

TABLEAU X

Analyse chimique totale

Echantillon	0.1-2	0.1-4	0.2-3	0,2-4	0.2-5	0.3-2	0.3-5	0.3-7
Perte au feu %	33,86	23,45	25,54	25,09	12,52	23,12	10,34	5,67
Analyse triacide : extrait par HNO_3 - HCl - H_2SO_4, sur le sol total								
Résidu %	12,31	9,69	13,96	8,45	2,43	16,12	15,60	15,70
SiO_2	18,62	21,22	18,38	17,80	33,24	20,37	25,33	29,22
Al_2O_3	11,25	18,25	17,65	19,75	19,00	12,65	13,85	13,15
Fe_2O_3	8,55	11,25	12,10	13,60	9,87	9,60	11,50	11,25
TiO_2	1,78	2,45	2,50	2,93	3,00	2,09	2,55	2,55
MnO_2	0,178	0,206	0,341	0,364	0,396	0,198	0,242	0,257
P_2O_5	0,36	0,49	0,46	0,62	0,55	0,36	0,40	0,45
CaO	4,20	4,00	3,00	1,92	3,80	5,20	7,30	9,20
MgO	5,16	5,40	5,08	6,16	8,64	6,80	8,96	9,52
K_2O	0,49	0,29	0,55	0,31	0,44	0,38	0,17	0,54
Na_2O	0,65	0,45	0,32	0,24	0,85	0,68	0,90	1,30
SiO_2/R_2O_3 mol.	1,88	1,41	1,22	1,05	2,00	2,00	2,02	1,62
SiO_2/Al_2O_3 mol.	2,81	1,97	1,76	1,52	2,97	3,10	3,10	3,76
Résidu	Fusion par HF, puis extrait H_2SO_4							
SiO_2 %	8,06	6,65	12,04	6,98	1,50	11,73	9,50	9,79
Al_2O_3	2,88	0,93	0,76	0,53	0,24	1,98	2,76	2,73
Fe_2O_3	0,11	0,12	0,12	0,10	0,09	0,20	0,38	0,36
TiO_2	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,08	0,08
MnO_2	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces
CaO	0,23	0,22	0,20	0,19	0,16	0,34	0,47	0,52
MgO	0,12	0,15	0,15	0,16	0,14	0,29	0,46	0,38
K_2O	0,28	0,24	0,26	0,18	0,08	0,37	0,37	0,33
Na_2O	0,58	0,34	0,38	0,26	0,18	1,16	1,58	1,51
SiO_2/Al_2O_3 mol. du résidu	4,76	11,90	26,90	22,39	10,62	10,07	5,85	6,10

N.B. : Résultats en % du sol sec à 105 °C.

l'extrait : elle est relativement très siliceuse, plus riche en sodium et en potassium, moins élevée en alumine, en calcium et en magnésium, très pauvre en titane et en manganèse. Cela correspond vraisemblablement à des minéraux primaires lentement altérables.

La composition chimique de l'extrait triacide peut être comparée à celle des basaltes environnant (Tabl. I). On constate que dans l'extrait du sol les teneurs en silice et en bases sont très sensiblement inférieures à celles des basaltes ; par contre, celles en sesquioxydes de fer et d'alumine y sont beaucoup plus élevées. La valeur du rapport moléculaire SiO_2/Al_2O_3, qui dans les basaltes environnants est de 5 à 6, varie dans les extraits de sol entre 2 et 2,8 pour le profil 1, 1,5 et 3 pour le profil 2, et 3,1 et 3,8 pour le profil 3. On remarque un accroissement sensible de cette valeur dans l'horizon C. Toutes ces données peuvent raisonnablement être interprétées relativement à la roche-mère, comme le résultat d'un appauvrissement progressif du sol en silice et en bases et en conséquence son enrichissement en sesquioxydes de fer et d'alumine. On remarque cependant que le sol est encore riche en calcium et en magnésium, mais les teneurs en ces deux éléments décroissent progressivement de la base vers le sommet du profil. Cela peut être l'indice de sols jeunes, en cours d'évolution. Par contre, une légère remontée des teneurs en calcium dans le haut des profils 1 et 2 peut s'expliquer par un faible rajeunissement superficiel ou par une remontée biologique.

3. INTERPRÉTATION

Les sols d'Olot dérivant de roches basaltiques se caractérisent par les propriétés physiques et chimiques suivantes :

La texture de la terre fine est limoneuse fine dans le haut du profil puis sablo-limoneuse à sableuse. L'horizon humifère (A_0, A_1), de type moder, est très riche en matières organiques (> 10 %) à rapport C/N modérément élevé (16-20). Les horizons minéraux, (B) et (B)C sont encore très humifères (> 3 %), bien que cela ne soit pas directement décelable sur le terrain ; le rapport C/N entre 14 et 15, y est moins élevé que dans l'horizon humifère. Les teneurs en phosphore total et en phosphore lié à l'aluminium sont exceptionnellement élevés dans tout le profil. La capacité d'échange cationique est très grande (21-74 mé p. 100 g) dans la majeure partie du profil, non seulement dans les horizons humifères, où elle pourrait être attribuée aux acides humiques, mais encore dans les horizons minéraux où elle atteint 60 mé p. 100 g. Dans le cas d'un horizon minéral (0.2.5.), contenant 2,1 % de matière organique et 25 % de fraction inférieure à 20 μ. Cela pourrait indiquer la présence de colloides minéraux analogues à l'allophane, dont la capacité d'échange dépendante de pH (Δ CEC) confirme cette interprétation ; elle dépasse 20 mé dans la majeure partie du profil et elle atteint même 64 mé. Cela, rapporté à la fraction minérale inférieure à 20 μ du sol, correspond à une valeur Δ d'au moins 160 mé p. 100 g. Cette valeur est légèrement supérieure à celle déterminée par Yoshinaga et Aomine (1962) sur une allophane du Japon. La somme des bases échangeables est assez importante et supérieure à 4 mé p. 100 g dans l'ensemble du profil, bien que le taux de saturation de la capacité d'échange soit faible (moins de 20 %) dans la majeure partie du sol. Ceci est une caractéristique des andosols désaturés sur les roches volcaniques basiques : ce sont en même temps des sols jeunes, où la libération des éléments basiques par hydrolyse des minéraux primaires est très importante, et des sols fortement désaturés du fait de leur capacité d'échange très élevée et d'un climat très humide. La somme des bases échangeables et le taux de saturation s'accroissent très sensiblement dans l'horizon d'altération. Ceci indique une évolution normale vers l'appauvrissement et la désaturation du bas vers le haut du profil. Cependant, on remarque une remontée des teneurs en calcium et en potassium dans le haut du profil, surtout dans les profils 1 et 2 où d'autres caractéristiques chimiques suggèrent un rajeunissement superficiel du sol par des apports minéraux. Le pH n'est sensiblement acide (5,1 à 5,9) que dans les horizons humifères, du fait sans doute des acides humiques, car il ne l'est plus que faiblement (6,1 à 7,1) dans les horizons minéraux. Le fait que le pH soit relativement peu dépendant du taux de saturation en bases confirme la présence d'allophane. L'écart entre pH (H_2O) et pH (KCl) de 0,5 à 1 unité, indique la présence d'allophane encore riche en silice et à forte capacité d'échange. La composition chimique de l'extrait triacide suggère que les produits minéraux secondaires du sol ont un rapport moléculaire SiO_2/Al_2O_3 compris entre 1,5 et 3,8. Ces valeurs sont nettement inférieures à celles des basaltes : entre 5 et 6 ; mais elles sont aussi nettement supérieures à celles attribuées à l'allophane : entre 1 et 2, par les auteurs japonais. On remarque cependant une évolution des termes les plus élevés dans l'horizon d'altération vers les plus bas dans les horizons (B) et A/(B). Une légère remontée de ce rapport dans l'horizon A_0 des profils 1 et 2, accompagnée de l'accroissement

du taux de résidu (d'attaque triacide) et des teneurs en calcium et en potassium suggèrent un faible rajeunissement minéral de ces deux profils. La présence notable d'un résidu d'attaque triacide, s'agissant de sols issus de roches volcaniques basiques et la quantité importante de calcium et de magnésium, indiquent qu'il s'agit de sols jeunes, en cours d'évolution. La nature très siliceuse et plus riche en cations alcalins du résidu montre qu'il s'agit probablement de minéraux lentement altérables. Comparativement à la roche-mère, la nature de ces produits indique l'évolution géochimique suivante : une perte très importante, au moins 50 %, en silice et en éléments basiques ; une accumulation relative proportionnelle en sesquioxydes de fer, d'aluminium et de manganèse. Une évolution semblable a été analysée récemment par Hétier (1975) dans les andosols de la chaîne des Puys (Massif Central) ; ce type d'évolution sur les mêmes sols avait été comparé précédemment à la ferrallitisation par Pedro (1968).

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'ORSTOM le 16 février 1976.

La bibliographie paraîtra avec la deuxième partie de cet article *in* Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIV, n° 2, 1976.