

MONTAGNES PYRENEENNES CALCAIRES

Les montagnes pyrénéennes calcaires sont essentiellement d'âge Crétacé et se rencontrent de part et d'autre de la zone axiale primaire. La fiche ci-après est rédigée à partir de l'étude des sols du massif calcaire de La Pierre Saint-Martin (Pyrénées Atlantiques) réalisée par Y.M. CABIDOCHÉ pour sa thèse (1979).

D'une façon générale, les affleurements rocheux sont importants et les sols sur calcaires durs sont très maigres, souvent décalcarisés avec une fraction organique importante.

1 - GEOLOGIE - LITHOLOGIE

Géologie :

- Crétacé supérieur : Coniacien, Santonien, Campanien, Maestrichien.
- Primaire.

Lithologie :

- Santonien : calcaires massifs à nombreuses diaclases.
- Campanien : . calcschistes plus ou moins silicifiés ;
. flysch schisto-gréseux - poudingues.

Les calcschistes peuvent contenir 60 à 70 % de carbonate de calcium, les schistes du flysch, 25 à 30 %. On y trouve aussi des grès calcaires.

2 - GEOMORPHOLOGIE

Au moment de l'érection des Pyrénées à la fin du secondaire et au début du tertiaire, les calcaires durs du crétacé se sont cassés (tectonique cassante) en donnant de nombreuses fractures et failles alors que les matériaux plus meubles (schistes et flysch) se sont plutôt pliés.

Il en résulte des formes de paysage très différentes :

- Calcaires durs : paysage contrasté avec falaises et ravins, parfois découpé en nombreux compartiments affaissés ou surélevés les uns par rapport aux autres (zone "Horst-Graben"). Paysage marqué par l'importance des affleurements rocheux.
- Flysch ou calcschistes : paysage plus vallonné qui recouvre les calcaires durs. Les roches sont masquées par la végétation.

Dans les zones calcaires, on trouve aussi une morphologie karstique (dissolution de la roche et percolation verticale des eaux) et des manifestations d'érosion glaciaire (rabotage des calcaires, dépôts morainiques).

Les formes de relief qui en résultent sont :

- LAPIAZ tabulaire : zone peu fracturée par la tectonique ou la roche calcaire est à nu et forme un relief tabulaire parcouru de failles et de diaclases espacées de 5 à 30 m.
- En zone très fracturée avec découpage en compartiments (zone Horst Graben), on trouve :
 - . des tables sommitales qui ressemblent au Lapiaz ;
 - . des dépressions souvent comblées de terre fine.
- Canyons avec falaises. A la faveur de failles plus importantes, se sont développés des canyons. On y trouve des éboulis et des dépôts morainiques.

En zone de flysch ou de calcschistes, on a un modelé plus doux.

3 - AGRO-PAYSAGE

Elle est conditionnée :

- par l'altitude et le climat qui en résulte et qui impose un étagement de la végétation ;
- par la nature des roches et les formes de paysages.

	Calcaire dur		Calcschistes en flysch
Etage collinéen < 1 000 m et montagnard inférieur 1 000 - 1 300 m	Hetraie		Hetraie à myrtille forêt ou lande arborée
Etage montagnard supérieur 1 300 et 1 700 m et étage subalpin inférieur 1 000 - 1 900 m	Table	Dépressions	Pelouse pâturée (Nord)
	Lande arboré rhododendron et pins à crochets	Pelouse	
Etage subalpin supérieur 1 900 - 2 200 m	Rares pins à crochets et rares ericacées.		Pelouses
Etage alpin > 2 200 m	Landines rases ou pelouses à graminées.		

4 - REPARTITION DES SOLS DANS LE PAYSAGE

- Zone des calcaires durs :

- Sur les calcaires durs les sols sont inexistantes ou peu épais : ce sont des sols lithocalciques humifères (**unité 1**).
- Le fond des dépressions remplies d'un matériau argilo-limono-sableux ont des sols assez profonds bruns calciques (**unité 2**).
- Dans les canyons, on trouve les éboulis plus ou moins stabilisés et recouverts de végétation.
Eboulis actif : régosols ou régosols sur sols bruns calcaires humifères (**unité 3**).
Eboulis stabilisé par la hêtraie : sols bruns calciques humifères ou humocalciques (**unité 4**).
On y trouve également des dépôts morainiques : sols bruns faiblement lessivés (**unité 5**).

- Zone des calcschistes et des flyschs

Les sols se différencient selon la nature de la roche-mère (calcschistes ou schistes ou grès), et par le pendage des couches et la pente.

Les calcschistes à pendage vertical donnent des sols superficiels calcaires (**unité 6**).

Dans les autres situations, ils donnent des sols bruns plus ou moins acides qui peuvent être hydromorphes si le pendage est nul et la pente faible (**unité 7**).

Les schistes donnent toujours des sols bruns acides qui peuvent être hydromorphes si le pendage et la pente sont faibles (**unité 7**).

5 - DESCRIPTION ET CARACTERISATION DES SOLS

5.1. Pédogenèse

Elle est marquée :

- par la nature des roches mères (dureté, acidité ...)
- par les formes de relief qui résultent des caractéristiques physiques des roches : tapiaz, éboulis ...
- par le climat froid et humide qui favorise l'accumulation de matières organiques et lessive le calcaire et les autres éléments minéraux.

5.2. Description d'unités de sols

Unité 1 : Sols lithocalciques humifères peu épais

Lithosols holorganiques (RP). Lithosols calciques humifères (CPCS).



Ce sont des sols humifères à profil A/R reposant directement sur la roche mère d'épaisseur faible et irrégulière (5 à 40 cm). Ils sont discontinus dans l'espace.

Les taux de matière organique sont très élevés, 20 à 60 %. L'humus est calcique (moder) ou acide (mor) selon la végétation et l'épaisseur.

La granulométrie montre des teneurs assez élevées en argile (35 à 55 %).

Unité 2 : Sols bruns calciques profonds des dépressions ou des poches

Calcisols (RP). Sols bruns calciques (CPCS).

◆ Description de profil : CABIDOUCHE (1979) - P 75.

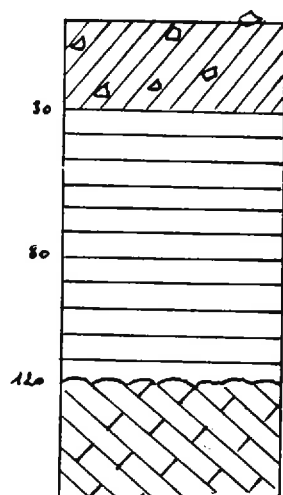
Roche sous-jacente : calcaire.

Végétation : hêtraie et mousse.

Altitude : 800 m

Pente : 40 %

Forme du relief : poche de Lapiaz.



0-30 cm : A1 : Argile limono-sableuse. Quelques cailloux calcaires. Brun jaune sombre (10 YR 4/4). Structure grenue à polyédrique subanguleuse très nette centimétrique. Grande porosité inter agrégats. Bonne activité biologique (nombreux turricules). Nombreuses racines moyennes et fines.

30-80 cm : Sci : Argile limono-sableuse. Brun foncé (7,5 YR 5/4). Structure polyédrique fine très nette. Bonne activité biologique (très nombreuses galeries de vers). Racines moyennes à grosses.

80-120 cm : C : argile limono-sableuse. Jaune brunâtre (10 YR 6/6). Structure polyédrique à prismatique de 5 à 10 cm, nette. Galeries de lombrics.

120 cm : R : Calcaire.

◆ Variantes : au centre des dépressions, les sols peuvent être désaturés et devenir des sols bruns à pH 6 à 6,5.

◆ Résultats d'analyses

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
0-30	7	31	6	11	8	5,9		7,1	0,23	24,6	0,55	29,9	
30-80	8	27	6	18	6	1,9		7,7					
80-120	8	22	8	18	8	1,7		7,9	0,11	23,4	0,21	20	

Unité 3 : Régosols sur sols bruns calcaires humifères des éboulis

Peyrosols (RP). Régosols (CPCS).

Description de profil : CABIDOCHE (1979) - P 45.

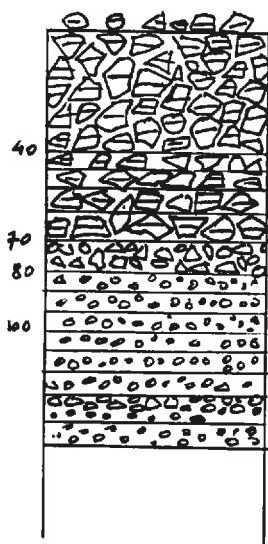
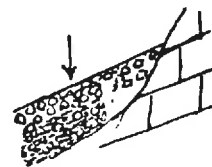
Roche sous-jacente : calcaire.

Végétation : hêtraie.

Altitude : 1 800 m.

Pente : 4,5 %.

Forme de relief : éboulis calcaire.



0-40 cm : Xp : Cailloutis calcaire anguleux (5 à 40 cm), et grosses racines. Très poreux.

40-70 cm : A₁ : Cailloux calcaires avec argile limono-sableuse organique brun grisâtre très sombre (10 YR 3/2) dans les interstices. Structure grenue très fine et nette. Effervescences ponctuelles. Nombreuses radicelles.

70-80 cm : C₁ : Cailloux calcaires (5 à 10 cm), emballés dans une argile limono-sableuse brun jaunâtre sombre (10 YR 4/4). Structure grenue fine nette. Effervescences ponctuelles.

80-100 cm C_{2ca} : Gravier (1 à 3 cm), emballés dans l'argile limono-sableuse. Structure polyédrique moyenne. Effervescence forte.

100 cm et plus : D₃ : Petits graviers et argile limono-sableuse, avec parfois stratification des tailles des éléments grossiers.

◆ Résultats d'analyses

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
40-70	33	33	11	14	9	10,6		7,8				39,9	
70-80	34	29	12	16	9	7,2		7,8				39,9	
80-100						3,4		7,8					

Unité 4 : Sols bruns calciques humifères des éboulis stabilisés

Calcisols (RP). Sols bruns calciques (CPCS).

◆ Description de profil : CABIDOUCHE (1979) - Profil P 77.

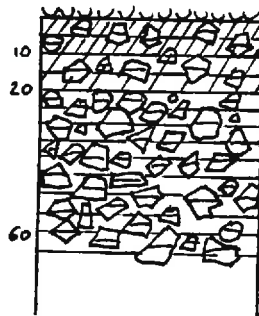
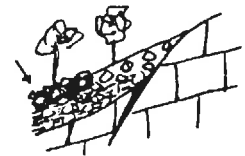
Roche sous-jacente : calcaire dur.

Végétation : hêtraie.

Altitude : 1 590 m.

Pente : 35 %.

Forme de relief : éboulis de gravité.



0-2 cm : OF : Litière de feuilles de hêtre très fragmentées.

2-10 cm : Ah : Brun sombre (7,5 YR 4/2). Matière organique directement décelable, très fragmentée. Quelques débris végétaux reconnaissables. Prédominance d'agrégats oblongues millimétriques. Amas organiques en grappes sans forme bien définie, centimétriques. Cailloux calcaires abondants. Transition nette.

10-20 cm : Ahci : Brun (7,5 YR 4/4). Argile limono-sableuse, à structure grenue, mais surtout turrucules de lombrics très abondants. Effervescences ponctuelles rares. Racines moyennes. Cailloux calcaires. Très poreux. Transition nette, avec parfois discontinuité (horizon "creux"). Les horizons A0 et A1 peuvent apparaître "suspendus" à l'armature de cailloux.

20-60 cm : Cca : Brun fort (7,5 YR 5/6). Argile limono-sableuse, à structure polyédrique très nette centimétrique. Cailloux et graviers calcaires. Effervescence ponctuelle, localement généralisée, de la terre fine. Nombreuses racines fines.

◆ Résultats d'analyses

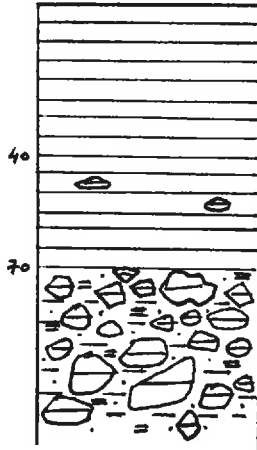
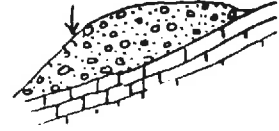
Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Complexe absorbant - Cation meq/100 g				
	Argile	L F	L G	S F	S G				K	Ca	Mg	T	S/T
2-10	43	33	8	9	6	39,5		6,5	0,74	71	2,47	76	
10-20	37	26	11	18	7	8,6		7,7					
20-60						4,4		7,8					

Unité 5 : Sols bruns faiblement lessivés des moraines

Brunisols luviques (RP). Sols bruns faiblement lessivés (CPCS).

◆ Description de profil : CABIDOUCHE (1979) - P 65.

Roche sous-jacente : calcaire.
Végétation : pelouse - fougères.
Altitude : 750 m.
Pente : 33 %.
Forme de relief : moraine latérale (terre fine et cailloux calcaires).



0-40 cm : A : Argile limono-sableuse. Brun (7,5 YR 4/4). Structure polyédrique subanguleuse fine (5 mm). Bonne activité biologique : galeries de vers et turricules. Nombreuses racines fines.

40-70 cm : S : Argile limono-sableuse. Quelques cailloux et graviers d'aspect schisteux. Brun fort (7,5 YR 5/6). Structure polyédrique moyenne nette (2 à 3 cm), faces des agrégats à revêtements argileux plus sombres. Quelques racines et galeries. Transition nette.

70 cm et plus : Cca : Moraine carbonatée, cailloux calcaires emballés dans des sables fins et limons calcaires, très compactés. Petites glosses argileuses brun rougeâtre au fond de décarbonatation.

◆ Résultats d'analyses

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
0-40	33	29	17	15	6	3,2		5,3	0,16	2,9	2,30	14,0	
40-70	42	26	13	14	5	1,5		5,6	0,08	3,9	7,64	14,4	
70 et plus								8,4					

Unité 6 : Sols superficiels calcaires sur calcschiste à pendage vertical

Rendosols (CPCS). Rendzines initiales (CPCS).

◆ Description de profil : CABIDOUCHE (1979) - P 63

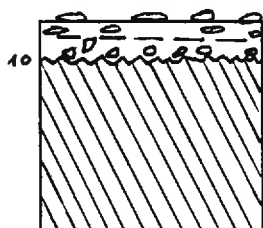
Roche sous-jacente : calcschistes.

Végétation : pelouse.

Altitude : 1 610 m.

Pente : nulle.

Forme de relief : replat.



0-10 cm : A : Limon argilo-sableux. Gravier et sables schisteux carbonatés. Brun grisâtre sombre (10 YR 4/2). Structure grenue nette. Effervescences ponctuelles. Nombreuses racines fines. Transition nette, en dents de scie.

10 cm et plus : C/R : Calcschistes à fort pendage de schistosité, plans de schistosité ouverts. Pellicule de décarbonatation 1 à 2 mm, dans les plans, soulignée par un enracinement dense.

◆ Résultats d'analyses

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	L F	L G	S F	S G				K	Ca	Mg	T	
0-10	28	35	2	6	29	5,3		7,8	0,14	39,4	6,60	19,1	

Unité 7 : Sols bruns acides sur calcschistes à pendage peu différent de la pente ou sur schiste

Brunisols oligosaturés (RP). Sols bruns acides (CPCS).

◆ Description de profil : CABIDOUCHE (1979) - P 64

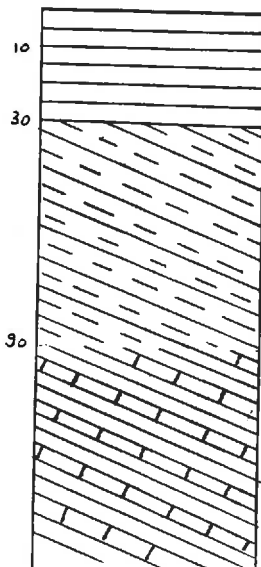
Roche sous-jacente : calcschistes.

Végétation : hêtraie.

Altitude : 940 m.

Pente : 35 %.

Forme de relief : versant régulier.



0-10 cm : A : Argile limono-sableuse. Brun jaunâtre (10 YR 5/4). Structure continue. Quelques racines de hêtre en décomposition. Transition graduelle.

10-30 cm : A/S : argile limono-sableuse. Brun jaunâtre (10 YR 5/6). Structure continue, incluant de nombreux pseudo-graviers et pseudo-cailloux de même texture, à structure schisteuse. Racines. Transition graduelle.

30-90 cm : C : Argile limono-sableuse à structure schisteuse, à débit en lamelle seulement au couteau. Quelques galeries de vers.

90 cm et plus : R : Calcschistes sains, à schistosité de faible pendage (30 % N), parallèle à la direction plane des structures schisteuses en C.

◆ Variantes :

- Quand le pendage et la pente deviennent nuls, se manifestent des phénomènes d'engorgement : on a alors des sols bruns acides hydromorphes.
- Les schistes moins calcaires que les calcschistes donnent quelque soit le pendage des sols bruns acides. Ces sols sont hydromorphes dès que le pendage est plus faible que la pente du terrain.

◆ Résultats d'analyses

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Alum. libre	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
0-10	36	38	8	8	10	5,2		4,8	0,18	2,5	2,09	15,6	
10-30	34	35	6	9	16	2,1		4,7					

6 - BIBLIOGRAPHIE

CABIDOUCHE Y.M. (1976) - Relations entre la matière organique des sols et le milieu de haute montagne dans le Parc National des Pyrénées. DEA Université des Sciences et Techniques du Languedoc - 54 pages.

CABIDOUCHE Y.M. (1979) - Contribution à l'étude des sols de haute montagne. Thèse Université des Sciences et Techniques du Languedoc - 152 pages + annexes.

7 - REDACTION : C. LONGUEVAL