

Dans ce numéro: A. LAVAGNE et P. MOUTTE: Note relative à la répartition et à l'écologie du pin à crochets (*Pinus uncinata*) dans la vallée de l'Ubaye (Basses-Alpes). — L. BOURGENOT: Les plans d'aménagement ou plans de gestion adaptés aux conditions particulières de la forêt privée. — J. VENET: Utilisation combinée de la route et des câbles pêcheurs à courte portée dans une forêt communale en Suisse. — C. DEVEAUX: Contribution à l'étude de la composition normale des futaies résineuses de Savoie en fonction de la dimension d'exploitabilité. — J. PARDÉ: Une méthode rapide de cubage approché des peuplements forestiers équiennes.

## NOTE RELATIVE A LA RÉPARTITION ET A L'ÉCOLOGIE DU PIN A CROCHETS (*Pinus uncinata*) DANS LA VALLÉE DE L'UBAYE (Basses - Alpes)

PAR

M. André LAVAGNE et M. Paul MOUTTE  
de la Faculté des Sciences - Marseille

Par son aire extrêmement morcelée dans les Alpes occidentales et méridionales, par son écologie capricieuse, le Pin à crochets (*Pinus montana* Mill. race *uncinata* Ram.) résiste aux analyses et pose encore bien des problèmes.

Quelle est son origine dans les Alpes? Est-ce une espèce relicte, est-ce un pionnier?

Quelles sont ses préférences édaphiques? Est-il strictement calcicole? Et alors, quelle est la signification de ses stations sur sols acides et tourbières?

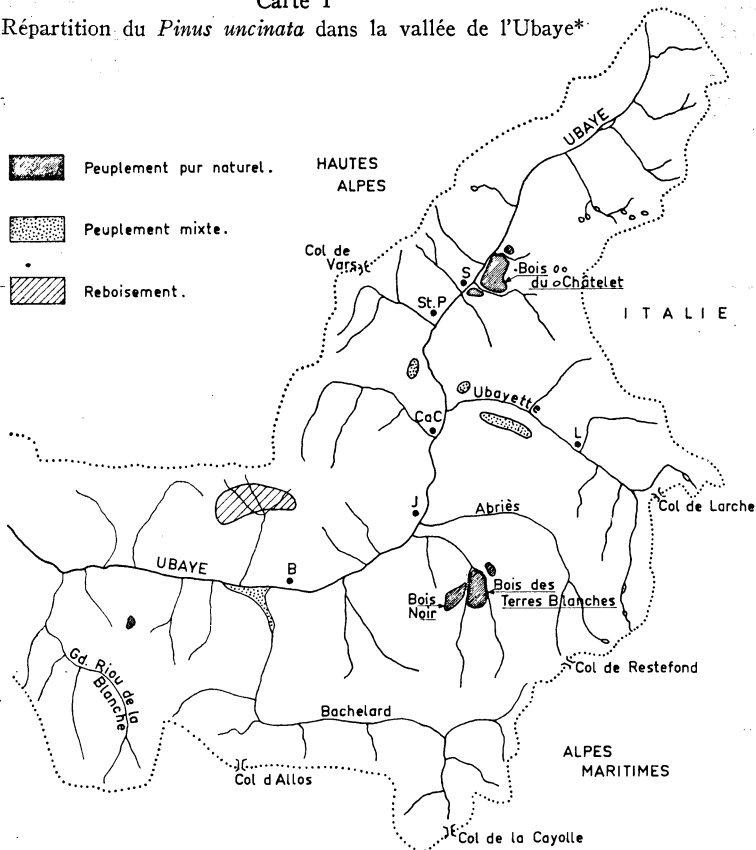
L'étude que nous avons faite de ses peuplements dans la vallée de l'Ubaye ne prétend pas porter réponse à tous ces problèmes, mais donner quelques éléments d'information supplémentaires.

### I. — LOCALISATION DE L'ESSENCE DANS LA VALLÉE DE L'UBAYE (Carte 1)

Il s'agit dans la vallée de l'Ubaye d'une essence assez localisée et d'importance somme toute secondaire. Jamais elle ne couvre des surfaces aussi considérables que celles occupées par les mélèzeins ou les pineraies à Pin sylvestre.

Mais lorsque l'arbre constitue des massifs, ce sont très généralement des peuplements denses et exclusifs. Les autres essences, très rares, font figure d'accidentelles.

Carte 1

Répartition du *Pinus uncinata* dans la vallée de l'Ubaye\*

Ce trait particulier a dès le départ retenu notre attention.

Les forêts de Pin de montagne sont pour une grande part des forêts naturelles (cette note n'a pour objet que l'étude des groupements naturels), mais les reboiseurs ont utilisé l'espèce avec succès, par exemple dans le bassin de réception du Riou Bourdoux.

Dans la vallée de l'Ubaye, on constate, d'autre part, une corrélation étroite entre les stations de *Pinus uncinata* et les affleurements géologiques de calcaire compact.

(\*) Le confluent Bachelard-Ubaye correspond à une zone alluviale à divers saules, et non à un peuplement mixte de pin à crochets.

Ainsi, en haute Ubaye, en amont de Saint-Paul, le Pin à crochets garnit les versants Nord abrupts des massifs calcaires de « l'écaille briançonnaise » (massif du Chambeyron).

Là, on le trouve, par plaques, à l'Est du Pont Vouté, et bien développé, dans la *belle forêt du Châtelet* (carte 2) au-dessus du pont du même nom, entre la chapelle de Saint-Antoine et la route de Fouillouse, entre 1 700 et 2 100 m. L'essence est exclusive dans cette série.

Le substrat géologique est constitué soit par les calcaires du Jurassique (calcaire de Guillestre), soit les calcaires triasiques, roches également compactes et charriées par la nappe briançonnaise.

Un peu au Sud se trouve encore un îlot de *Pinus uncinata*, sur le talus de la moraine du Chambeyron, sur la rive gauche du torrent de la Baragne.

Tel se présente le premier ensemble de Pin à crochets que nous pouvons nommer « l'îlot de la Haute Ubaye ».

Dans l'importante cuvette forestière de Tournoux-les-Gleizolles, au Sud-Ouest, le Pin à crochets existe, mais cette fois comme essence subordonnée.

Aux Chalanches et à la Silve, face à Meyronnes, les Pins arrivent pourtant à concurrencer le mélèze dans la zone inférieure de la forêt entre 1 600 et 1 800 mètres; ils dominent notamment sur les flancs Est et Sud-Est des ravins. Ils existent également dans la forêt de la Rochaille de Meyronnes, à la Lauzière de Tournoux, mais nous doutons de leur indigénat.

Le substratum est ici le flysch à Helminthoïdes.

Le deuxième centre de *Pinus uncinata* de l'Ubaye se trouve au Sud-Est de Jausiers dans le « V » formé par le confluent du torrent de Clapouse et de celui des Terres Pleines, au lieu dit « *les Terres Blanches* » (carte 2).

De 1 600 à 2 100 m, le Pin à crochets constitue des forêts denses aux expositions Est, Nord et Ouest. Dans cet ensemble de plusieurs kilomètres carrés, pas de mélèze ou quelques pieds isolés en lisière.

Environ 1 km à l'Ouest, sur la rive gauche du torrent des Terres Pleines, le « *Bois Noir* » étale une ligne sombre entre 1 700 et 1 900 m de peuplement pur.

Le substratum, ici autochtone, est constitué par un anticlinal à charnière triasique gypseuse (la forêt à cet endroit est parsemée d'entonnoirs de dissolution de gypse).

De part et d'autre de la charnière s'étalent le lias calcaire et les roches plus compactes du Jurassique moyen-Bathonien.

On suit sur la rive gauche des Terres Pleines l'affleurement anticlinal du Jurassique moyen qui correspond très exactement à l'étalement horizontal du Bois Noir, exclusivement constitué encore de *Pinus uncinata*.

Si l'on fait abstraction des reboisements du Grand Adret de Barcelonnette où l'essence réussit entre 1 800 et 2 100 m, nous ne connaissons plus dans la vallée de peuplements denses de *Pinus uncinata*.

Peut-être la zone subbriançonnaise de Méolans - Roche-Bénie nous réserve-t-elle encore quelques îlots (les forestiers nous ont indiqué un îlot sous l'Ailette à 2 000 m et plus).

En conclusion, le Pin à crochets est représenté en Ubaye par deux massifs naturels liés à des roches-mères de calcaire franc.

Il ne semble pas, par ailleurs, que ces massifs présentent des conditions écologiques particulières. Les déclivités sont fortes, mais jamais excessives; on trouve le Pin à crochets à toutes expositions et son amplitude altitudinale est forte (de 1 600 m à la limite supérieure des forêts).

Dans le fond, le Pin à crochets de l'Ubaye occupe des stations où le Mélèze aurait pu s'établir. C'est ce problème de répartition des essences que nous nous sommes posés, sur le terrain, avec M. l'Ingénieur des Eaux et Forêts de Barcelonnette; ce qui nous a étonnés, finalement, n'est pas tellement la présence du Pin, mais l'absence totale du Mélèze en ces points de la vallée où rien ne laissait prévoir sa disparition brutale.

## II. — ÉTUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE DES FORÊTS DE PINUS UNCINATA

Nous avons visité les deux massifs de Pin à crochets, celui des Terres Blanches, le 20 juillet 1962, avec le personnel forestier de Barcelonnette et celui du Châtelet le 8 août 1962.

L'étude phytosociologique s'est avérée difficile et d'interprétation assez délicate (voir carte 2).

Toutefois, si la végétation est assez variable sous le couvert du Pin, du moins ces variations sont-elles constantes dans les deux séries visitées.

Nous avons pu reconnaître trois groupements, à valeur phytosociologique inégale.

1. — **Le sous-bois xérique à Epervières** (Tableau I)  
(stade à *Hieracium bifidum* Kittel et *Hieracium cocsioides* Ar. Tv.).

Peu caractéristique, le cortège comporte des espèces des pineraies claires.

La strate arbustive est rare si l'on excepte les Genévriers. Il y a encore beaucoup d'espèces des pelouses xériques (*Brometum erecti*, *Seslerietum coeruleae*) telles *Globularia cordifolia*, *Helianthemum italicum*, *Sesleria coerulea*, *Aster alpinus*.

TABLEAU I

Sous-bois xérique à Epervières

(Stade à *Hieracium bifidum* Kitt. et *Hieracium coesioides* Ar. Tv.).

	N° 326	N° 346
STRATE ARBORESCENTE :		
<i>Pinus montana</i> var. <i>uncinata</i> .....	4.4	4.4
STRATE ARBUSTIVE :		
<i>Juniperus nana</i> .....	+	.
<i>Amelanchier ovalis</i> .....	+	.
<i>Cytisus sessilifolius</i> .....	+	.
pl. <i>Pinus uncinata</i> .....	1.2	+
<i>Juniperus communis</i> .....	.	1.2
<i>Juniperus sabina</i> .....	.	+
STRATE HERBACÉE :		
Espèces préférées de ce stade :		
<i>Hieracium bifidum</i> .....	1.1	2.3
<i>Hieracium coesioides</i> .....	+	1.2
<i>Hieracium murorum</i> .....	+2	.
<i>Hieracium subincisum</i> .....	+	.
<i>Pulsatilla alpina</i> .....	1.2	1.2
<i>Lotus corniculatus</i> .....	+	2.3
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> .....	1.1	1.2
<i>Coronilla minima</i> .....	.	2.2
<i>Hieracium pilosella</i> .....	.	+
<i>Ranunculus breyninus</i> .....	.	1.1
<i>Ranunculus aduncus</i> .....	1.1	.
<i>Galium asperum</i> .....	.	1.2
<i>Thesium alpinum</i> .....	1.2	+
<i>Luzula nivea</i> .....	.	+
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> .....	+3	.
Espèces de l'Ononido-Pinion :		
<i>Astragalus monspessulanum</i> .....	+2	.
Espèces de l'Ericeto-Pinetum :		
<i>Pirola secunda</i> .....	.	1.3
<i>Pirola uniflora</i> .....	+	.
<i>Polygala chamaebuxus</i> .....	2.2.	.
<i>Goodyera repens</i> .....	(h.r)	.
STRATE MUSCINALE ET LICHÉNIQUE :		
<i>Hypnum sericeum</i> .....	+3	2.3
<i>Hypnum triquetrum</i> .....	2.2	.
• <i>Barbula tortuosa</i> .....	1.3	2.2
<i>Cladonia</i> sp. ....	+	+
<i>Cetraria islandica</i> .....	.	+

*Compagnes*: (issues des Brometum et Seslerietum voisins)

*Sesleria coerulea* 2.3 (326), +(346) — *Euphorbia cyparissias* 1.2 (326), +(346) — *Calamagrotis varia* 1.2 (326), — *Gentiana lutea* +(326) — *Carlina acaulis* +(326) — *Valeriana montana* 1.3 (326) — *Viola hirta* (in Coste) +(326) — *Aconitum Lycoctonum* 1.1 (326) — *Carex refracta* +.2 (326) — *Brachypodium pinnatum* 1.3 (326) — *Hieracium prenanthoides* +(326) — pl. *Picea excelsa* +(326) — *Anthyllis Vulneraria* +(326) — *Alchimilla Hoppeana* s.e. *asterophylla* +(326) — *Plantago serpentina* 2.3 (326) — *Bupleurum ranunculoides* 1.2 (326) — *Globularia cordifolia* 2.4 (326) — *Helianthemum italicum* 1.1 (326) — *Carlina vulgaris* +(346) — *Antennaria dioica* 1.3 (346) — *Laserpitium gallicum* +(346) — *Phyteuma orbiculare* +(346) — *Achillea millefolium* +(346) — *Viola rupestris* +(346) — *Thymus serpyllum* +(346) — *Festuca ovina* s.l. 1.2 (346) — *Arabis pauciflora* +(346) — *Asperula aristata* +(346) — *Taraxacum dens leonis* +(346) — *Poa alpina* +(346) — *Aster alpinus* +(346) — *Calamintha alpina* +.2 (346) — *Carduus carlinaefolius* +(346) — *Hieracium lanceolatum* +(346).

*Localisation des relevés*:

N° 326: bois des Terres Blanches, versant N-E, à 1950 m en haut de la forêt.

N° 346: bois du Châtelet, vers 2000 m, au-dessus du chemin qui traverse le ravin du Châtelet.

Les espèces forestières sont discrètes: *Ranunculus Breyininus*, *Arabis pauciflora*, *Luzula nivea*; les espèces sciaphiles vraiment rares. Nous avons trouvé cependant *Pirola uniflora*, *Polygala chamaebuxus*, *Goodyera repens*, mais nous sommes loin encore de l'Ericeto-Pinetum peut-être climacique.

L'essentiel du groupement est formé par des espèces frugales demi-héliophiles tels les *Hieracium*.

Le recouvrement reste médiocre, quelques Lichens et Mousses végètent à même le sol.

Pourtant la régénération de la forêt est bonne, l'aspect de belle venue.

Aux Terres Blanches, les arbres ont plus de cinquante ans (nous avons mesuré à la sonde tarière des fûts de 83 ans). Les fûts ont 8 à 10 mètres de haut, pour des diamètres de 30 cm à hauteur d'homme. Nous en avons dénombré de 15 à 20 à l'are.

Il est à remarquer que si de tels groupements sont assez décevants pour le phytosociologue, il n'en est pas de même pour le forestier et l'économiste; en effet, dans ces stades d'élaboration du groupement, la vitalité de l'essence est remarquable et la régénération de la forêt après la coupe assurée.

Les forestiers auront peut-être intérêt à prolonger ce stade.

## 2. — La pelouse neutrophile à graminées

(groupement à *Brachypodium pinnatum* et *Dactylis glomerata*).

L'installation des graminées neutrophiles suit le stade à Epervières et correspond à une décalcification de surface du sol.

Le premier horizon pédologique est neutre. Son pH passe à 7 et même 6,5 .

Nous n'avons pas de relevés de ce groupement qui n'est d'ailleurs pas particulier au *Pinus uncinata* (aucun des 3 groupements décrits n'est spécifique du Pin à crochets).

Cette pelouse, d'un intérêt pastoral certain, peut être classée dans les formes maigres des pré-bois.

Ce groupement se trouve par place dans le massif des Terres Blanches, fortement imprégné du *Seslerietum* issu des crêtes; il est plus largement développé dans le Bois du Châtelet, au bas du massif et en son centre (voir carte 2).

Le Pin se régénère encore dans ce groupement, mais les jeunes plants n'ont plus la vitalité observée dans le précédent.

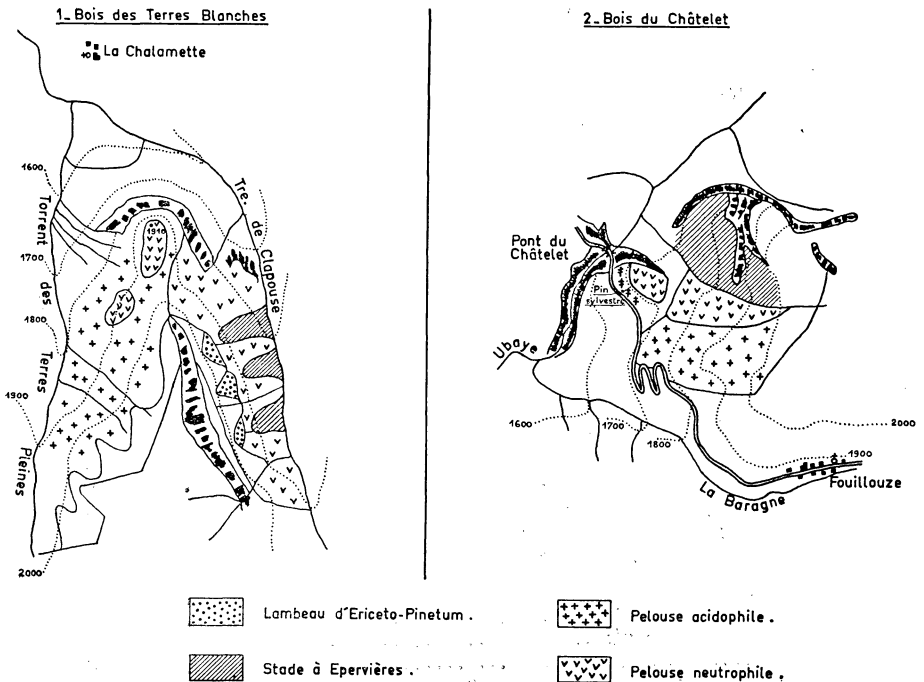
3. — **La pelouse acidophile à *Deschampsia flexuosa*** (Tableau II) (association à *Deschampsia flexuosa* et *Anthoxanthum odoratum*).

Nous avons été surpris de trouver une pelouse acidophile sous le couvert du Pin à crochets.

Or, dans les deux massifs, elle occupe les replats et les pentes faibles.

Aux Terres Blanches, on la trouve au lieu dit « le Plateau » et dans le flanc N-W de la forêt; au Châtelet, elle occupe la partie du massif située vers les lacets de la route de Fouillouze (carte 2).

CARTE 2. — ESQUISSES PHYTOSOCIOLOGIQUES DES DEUX MASSIFS PRINCIPAUX



Toujours la forêt recouvre une herbe rase et dense, très parcourue par les moutons.

TABLEAU II

Association à <i>Deschampsia flexuosa</i> et <i>Anthoxanthum odoratum</i>		
	N° 327	N° 345
STRATE ARBORESCENTE:		
<i>Pinus montana</i> var. <i>uncinata</i> .....	3.3	3.4
STRATE ARBUSTIVE:		
<i>Juniperus communis</i> .....	1.2	1.2
<i>Sorbus aucuparia</i> .....	.	+
<i>Berberis vulgaris</i> .....	.	+
pl. <i>Pinus montana</i> .....	+	+ <sup>o</sup>
<i>Cotoneaster integerrima</i> .....	.	+
<i>Daphne mezereum</i> .....	.	+
<i>Lonicera xylosteum</i> .....	+	.
STRATE HERBACÉE:		
Caractéristiques provisoires du groupement:		
<i>Deschampsia flexuosa</i> .....	1.4	3.3
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .....	1.3	2.2
<i>Festuca rubra</i> s. e. <i>fallax</i> .....	1.3	1.2
<i>Alchemilla hoppeana</i> .....	.	3.3
<i>Alchemilla pubescens</i> .....	+	.
Préférées du groupement:		
<i>Solidago virga aurea</i> .....	.	1.1
<i>Homogyne alpina</i> .....	.	1.1
<i>Agrostis vulgaris</i> .....	.	1.2
<i>Polygala alpestris</i> .....	+2	.
<i>Myosotis alpestris</i> .....	1.1	.
<i>Brachypodium silvaticum</i> .....	1.3	.
<i>Briza media</i> .....	+	.
Espèces du Piceetum subalpinum (= pessière à myrtille)		
<i>Vaccinium myrtillus</i> .....	.	1.2
<i>Luzula flavescens</i> .....	.	1.1
Compagnes liées au pâturage:		
<i>Gentiana lutea</i> .....	+	.
<i>Potentilla crantzii</i> .....	1.2	.
<i>Poa alpina</i> .....	1.2	.
<i>Plantago serpentina</i> .....	2.3	+
<i>Trifolium montanum</i> .....	+	+2
<i>Carduus carlinaefolius</i> .....	+	.
<i>Plantago media</i> .....	+	.
<i>Plantago major</i> .....	.	+
<i>Festuca ovina</i> s.l. .....	+	.
<i>Cirsium eriophorum</i> .....	+	.
<i>Trifolium pratense</i> .....	+	+
<i>Lotus corniculatus</i> .....	.	1.3
<i>Geum montanum</i> .....	.	+
<i>Trifolium alpestre</i> .....	.	+
<i>Cirsium acaule</i> .....	.	1.2
<i>Taraxacum dens leonis</i> .....	.	+



*Compagnes*: *Phyteuma orbiculare* 1.1 (327), 1.1 (345) — *Ranunculus breynianus* +.3 (327), 1.2 (345) — *Ranunculus aduncus* + (327) — *Achillea millefolium* + (327), + (345) — *Brachypodium pinnatum* 2.4 (327), 2.3 (345) — *Brunella vulgaris* + (327) — *Thesium alpinum* + (327) — *Carex ornithopoda* +.2 (327) — *Galium rubrum* s.l. + (327) — *Avena pratensis* 1.1 (327) — *Bromus erectus* + (327) — *Hieracium murorum* 2.2 (345) — *Hieracium villosum* 1.2 (345) — *Galium asperum* + (345) — *Hieracium prenanthoides* 2.2 (345) — *Astragalus danicus* + (345) — *Chrysanthemum leucanthemum* 1.1 (345) — *Bupleurum ranuculoïdes* 1.1 (345) — *Campanula Scheuchzeri* + (345) — *Hieracium bifidum* + (345) — *Fragaria vesca* + (345) — *Luzula silvatica* + (345).

*Localisation des relevés*:

N° 327: Bois des Terres Blanches — Cote 1910 sur le replat au lieu dit « le Plateau ».

N° 345: Bois du Châtelet, le Preina vers 1920 m.

Dans le cortège, les acidophiles strictes sont nombreuses (voir tableau II): *Deschampsia flexuosa*, *Homogyne alpina*, *Anthoxanthum odoratum*. La présence de quelques espèces du Picetum subalpinum (représenté en Ubaye par la pessière à myrtilles) est remarquable: *Vaccinium myrtillus*, *Luzula flavescens*.

Nous avons trouvé également quelques jeunes plants d'Épicéa.

Une fétuque abonde. Sa détermination est délicate. Déterminée au départ comme *Festuca heterophylla*, nous pensons maintenant qu'il s'agit plutôt de *Festuca rubra* L. s.sp. *falax* Thuill. (in Fournier).

Par endroits, les Alchemilles dominant (*Alchimilla hoppedana*); *Agrostis vulgaris* signale des suintements, alors que les neutrophiles sont rares et localisées.

Le cortège des compagnes est formé d'espèces liées au pâturage (pour des raisons diverses d'ailleurs; espèces épineuses délaissées, plantes à port étalé au sol dont l'appareil végétatif résiste à l'arrachage, nitrophiles).

L'acidification est déjà avancée: dans les horizons supérieurs, nous avons mesuré des pH variant de 5 à 6. Il faut creuser à plus d'un mètre pour retrouver un peu de calcaire et la neutralité.

Si le recouvrement herbacé est maximum, la forêt, elle, n'est pas très dense: arbres de 10 m de haut, de 20 à 25 cm de diamètre; au nombre de 10 à l'are tout au plus.

Dans ce groupement, le Pin ne se régénère pas.

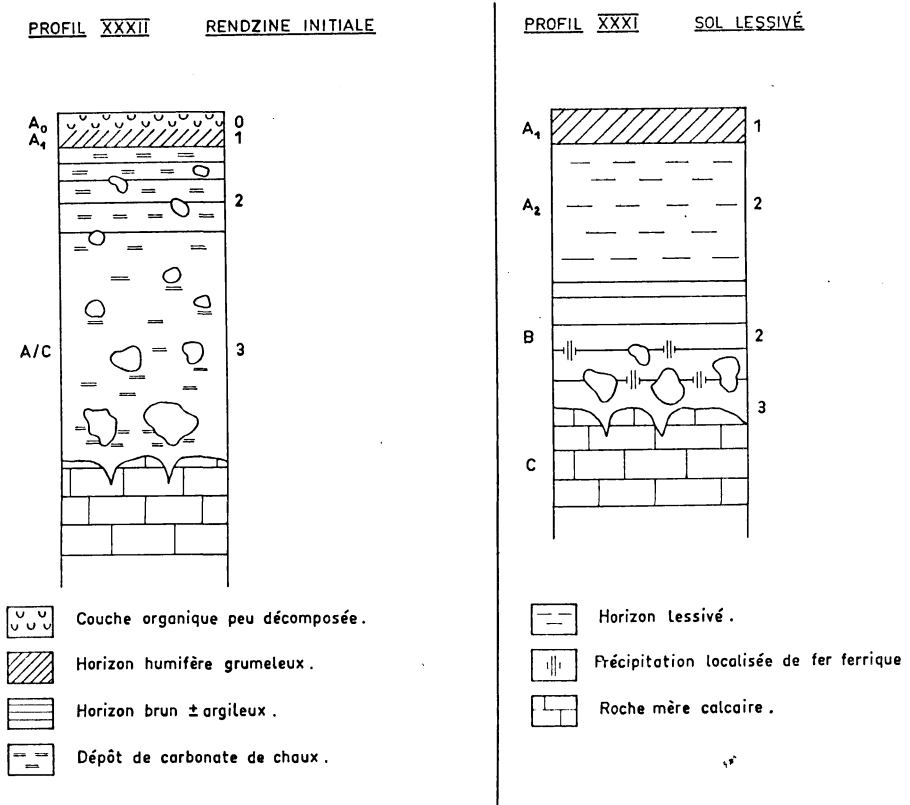
### III. — ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DES SOLS FORESTIERS SOUS LE PIN A CROCHIETS

Bien que le substrat soit homogène et presque entièrement formé de calcaire franc, la nature pédologique du sol est très variable, allant d'une roche-mère presque apparente à des sols profonds décarbonatés et lessivés.

Pendant l'été 1962, nous avons effectué 6 sondages, 3 dans chacun des deux massifs, là où le cortège floristique nous paraissait le plus typique.

(La particularité de notre méthode est en effet de choisir l'emplacement du profil en fonction de l'analyse préalable de la végétation).

Trois profils se rapportent au stade à Epervières ou à la pelouse neutrophile, trois autres au groupement acidophile.



Nous donnons à la suite (voir planche spéciale) les deux profils extrêmes, le XXXII correspond au relevé le plus calcicole (relevé n° 346), le XXXI au groupement acidophile (relevé n° 345).

N'ayant pas encore une grande pratique dans la science du sol, nous avons été pourtant amenés à faire sur le terrain la distinction des horizons.

Aussi avons-nous adopté une appellation provisoire pratique; ceci en vue de standardiser les prélèvements et permettre des comparaisons ultérieures.

*niveau 0*: horizon humique brut, noir généralement A<sub>0</sub>.

*niveau 1*: horizon contenant une proportion importante encore de matière organique — de teinte brune généralement A<sub>1</sub>.

*niveau 2*: horizon purement minéral, de couleur rappelant celle de la roche-mère, A<sub>2</sub> ou B.

*niveau 3*: horizon inférieur à fort pourcentage de squelettes et laissant deviner la roche-mère, A/C ou C.

Cette classification nous a rendu de grands services, car il est difficile pour des néophytes de distinguer les horizons illuviaux et éluviaux, dans des profils très souvent perturbés par le lessivage oblique\*.

Pour la représentation des profils (voir tableau II), nous nous sommes approchés autant que possible des conventions de DUCHAUFOR (1960).

Il apparaît de toute évidence que les sols décrits appartiennent à la série des sols calcimorphes.

Le premier type nous paraît être une *rendzine initiale* faiblement humifère, le deuxième un *sol brun lessivé* (voir planche spéciale).

### 1. — Etude chimique des sols

Nous avons eu à notre disposition un pH mètre, une chaîne de mesures du calcaire actif (méthode Drouineau) et le très classique calcimètre Bernard.

Tous nos résultats ne font que confirmer la dualité des sols et mettent en évidence les deux types décrits.

Dans la rendzine de pente, l'horizon A<sub>0</sub> (humique) a un pH de 7; dès l'horizon A<sub>1</sub> (peu développé) nous mesurons 8,8.

Les horizons inférieurs donnent des pH égaux ou supérieurs à 9: le complexe absorbant doit être saturé en ions calcium.

Nous avons mesuré 13,3 et 12,8 % de calcaire actif dans les horizons inférieurs de la rendzine, ce qui est fort élevé.

Les teneurs en calcaire total sont respectivement 42,5 % et 41,7 %. On note une effervescence à l'acide dilué même dans les horizons superficiels.

L'autre type de sol montre au contraire une décarbonatation quasi-totale.

(0,5 % de calcaire actif seulement dans un profil et au niveau le plus bas).

Le pH donne les valeurs 5, 1 et 5,8 à l'horizon A<sub>1</sub> (2 niveaux différents) 7,1 à l'horizon A<sub>2</sub>.

\* Quand « l'appellation provisoire » des niveaux 0-1-2-3 peut être transcrite sûrement en horizons pédologiques, nous adoptons de préférence dans le texte la terminologie classique A<sub>0</sub>-A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>-B-C; sinon, nous conservons notre appellation en niveaux.

Un autre profil, 6,1 à l'horizon A<sub>1</sub>, 6,7 et 7,2 à 2 niveaux de l'horizon A<sub>2</sub>, et 8,5 cependant à plus de 1 m de profondeur.

Le complexe absorbant est désaturé dans les horizons superficiels.

## 2. — Les propriétés physiques des sols

Notre étude a surtout porté sur l'analyse physique des sols.

Nous avons réalisé, pour les six profils, l'étude de la texture par l'analyse granulométrique (méthode de la pipette de Robinson-Köhn) et celle de la structure par la mesure des porosités, porosité totale (méthode des densités apparentes) et porosité capillaire (méthode de l'humidité équivalente de Bouyoucos).

Par différence, nous avons calculé le taux de porosité non capillaire.

Comme des mesures parallèles ont été faites dans les autres types de forêts (pin sylvestre, épicéa, mélèze), il nous est possible de situer les résultats du Pin à crochets par rapport aux autres séries.

Les chiffres que nous avançons représentent toujours des *valeurs moyennes* (moyenne d'une dizaine de mesures environ). Nous estimons qu'en pédologie comme ailleurs, seuls sont rigoureux des résultats basés sur un assez grand nombre de mesures.

Si cela nous a conduits à réaliser un grand nombre de profils et de prélèvements, la valeur du résultat en est considérablement accrue.

## A — ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

### 1) *Pourcentage de cailloux*

Nous avons calculé le pourcentage moyen de cailloux (éléments supérieurs à 2 mm). Nous avons calculé cette valeur en faisant tout d'abord pour un profil la moyenne des valeurs des différents horizons, et ensuite en faisant la moyenne des 6 profils pour la série du *Pinus uncinata*.

Pour le Pin à crochets, nous avons trouvé un pourcentage moyen de 31,4 (14 mesures) contre 38,7 (18 mesures) pour les sols de Pin sylvestre.

Par contre, l'Épicéa donne 23,7 % (15 mesures) et le Sapin 16,4 % (19 mesures).

Ces valeurs donnent une idée de la désagrégation de la roche-mère et de l'état du complexe d'altération.

Les valeurs du Pin à crochet se situent donc entre celles du Pin sylvestre (généralement établi sur sol squelettique) et celles de l'Épicéa, à profil beaucoup plus évolué.

Il s'agit d'un sol encore jeune, mais qui a subi déjà une certaine altération.

## 2) Pourcentage relatif de sable-limon et argile

Les chiffres représentent des pourcentages (%) de terre fine (éléments inférieurs à 2 mm de diamètre).

Pour les horizons A<sub>1</sub>, le Pin de montagne donne un pourcentage moyen en sables-limon-argile :

de 30,7 - 34 - 30

contre 56 - 20,5 et 20 pour l'horizon correspondant des profils de la série xérique du Pin sylvestre (Ononido-Pinetum) et contre 32,5 - 29 - et 25,5 pour la série sciaphile du Pin sylvestre (Ericeto-Pinetum).

L'horizon A<sub>1</sub> des sols du peuplement de *Pinus uncinata* est donc beaucoup plus riche en argile et en limon que les horizons homologues du Pin sylvestre.

Nos résultats se rapprocheraient davantage des chiffres obtenus dans l'horizon A<sub>1</sub> de l'Épicéa, soit :

35,4 % sables - 35,2 % limon - 29,2 % argile.

Par contre, les différences ne sont pas sensibles dans les niveaux 2 et 3.

niveau 2 —	<i>Pinus uncinata</i>	45,1 - 26 - 24,5
	<i>Pinus sylvestris</i>	44,5 - 27,9 - 25,1
niveau 3 —	<i>Pinus uncinata</i>	57,5 - 21,5 - 18,25
	<i>Pinus sylvestris</i>	57,7 - 20,7 - 19,2

Nous verrons plus loin que cette teneur élevée en argile et limon de l'horizon A<sub>1</sub> du Pin à crochets pourrait être déterminante pour la biologie de l'espèce et un facteur non négligeable pour la concurrence entre essences.

## B — LES MESURES DE POROSITÉS

Nous avons procédé de la même façon en calculant les valeurs moyennes par horizon.

Ainsi les mesures relatives à l'horizon A<sub>1</sub> du sol du Pin à crochets donnent une porosité totale de 62,9 % qui se décompose en une porosité capillaire (ancienne teneur en eau) de 29,2 % et une porosité non capillaire de 33,8 % (ancienne teneur en air).

Comparons ces chiffres à ceux obtenus dans les sols du Pin sylvestre, soit 69,5 % - 15,9 % - 53,5 %. Chez le Pin sylvestre, la rétention de l'eau capillaire est faible, l'aération du sol beaucoup plus forte.

Dans les horizons inférieurs, les différences s'accusent comme on peut en juger par ces deux tableaux comparatifs :

	<i>Pinus uncinata</i>			<i>Pinus silvestris</i>		
	Pt	Pc	Pnc	Pt	Pc	Pnc
Niveau 1 .....	62,9	29,2	33,8	69,5	15,9	53,5
Niveau 2 .....	50,3	31,2	19,2	53,2	17,8	35,4
Niveau 3 .....	38,4	28,1	10,2	46,25	19,3	26,4

Si l'on admet avec DUCHAUFOR (1952) que le seuil d'installation du Mélèze se situe à la valeur « 40 » de la porosité non capillaire des horizons superficiels, on constate que le sol de la Pineriaie à *Pinus uncinata* est situé bien en dessous de ce seuil. On constate parallèlement l'absence totale des mélèzes dans la forêt de Pin à crochets.

Etant donné la valeur de la porosité non capillaire dans l'horizon A<sub>1</sub> du Pin sylvestre (53,5), la coexistence Pin sylvestre - Mélèze est moins rare.

On a observé fréquemment la progression du Mélèze dans les anciennes pineraies à Pin sylvestre surexploitées (forêt de Tournoix).

A titre indicatif, je donne le même tableau des porosités relatif à l'épicéa. Il est très proche de celui du Pin à crochets, avec des porosités non capillaires encore plus faibles.

	Epicéa		
	Pt	Pc	Pnc
Niveau 1 .....	59,1	32,9	26,2
Niveau 2 .....	45	30,2	14,8
Niveau 3 .....	34,1	25,3	8,8

Le sous-bois de la forêt de Pin à crochets comporte d'ailleurs bon nombre d'espèces acidophiles, convenant aux sols tassés (*Deschampsia flexuosa*, *Luzula flavescens*) que l'on retrouve dans la pessière.

Ces résultats sont assez surprenants : nous ne nous attendions guère à trouver dans la forêt de Pin à crochets ni cette teneur en argile-limon relativement forte, ni ces conditions d'aération médiocres.

Pourtant ces deux caractères se retrouvent avec une grande constance sous le Pin à crochets et n'offrent que de faibles variations dans les trois types de végétation analysés et entre les deux types de profil étudiés.

### CONCLUSION

En conclusion, nous devons séparer trois faits :

1. — l'évolution des groupements végétaux sous le couvert du Pin à crochets.
2. — le comportement du Pin à crochets dans cette série évolutive.
3. — l'exclusion totale du Mélèze de ces forêts.

A la lumière des études pédologiques, nous avons montré que la décarbonatation et le lessivage du profil sont les phénomènes fondamentaux, inhérents à l'action du climat en région de montagne.

Cette décarbonatation peut être suivie dans l'évolution de la végétation.

— Les hauts des pentes, les éboulis fixés, portent sous un couvert dense une végétation clairsemée à *Hieracium*. Ce n'est qu'un stade ou faciès. Le profil reste carbonaté.

— Puis un groupement végétal se dessine : la pelouse neutrophile. La décarbonatation n'atteint guère que l'horizon superficiel. S'il est difficile de voir là une association, on peut considérer cette pelouse dense à graminées comme un « groupement permanent » dans la terminologie phytosociologique.

Quelles sont les conditions qui, par endroits, accélèrent l'acidification ? Est-ce le pâturage et les laissées des ovins, le piétinement et le tassement du sol dus à leur parcours ? ou simplement le jeu des facteurs climatiques ?

Le fait est que, par places, la lande acidophile envahit la forêt (groupement à *Deschampsia flexuosa* et *Anthoxantum odoratum*).

Quel est le comportement du Pin à crochets dans cette série ?

La forêt la plus dense est celle du stade à Epervières, où la régénération est forte. Celle-ci diminue considérablement dans la pelouse neutrophile ; les jeunes plants sont moins nombreux, le pâturage leur est particulièrement néfaste. (Aussi les forestiers mettent-ils en défens la forêt pour une période de 10 ans après la mise en exploitation).

Dans le groupement acidophile, nous n'avons reconnu aucune régénération et pourtant la fructification continue. Dans le fond, nous retrouvons pour le Pin à crochets les conclusions de DUCHAUFOUR-FOURCHY (1952) dans leur étude sur le Mélèze.

Le Pin à crochets ne pousse pas sur la pelouse acidophile, mais cette pelouse se développe sous la forêt et stérilise la régénération du Pin.

Le Pin à crochets reste donc une essence calcaricole ; nous avons vu que, même sur des profils lessivés et décarbonatés, l'enracinement du pin pénètre toujours jusqu'au substrat calcaire.

GUINIER (1951) affirme que l'essence résiste mal à la concurrence. C'est sans doute vrai puisqu'il reste très localisé dans la vallée de l'Ubaye.

Voyons donc ce qui a pu le sauver dans nos stations de la concurrence du Mélèze (car, c'est bien dans l'aire du *Larix* que sont placées les forêts sombres du *Pinus uncinata*).

La nature du substrat ? Nous ne le pensons pas, puisque le Mélèze s'accroche lui-même aux falaises calcaires, notamment dans les gorges de l'Ubaye, en amont de Saint-Antoine.

Les conditions écologiques, trop sèches ou trop chaudes pour le Mélèze ? mais ce dernier occupe dans la vallée de l'Ubaye des stations encore plus xéothermes.

Il faut bien se résoudre à admettre les propriétés physiques du sol comme déterminantes.

La proportion élevée des argiles et limons (peut-être en rapport avec les phénomènes de décalcification), le tassement du sol par le parcours des troupeaux laissent un horizon superficiel peu aéré et ne convenant absolument pas à l'implantation du Mélèze.

Le Mélèze, qui a réussi à s'insinuer dans les Alpes françaises méridionales dans les stations les plus diverses, à supplanter des essences traditionnelles à condition d'avoir des sols légers et aérés, butte ici par son inaptitude à pousser ses plantules sur sol tassé et laisse au Pin à crochets originel (les analyses palynologiques le montrent) ses dernières stations.

#### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. BARTOLI (Ch.). — 1954 : Sur les peuplements de pins à crochets de la Haute-Maurienne. 8<sup>e</sup> Congrès International de Botanique, section 13, p. 45.
2. BARTOLI (Ch.). — 1961 : Aperçu d'ensemble sur les groupements forestiers de la Haute-Maurienne. 87<sup>e</sup> session extraordinaire en Savoie. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 108, p. 70-79.
3. BARTOLI (Ch.). — 1962 : Première note sur les associations forestières du Massif de la Grande Chartreuse. *Ann. E.N.E.F.*, Nancy, 1962, **19** (3), p. 328-388.
4. BRAUN-BLANQUET, PALLMANN, BACH. — 1954 : Vegetation und Böden der Wald und Zwergstrauchgesellschaften (Vaccinio-Piceetalia). Résultats des Recherches scientifiques entreprises au Parc National Suisse. Band IV (Neue Folge), Druck Lüdin A G Liestal 1954.
5. DUCHAUFOUR (Ph.), FOURCHY (P.). — 1952 : Etude sur l'écologie et la sylviculture du mélèze (*Larix europaea*). Pédologie et facteurs biotiques. *Ann. E.N.E.F.*, **13** (1), p. 1-206.
6. DUCHAUFOUR (Ph.). — 1960 : Précis de Pédologie. Masson édit. Paris.
7. GUINIER (Ph.), POURTET (J.). — 1951 : Les variations du *Pinus montana* Miller du Tyrol au Briançonnais. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 98, p. 123-127.