Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 49 (1972)

Artikel: La végétation du bassin de l'One (Pyrénées centrales) : Quatrième note, Les forêts

Autor: Nègre, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308381

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOBOTANISCHEN INSTITUTES
DER EIDG. TECHN. HOCHSCHULE, STIFTUNG RÜBEL, IN ZÜRICH
49. HEFT

La végétation du bassin de l'One

(Pyrénées centrales)
Quatrième note: les forêts

par

R. NÈGRE
Professeur à l'Université de Provence
UER de Sciences naturelles
Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales, Marseille

1972

Eidg. Technische Hochschule
Institut für spez. Botanik

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 49. Heft

La végétation du bassin de l'One

(Pyrénées centrales)
Quatrième note: les forêts

par

R. NÈGRE

Professeur à l'Université de Provence
UER de Sciences naturelles
Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales, Marseille

1972

Table des matières

Introduction 7

I. Les forêts d'altitude 10

I. A. *Rhododendro-Betuletum* 10

1. Floristique 10
1.1 Variations 12
1.2 Morphologie 13
1.3 Biologie 14

2. Ecologie 17
2.1 Microclimat 17
2.2 Sols 20

II. Les forêts montagnardes 23

II. A. *Polysticho-Abietum* 23

1. Floristique 24
1.1 Variations 25
1.1.1 Sous-associations 25
1.1.2 Passages 28
1.2 Morphologie 29
1.3 Biologie 31
1.3.1 Périodicité 31
1.3.2 Croissance 33
1.3.3 Spectres 35

2. Ecologie 36
2.1 Microclimat 37
2.1.1 Microclimat aérien 38
2.1.2 Microclimat édaphique 41
2.2 Pédologie 43
2.3 Nuances écologiques 48

II. B. *Fagetum* 51

1. Floristique 52
1.1 Variations 52
1.2 Morphologie 54
1.3 Biologie 54

2. Ecologie 58
2.1 Microclimat 58
2.2 Pédologie 63
2.3 Nuances écologiques 65

II. C. *Teucrio-Quercetum* 66

1. Floristique 67
1.1 Variations et morphologie 67
1.2 Biologie 69
1.2.1 Racines 69
1.2.2 Périodicité et croissance 69
1.2.3 Spectre 71

2. Ecologie 72
2.1 Microclimat 72
2.1.1 Températures 73
2.1.2 Hygrométrie 73
2.2 Sols 74
2.3 Variations de détail 77

III. Les forêts de fond de vallée 79

III. A. *Ulmo-Tilietum* 79

1. Floristique 79

2. Ecologie 82
2.1 Microclimat 83
2.2 Sol 85
3.3 Valeur dynamique 87

III. B. *Campanulo-Fraxinetum* 87

1. Floristique 87

2. Ecologie 90
2.1 Microclimat 90
2.2 Sol 92

IV. Les formations à bouleau et à noisetier 96

IV. A. La Bétulaie 96

1. Floristique 96

2. Ecologie 98
2.1 Microclimat 98
2.2 Sol 100

IV. B. La Corylaie 100

1. Floristique 102

2. Ecologie 104

2.1 Microclimat 104

2.2 Sol 106

Conclusions 109

Résumé – Riassunto – Resumen – Summary – Zusammenfassung 118

Bibliographie 123

Les rochers, les frutiçaies, les pelouses du bassin de l'One ont déjà fait l'objet de notes parues les années précédentes[Δ]. La présente publication concerne les peuplements arborés. Rédigée dans le même esprit que les autres, elle présente d'abord des groupements d'altitude, puis les forêts montagnardes et les caducifoliées de vallées. Les aulnaies n'y figurent pas: elles seront étudiées dans la note suivante, avec les groupements aquatiques et les prairies.

Quelle que soit l'exposition, on peut dire que, dans notre vallée, l'étagement des arbres le long des versants est toujours le même. En bas, le chêne, puis le hêtre ou l'orme associé au tilleul, les uns et les autres d'abord mêlés au chêne puis seuls; au-dessus un étage à hêtre-sapin, puis une zone à sapin pur surmontée d'une bande à sapin et bouleau elle-même couronnée, dans bien des cas, par une frange à bouleau ou à pin à crochets ou à pin et bouleau. Cette dernière est – on le sait depuis FLAHAUT, GAUSSEN, CHOUARD – la forêt subalpine, la chênaie représentant le plus souvent le dernier élément collinéen, les forêts intermédiaires appartenant pour leur part au montagnard.

Après la thèse et les magistrales études de GAUSSEN parues avant la dernière guerre sur les forêts pyrénéennes, peu de faits fondamentaux peuvent encore être dits. Aussi la présente note apportera-t-elle surtout, en complément, des observations sur des problèmes particuliers: elle constitue en quelque sorte un nouveau point établi trente années après les travaux du Maître incontesté de la Géographie botanique pyrénéenne.

Quel que soit leur type, les peuplements ont toujours été étudiés sur 400 m^2, souvent étendus à 900. Il était en effet indispensable de chiffrer l'abondance des arbres d'une manière aussi précise que possible, ce qu'on ne peut faire sur les 100 ou 200 m^2 en principe suffisants pour contenir la totalité des espèces d'un individu d'association de prairie, de lande, de couvert ou de sous-bois. Pour chiffrer correctement cette abondance, j'ai utilisé les 6 coefficients de l'échelle habituelle, mais en les précisant. L'expérience a montré que pour tous ces types de peuplements, on pouvait adopter les valeurs suivantes, déjà d'ailleurs employées par les forestiers du Maroc et SAUVAGE (1961, p. 203) pour le chêne-liège:

+ = moins de 20 pieds par hectare
1 = de 20 à 50 pieds par hectare
2 = de 51 a 500 pieds par hectare
3 = de 301 à 500 pieds par hectare
4 = de 501 à 1000 pieds par hectare
5 = plus de 1000 pieds à l'hectare

[Δ] Cf. en bibliographie: R. NÈGRE, 1968, 1969a, 1969b, 1970.

Les spectres biologiques▲ ont pour base non les types biologiques théoriques mais les types réels qu'ont effectivement les plantes dans chaque association.

Quercus petraea, *Pinus uncinata*, par exemple, d'ordinaire macrophanérophytes, peuvent se comporter en nanophanérophytes ou même en chaméphytes frutescents; *Rosa alpina*, d'habitude nanophanérophyte, est souvent chaméphyte sous-frutescent et quelquefois en tapis; *Arenaria montana* est aussi bien hémicryptophyte dressé que rampant, beaucoup d'autres hémicryptophytes scapeux en basse altitude devenant géophytes près de leurs limites supérieures: tel est le cas de *Hypericum Richeri*, *Phyteuma spicatum*, *Ranunculus platanifolius*, *Scrophularia pyrenaica*.

Les conditions du microclimat étant étroitement liées non seulement à la topographie, l'altitude et l'adspection mais aussi à la quantité d'énergie pénétrant en sous-bois, on a utilisé, pour caractériser celui-ci, la notion de couvert angulaire. Bien que celle-ci soit déjà ancienne (DEBRACH inéd. *in* NÈGRE 1952, MARION 1956 et SAUVAGE 1961, p. 197), elle est encore trop peu usitée des phytosociologues. Le couvert s'exprime en huitièmes et désigne la portion de la calotte céleste (celle-ci étant assimilée à une demi-sphère) obturée par la végétation. Les nombreuses mesures d'intensité lumineuse effectuées en forêt ont en effet montré qu'à cause de l'effet de masse (volume occupé par les troncs et les feuillages des végétaux entourant la surface du relevé), celle-ci n'était jamais proportionnelle à la couverture (projection horizontale des organes arborés sur le sol), mais à la quantité de ciel laissé libre par les frondaisons à la fois directement au-dessus du point où la mesure est effectuée et aussi latéralement. En montagne, l'effet de masse étant le plus souvent renforcé, ou au contraire atténué, par l'adspection et la pente, cette notion est encore plus précieuse qu'en plaine: il peut très bien arriver en effet que le couvert soit très faible alors que la couverture est grande ou inversement.

Comme pour les associations précédentes, on a mesuré systématiquement et sur plusieurs années, les températures du sol à l'aide de thermomètres minimum-maximum△ et les humidités à l'aide de sondes de Bouyoukos placées en plusieurs stations correspondant aux types moyens de chaque association et choisies après une longue période de reconnaissance. Le microclimat aérien a été suivi ponctuellement dans ces mêmes stations une fois par mois et durant quelques jours en période estivale ou hivernale.* Le macroclimat au niveau supérieur des arbres, qui aurait pu fournir des indications précieuses sur l'écologie des arbres adultes, n'a pu être observé régulièrement. Comme base de comparaison, on a souvent choisi la clairière située à proximité immédiate du peuplement forestier étudié.

▲ Les spectres biologiques réels et les spectres de dominance calculés comme l'indiquent CARLE et EMBERGER (dans EMBERGER 1967) n'ayant pas apporté de plus grande précision que le spectre de RAUNKIAER, n'ont pas été reproduits.

△ Par la suite, les termes «maximum» et «minimum» sont représentés par les symboles: M = maximum, m = minimum.

* Les forêts étant fortement visitées en toute saison, il n'a pas été possible de toujours maintenir des stations aériennes.

A peu près toutes les indications climatiques rapportées portent sur les années 1969–1970. On pourra comparer les variations thermiques aux températures (°C) ci-dessous enregistrées en 1969 à Trébons sous abri:

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	20	22	23	28	32	32	28	34	30	30	24	20
m	—7	—7	—9	—3	5	2	7	0	4	3	—2	—14

Du point de vue phytosociologique, il faut souligner encore que les tableaux présentés sont loin d'être homogènes: ils ont, au contraire, été composés de manière à montrer la grande diversité d'aspects de nos forêts, diversité qui se cache sous une apparente uniformité physionomique d'ensemble. Celle-ci apparaît non seulement dans les variations des coefficients sociologiques[x], mais aussi dans la composition de détail des groupes écologiques: les espèces ne sont pas toujours en effet rangées dans les tableaux suivant une hiérarchie phytosociologique stricte mais, lorsque cela a paru plus pratique, du point de vue qui nous préoccupe ici, selon leurs affinités écologiques. Ces tableaux sont, également, incomplets, car ils ne renferment pas de champignons: la présence, l'absence, la rareté ou l'abondance de ces derniers n'ayant pu toujours être mises en relation avec telle ou telle qualité du milieu.

*
* *

Avant de terminer ces quelques lignes d'introduction, je voudrais remercier tout spécialement, parmi les collègues et amis français et étrangers qui m'ont aidé depuis le début, mon Collègue, le Professeur LANDOLT, Directeur du Geobotanisches Institut Rübel, qui m'a si aimablement ouvert l'accès des «Berichte» et qui assure la parution de cette note; merci également à ceux qui m'ont adressé une abondante bibliographie: pour l'Allemagne ELLENBERG et TUXEN, pour la Belgique NOIRFALISE, ROISIN et SOUGNEZ, pour la Suisse RICHARD.

La présente publication doit par ailleurs beaucoup au labeur des forestiers locaux, spécialement à Monsieur LAVIGNE DU CADET, auquel je tiens à exprimer ma très vive reconnaissance pour les remarquables documents qu'il a bien voulu me communiquer sur de nombreuses parcelles de sapin et de hêtre.

Trébons, le 10 avril 1971

[x] Pour chaque espèce, on a indiqué comme précédemment, *l'abondance, la dominance, la sociabilité.*

I. Les forêts d'altitude

On a coutume, en Pyrénées comme ailleurs, de limiter l'étage forestier à la zone où commencent les frutiçaies à *Vaccinium Myrtillus* et les derniers sapins, c'est-à-dire, en gros aux alentours de 1800 m d'altitude. En conclusion à l'étude des landes (NÈGRE 1970, p. 107), l'attention était attirée sur la forêt à bouleau qui paraissait constituer le terme final vers lequel pouvaient évoluer certaines rhodoraies et certaines vacciniaies du subalpin. C'est qu'en effet, au-dessus de 1800–1850 m et jusqu'à la limite du subalpin inférieur, quelquefois même du supérieur, le bouleau, tout comme le sapin à crochet, est le seul arbre à pouvoir subsister. L'un et l'autre peuvent former des peuplements purs, le bouleau étant le plus souvent associé au rhododendron, le pin dominant tantôt la rhodoraie, tantôt l'arctostaphyllaie ou parsemant l'*Irido-Festucetum*. Si les bétulaies pleines sont encore fréquentes, on ne trouve plus actuellement de pineraie adulte et fermée. Les pineraies à raisin d'ours et à fétuque ont déjà été évoquées (NÈGRE 1970, p. 61, et 1969b, p. 68), celles à rhododendron seront traitées ici en même temps que le *Rhododendro-Betuletum* dont elles constituent une sous-association.

I. A. *Rhododendro-Betuletum* nov. ass.

(Association à *Betula verrucosa* et *Rhododendron ferrugineum*)

L'association, une des plus originales de la vallée de l'One et sans doute aussi des Pyrénées centrales, possède une composition à la fois stable et variée selon les conditions particulières des nombreux milieux qu'elle occupe.

1. Floristique

Du point de vue floristique, elle est surtout marquée par l'abondance du sorbier des oiseleurs et de *Betula verrucosa*[Δ], à côté desquels le pin à crochet et quelquefois le sapin, le hêtre et même le noisetier peuvent prendre une place importante. Les fougères y sont nombreuses et abondantes (entre dix et douze espèces),

[Δ] Mêlé plus ou moins des hybrides avec *B. pubescens*.

comme les mousses (entre sept et dix espèces); c'est un trait physionomique frappant. Les espèces des frutiçaies acidiphiles et les caractéristiques des *Vaccinio-Piceetea* y tiennent une telle place que son appartenance à cette classe ne peut être mise en doute; décider de l'alliance à laquelle l'association appartient est plus difficile: les forêts pyrénéennes ne sont pas encore assez connues du point de vue phytosociologique pour s'y risquer.

Quoi qu'il en soit, le *Rhododendro-Betuletum* renferme en son sein à la fois les caractéristiques du *Rhododendro-Hylocomietum* (NÈGRE 1970, t. 9), auquel il est lié par une forte parenté génétique, et la plupart de celles du *Vaccinio-Festucetum* (NÈGRE 1970, t. 15). Il compte aussi plusieurs caractéristiques du *Saxifrageto-Rhodoretum* est-pyrénéen (BRAUN-BLANQUET 1948, p. 252), mais il ne peut lui être rattaché, ce dernier étant d'affinité trop méditerranéenne. Il n'est pas non plus possible de réunir le *Rhododendro-Betuletum* au *Rhododendro-Pinetum* décrit par RIVAS-MARTINEZ (NÈGRE 1969b, 19, p. 18) des Pyrénées; celui-ci représente en fait non une association mais un groupe d'associations qui réunit des groupements floristiques et écologiques très différents et appartenant à deux domaines phytogéographiques distincts: celui de la haute montagne méditerranéenne et celui de la haute montagne centro-pyrénéenne. Par contre, rien ne s'oppose à rattacher à notre *Rhododendro-Betuletum*, et bien qu'il soit incomplet, le relevé 24 du tableau 4 donné par RIVAS-MARTINEZ (NÈGRE 1969b, 19, p. 22): ce relevé, que nous avons fait ensemble, appartient à son *Rhododendro-Pinetum betulo-blechnetosum* et provient d'Espingo.

L'association est parfaitement caractérisée par la grande constance de *Calamagrostis* associé au geranium, au framboisier, à *Polypodium Dryopteris* et, plus rarement, à *Streptopus*. Si cette dernière espèce est rare, elle n'en est pas moins strictement localisée dans des individus de *Rhododendro-Betuletum* ou dans des rhodoraies qui, actuellement fortement dégradées par l'homme, appartenaient il y a encore peu de temps au *Rhododendro-Betuletum*: tel est le cas des stations du lac Saussat. *Calamagrostis*, bien qu'existant ailleurs, est ici à son optimum; ce comportement est tout à fait identique à celui qu'il adopte en Europe, Karpathes entre autres, où il est largement répandu à l'exposition nord, depuis les hêtraies jusqu'aux cariçaies à *Carex sempervirens*, soit entre 1800 et 2000 m (MEUSEL 1968).

Aux huit espèces de mousses présentes sur le tableau, il faut ajouter les suivantes, localement abondantes dans des relevés ne figurant pas sur celui-ci: *Blepharostoma trichophylla*, *Bryum Schleicheri*, *Drepanocladus uncinatus*, *Dicranum fuscescens*, *Leucobryum glaucum*, *Lophosia ventricosa*, *Plagiotheca undulata*, *Ptilidium Crista-castrensis* et *Rhytidiadelphus squarrosus*. Les lichens ci-dessous peuvent aussi couvrir de petites surfaces dans des vides sans frutiçaie: *Cetraria islandica*, *Cladonia degenerans*, *C. squarrosa var. denticollis*, *Parmelia saxatilis*, et sur les troncs de bouleau le très abondant *Evervira prunasti*.

Le cortège floristique, ainsi défini, s'enrichit – surtout dans les stades de transition aux basses altitudes – d'une quinzaine de champignons d'ordinaire liés aux bois de sapin, de hêtre ou de noisetier: *Boletus luridus*, *B. satanus*,

B. scaber, *Cantharellus aurantiacus*, *Clitopilus prunulus*, *Cortinarius varius*, *Hydnum sinuatum*, *Lactarius tomentosus*, *L. vellereus*, *Peziza onotica*, *Russula cyanoxantha*, *R. emetica*, *R. nigricans*; les groupements à gentiane et à valériane en sont toujours dépourvus, de même que les faciès à fougères et tous les stades établis sur éboulis de gros blocs, surtout ceux qui sont soumis aux coulées d'avalanche périodiques.

Au plan de la richesse floristique, l'association est une des mieux pourvues de la région: elle renferme un total de 111 espèces présentes plus de trois fois sur le tableau (plus 43 accidentelles), chaque sous-association ayant entre 70 et 85 espèces, et chaque relevé comptant en moyenne une soixantaine de plantes. Si on excepte les mousses et les champignons, le cortège floristique comprend 84 genres et 104 espèces pour 35 familles.

Les familles mieux représentées sont les graminées avec 10 espèces et 9 genres, les renonculacées avec 9 espèces et 6 genres, les composées avec 7 espèces et 7 genres, les rosacées avec 7 espèces et 5 genres, les éricacées et les scrophulariacées avec 5 et 4 genres.

L'aire minimale se situe, suivant les sous-associations, à 36 ou 40 m^2 pour 48 à 50 espèces, ce qui est un peu plus que pour le *Rhododendro-Hylocomietum*.

1.1 *Variations*

Dans notre région, et comme le montre le tableau 1, (pochette *in fine*), le *Rhododendro-Betuletum* se subdivise en trois sous-associations au moins et plusieurs variantes[△] ou faciès. La sous-association *pinetosum* est surtout différenciée par l'abondance du pin à crochet qui doit pouvoir, à l'état adulte, arriver à codominer avec les autres espèces de la strate arborescente; au pin s'ajoute la callune, souvent sous la forme à feuilles aiguës; le gispet et *Blechnum spicant* peuvent aussi prendre une notable importance à côté des lycopodes et sélaginelles.

La sous-association *adenostyletosum*, peut-être la plus fréquente, est bien distincte par la constance des quatre premières différentielles participant d'ordinaire aux mégaphorbiaies; ce groupe peut être renforcé par celui de *Sonchus Plumieri* ou au contraire allié à des espèces de forêts moins humides, ou bien encore être complété par *Gentiana Burseri* et beaucoup d'*Homogyne*.

La troisième sous-association est bien différenciée par le noisetier et les espèces mésophiles forestières.

Des faciès de transition entre les sous-associations sont fréquents. Partout peuvent se différencier en outre par la dominance des espèces herbacées sociales – *Polypodium Robertianum*, *P. Dryopteris*, *P. Phegopteris*, *Cystopteris*, *Calamagrostis*, *Rubus*, *Aconitum*, *Luzula* – des aspects particuliers du groupement. Dans la strate sous-frustescente, les myrtilles, le rhododendron, la rose, le sorbier-cerise, le chèvre-feuille et le sureau peuvent très localement et à la suite d'une éclaircie

[△] Le terme de variante utilisé ici est pris dans son sens courant, mais n'implique pas la notion d'étage ou de sous-étage bioclimatique.

accidentelle par le feu, la coupe ou l'avalanche constituer de petits peuplements à très forte densité, mais leur durée de vie ne dépasse pas quelques années. Dans la strate arborée, même basse, seuls le bouleau et le sorbier peuvent vraiment dominer.

De nombreux passages latéraux aux associations territorialement voisines peuvent se rencontrer. En 1966, les pentes du val d'Espingo, sur le versant occidental du cap des Hounts secs, montraient encore de beaux individus de *Rhododendro-Betuletum pinetosum* en mélange avec la rhodoraie d'altitude à gispet (NÈGRE 1970, p. 38), par exemple lorsque le sol et l'exposition permettaient, au-dessus de 2000 m d'altitude, la coexistence des caractéristiques. Les pentes occidentales des Hourquettes des Hounts secs abritent encore quelques peuplements de pins établis sur un sous-bois intermédiaire entre le *Rhododendro-Betuletum* et le *Rhododendro-Hylocomietum* comme le prouvent l'abondance des fougères et de *Calamagrostis*, la présence du framboisier et de *Streptopus*; le sol est encore du type ocre podzolique à mor sur moraine latérale à blocs schisteux.

A ces passages latéraux, expression semble-t-il statique, s'ajoutent les quelques faciès de dégradation par le surpâturage ou l'action humaine directe. Les pentes supérieures du Maïl de la Tute conduisant au Céciré montrent encore tous les passages régressifs allant du *Rhododendro-Betuletum* à gentiane vers la pelouse à *Festuca rubra*, en passant par les groupes de bouleaux et de sorbiers piquetant les taches de rhododendron où s'abritent les caractéristiques de l'association et qu'envahissent déjà la bruyère, l'asphodèle, l'arnica, le nard et la fétuque. Cette évolution régressive, manifeste seulement autour des points où sont concentrés les troupeaux, est compensée en de nombreux autres endroits (contreforts et septentrionaux orientaux de Fousserette, du Pic-du-Lion, de Puy-Louby) par des stades de reconquête. Celle-ci débute toujours par l'implantation du bouleau et du sorbier, le développement luxuriant des graminées sociales du *Nardo-Polygaletum* ou du *Vaccinio-Festucetum*, puis la réinstallation des myrtilles et du rhododendron, suivie par celle des caractéristiques.

Sur des pentes rocheuses, humides et plus froides en été, l'association est, dans quelques cas, privée de pin, de rhododendron, de *Calamagrostis*, mais elle est fortement renforcée en myrtilles (*V. Myrtillus* et *V. uliginosum*) et en lichens du *Cetrario-Loiseulerietum* et du *Cladonio-Empetretum*. Cette forme très particulière de *Rhododendro-Betuletum* peut être considérée comme une association spéciale, le *Vaccinio-Betuletum*, déjà signalée (Nègre 1970, p. 107).

Celui-ci correspond probablement aux restes d'un ancien climax actuellement en voie de disparition et qui a dû s'établir dans une période climatique plus froide que la nôtre.

1.2 *Morphologie*

Même si elle contient du hêtre ou du sapin, l'association se reconnaît sans aucune difficulté lorsqu'on l'observe en vue plongeante: par ses couleurs variées,

elle tranche sur la masse sombre et uniforme de la sapinière ou des hêtraies-sapinières. Vue de près, elle ne peut pas davantage être confondue avec elles: sa physionomie est en effet tout à fait particulière.

La strate arborescente, haute de 3 à 5 m – sauf dans la sous-association *adenostyletosum* où quelques sapins ou hêtres peuvent atteindre 25 à 30 m – couvre environ la moitié du sol, un peu moins dans le *Rhododendro-Betuletum pinetosum*, un peu plus dans le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum*, elle domine une strate arbustive haute de 1 m et couvrant d'ordinaire 10 à 20% de la surface totale. Au-dessous, les espèces de la frutiçaie et les hautes herbes, en manteau continu et très dense, éclairent le paysage d'une multitude de coloris délicats. Sous cet abri enfin, les mousses foisonnent en une véritable toison dépassant souvent 15 cm d'épaisseur; dans ce tapis moussu s'enracinent *Oxalis*, *Deschampsia*, *Pyrola*, les luzules et la plupart des autres petites herbacées.

Le couvert angulaire, fort dans le *Rhododendro-Betuletum coryletosum* ($^7/_8$), décroît progressivement dans les divers aspects du *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* ($^6/_8$ dans le sapin, $^3/_8$ dans *Homogyne*) pour atteindre les plus basses valeurs connues en forêt ($^1/_8$) dans le *Rhododendro-Betuletum pinetosum*. Ces valeurs, valables seulement pour la période estivale, dépendent directement de l'état des arbres, c'est-à-dire des conditions climatiques régnant à plus de 1,20 m au-dessus du sol, elles conditionnent aussi la nature des plantes du sous-bois.

La stratification souterraine est évidemment inverse de l'aérienne, mais les bouleaux et les sorbiers ne descendent généralement pas au-dessous de 80 cm de profondeur. Les premiers 20 cm sont occupés par un enchevêtrement très dense de rhizomes et de racines d'herbacées; les plantes de la frutiçaie s'enracinant plus bas. Les divers composants ne semblent pas se livrer une violente concurrence: depuis plus de dix années que j'observe certains individus, je n'ai pu y déceller le moindre changement qualitatif ou quantitatif. Cette organisation apparaît donc comme le fruit d'un équilibre parfait: c'est certainement l'expression d'un climax végétal.

1.3 *Biologie*

La biologie de l'association est toute entière dominée par les conditions climatiques des hauts versants forestiers exposés au nord, fortement pentus et, par suite, seulement traversés par le bétail lorsqu'il se rend aux prairies d'altitude. Cette absence presque totale de parcours explique pour une bonne part la grande richesse floristique du groupement et cette impression d'équilibre végétal qu'on a soulignée plus haut. La seule exploitation notable est le prélèvement de bois de chauffage alimentant chaque année les foyers temporaires de bergers: elle n'est sensible qu'aux environs mêmes des cabanes, à Jugnet ou Superbagnères par exemple.

Dans l'ensemble, le pin, le sorbier, le bouleau s'ensemencent abondamment et se régénèrent bien. Les nombreuses observations poursuivies sur les dix der-

nières années montrent que les éléments circumboréaux et européens ont une puissance de régénération beaucoup plus grande que celle des orophytes alpino-pyrénéens.

La croissance annuelle des bouleaux, du moins telle que je l'ai notée sur les dix dernières années dans les relevés 433 et 434 à Espingo, est, sur les rameaux principaux, de 10 à 11 cm. L'accroissement en diamètre est assez variable suivant les sous-associations: 2 mm dans le *Rhododendro-Betuletum pinetosum*, 3 mm dans le *Rhododendro-Betuletum coryletosum*, 4 à 6 mm dans le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* avec un maximum dans l'aspect à valériane. Le sorbier des oiseleurs pousse aussi plus mal dans les deux premières sous-associations, mais c'est dans la compagnie des gentianes et, à un degré moindre du sapin, qu'il s'accroît le plus vite (7 cm de longueur, 3 mm en diamètre en moyenne). Le pin s'allonge en moyenne de 5 cm, certains pieds pouvant pousser de 15, et s'élargit au plus de 2 mm; dans le passé, des souches mesurant 50 cm au sol avaient pu croître certaines années de 8 mm; il n'a malheureusement pas été possible de relier ces observations à des conditions écologiques déterminées. La rapidité et l'importance du développement des plantes des frutiçaies dépendent de la densité du couvert angulaire et de la nature des arbres, le sapin les entravant sensiblement. Les fougères et les herbacées ont des rythmes biologiques plus précoces dans le groupement à gentiane que dans les autres; les fructifications sont rares ou nulles sous les noisetiers: ceux-ci maintiennent une ambiance peu propice au développement d'une importante flore et on ne peut qu'être frappé par l'abondance des plantes comparée à leur très faible degré de recouvrement (*Galium*, *Conopodium*, *Rhododendron*, par exemple).

Le spectre biologique (tableau 2, p. 16) est surtout dominé par les hémicryptophytes et les géophytes; les chaméphytes y tiennent une faible place, à peine précédés par les phanérophytes. Si on compare ces chiffres à ceux du *Rhododendro-Hylocomietum* (NÈGRE 1970, p. 42), on saisit bien les changements: arrivée de 10% de phanérophytes, affaiblissement des chaméphytes et des géophytes avec cependant, chez ces derniers, renforcement des formes à rhizome; il faut noter aussi l'abondance des mousses qui passent à 1 à 7%.

Le spectre géographique est dominé par l'ensemble des éléments circumboréaux et eurasiatiques (53%); les orophytes européens en forment 18%, alors que les arctiques-alpins ne comptent que pour 8% et les endémiques que pour 6%. Ce sont là des différences importantes avec le *Rhododendro-Hylocomietum* qui renfermait 24% d'arctiques-alpins, 15% d'orophytes européens, 39% seulement de circumboréaux et eurasiatiques; par ailleurs, les atlantiques passent de 10 à 4% et les paléotempérés augmentent légèrement. Le nombre des éléments biogéographiques est également supérieur (14 au lieu de 10). Ces caractères accusent les différences marquées par le spectre biologique et situent nettement le *Rhododendro-Betuletum* dans une ambiance infiniment moins rude; on sent qu'on passe d'un bioclimat de haute montagne à celui de la forêt presque médio-européenne. Et pourtant, les altitudes ne sont pas fondamentalement différentes: seules diffèrent les conditions microclimatiques, sans doute par

suite d'une adspection et d'une topographie plus favorables. Il n'y a pas de doute que l'association constitue, dans ces endroits-là, le stade évolutif terminal de la dynamique végétale. Mais la puissance de régénération du pin, du bouleau, du sorbier et des espèces signalées plus haut (p. 12), qui toutes appartiennent à l'élément circumboréal-eurasiatique, traduit très probablement à l'échelon forestier l'assaut vers le haut déjà illustré par les landes (NÈGRE 1970, p. 21, 107 et suiv.) et les pelouses (NÈGRE 1969b, p. 10 et 66).

Tableau 2 Spectres biologique et biogéographique du *Rhododendro-Betuletum* (valeurs en %)

Types biologiques			Eléments biogéographiques		
Phanérophytes:			Orophytes:		
macro	7	10	arctiques-alpins	4	8
nano	3		alpino-pyrénéens-carpatiques	4	
Chaméphytes:			ouest-européens	2	21
frutescents	8	9	sud-européens	16	
tapis	1		ibéro-ligures	2	
Hémicryptophytes:			ibéro-atlantiques et ibéro-pyrénéens	1	
dressés (y compris scapeux)	11	39	Européens	2	53
rosettes	10		Eurosibériens-eurasiatiques	28	
couchés (y compris rampants)	7		Circumboréaux	23	
Géophytes:			Paléotempérés		3
rhizomes	25	34	Atlantiques		4
tubercules	8		Subméditerranéens		1
bulbes	1		Endémiques		6
Thérophytes		1	Cosmopolites		5
Mousses		7			

Cette conquête de la montagne par la forêt est parfaitement illustrée à Médassoles sous la retombée nord de l'arête de Bassièret. Comme le montre la figure 1, page 17, la rhodoraie pure, ici stade initial du *Rhododendro-Betuletum*, est établie dans la zone avalancheuse sur éboulis à gros éléments et commence à accumuler un sol initial à mor. Plus bas, une première ceinture de 130 m d'épaisseur, à bouleaux de 1 à 6 cm de diamètre et hauts de 2 à 3 m, voit des individus typiques de *Rhododendro-Betuletum*, mais à *Calamagrostis* non encore dominant, couvrir les granites et combler les vides qu'ils laissent du sol à mor caractéristique. Plus bas encore, s'observe une nouvelle ceinture de 100 à 130 m de haut où *Calamagrostis* domine et où les bouleaux atteignent 4 à 8 m de haut pour des diamètres compris entre 5 et 16 cm. Au-dessous encore, sur l'épaulement glaciaire, mais dans un climat déjà différent, les bouleaux ont entre 10 et 40 cm de diamètre: ils abritent une pelouse à *Calamagrostis* où s'insinuent les plantes du *Centaureo-Brachypodietum* et d'où les espèces de la rhodoraie ont à peu près disparu. Cette pente appartenant toute entière à l'étage forestier, il est

difficile de considérer les trois stades supérieurs de la succession comme la manifestation d'une zonation climatique. Il faut y voir trois étapes de la forestation en rapport avec la diminution de la force des avalanches.

2. Ecologie

Parfaitement à son aise entre 1750 et 2000 m, le *Rhododendro-Betuletum* peut descendre à 1600 m et même, sous la forme *coryletosum*, tout près de 1300 m ou monter aux limites supérieures de la végétation frutescente vers 2200 m. De son exposition favorite au nord, il passe alors soit à l'est-nord-est ou ouest-nord-ouest, soit au sud-sud-est. Les deux premières étant en creux de vallée, les plus froides, la dernière étant en altitude la moins «alpine».

Toutes les pentes conviennent à l'association, pourvu qu'elles ne soient pas inférieures à 30%. Venant bien sur les substrats schisteux, elle préfère néanmoins les accumulations de blocailles ou les vieux éboulis à gros blocs: elle colonise les plus vieilles moraines du post-glaciaire; la sous-association à *Adenostyles* dans son aspect à valériane est localisée dans les fonds de thalweg, sur les pentes les plus raides.

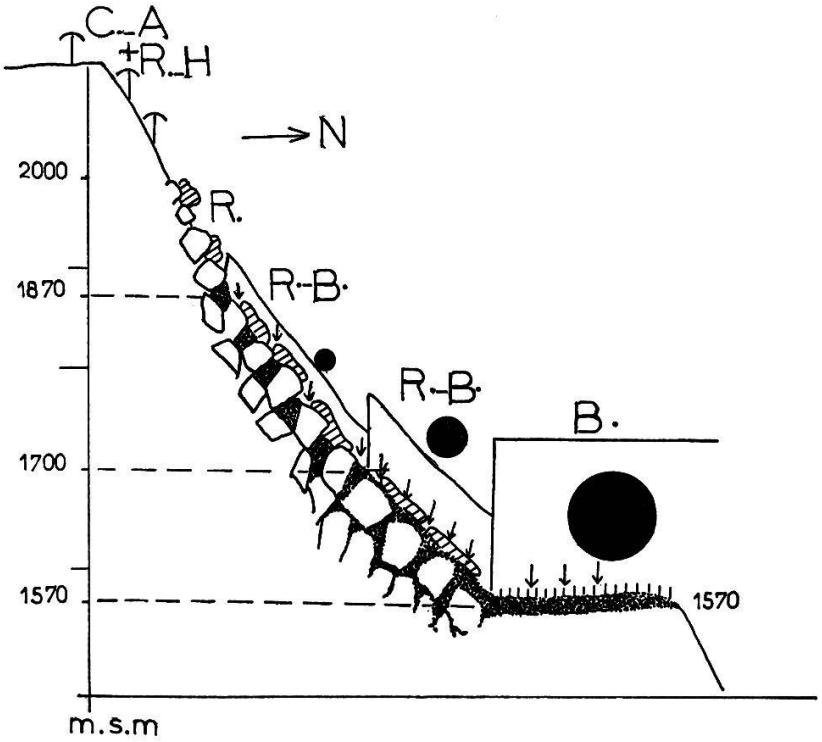


Fig. 1 Zonation en fonction du sol sur la retombée septentrionale du Cap de Bassiéret. (Les points noirs schématisent les diamètres relatifs du bouleau, l'épaisseur de la bande blanche au-dessus du sol, sa hauteur; *B.* = *Bétulaie; C.-A.* = *Cotoneastro-Arctostaphyletum; R.-H.* = *Rhododendro-Hylocomietum; R.-B.* = *Rhododendro-Betuletum; R.* = *Rhododendron.*)

2.1 *Microclimat*

Le climat de l'association n'a pu être étudié avec autant de précision que celui des autres groupements forestiers, les stations étant pour la plupart d'accès très dangereux jusqu'à la fin du printemps.

Les mesures de températures maximum et minimum qu'on peut retenir situent les courbes tout près de celles des rhodoraies: à l'ombre des bouleaux et des pins du cap du Bassiéret, $M = 30°$, $m = -10°$ en novembre contre 35° et —9° (NÈGRE 1970, t. 11, p. 45).

La luminosité et l'hygrométrie de l'air ($m = 30\%$ en juillet-août) subissent des variations qui leur sont identiques du moins pour le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* à gentiane: la lumière est un peu plus forte en hiver et en été et l'humidité plus faible (de 15 à 20%) dans la sous-association à pin, ce qui justifie l'opinion de GAUSSEN qui parle de forêt lumineuse subalpine de pin à crochet; par contre, elles sont respectivement deux fois plus faibles et plus grandes pour le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* à valériane; quant au *Rhododendro-Betuletum coryletosum*, le microclimat lumineux est encore plus contrasté, l'hygrométrie se rapprochant assez de celle des sapinières.

La pluviométrie est la même que celle des rhodoraies à pente et altitude égales: la durée de l'enneigement est du même ordre, sauf pour la variante à valériane où la topographie détermine de grandes accumulations de neige et, par suite, une découverture tardive.

L'humidité du sol est, pour la même raison, beaucoup plus grande dans cette dernière qu'ailleurs: les écarts de température y sont atténués. Sans qu'elle ait été chiffrée avec précision, l'humidité du sol paraît plus faible durant tout l'été lorsque le pin abonde, un peu plus forte quand pin et bouleau sont en mélange, et plus grande encore lorsque domine le bouleau associé au sorbier. Les trois essences forestières exprimeraient donc trois modalités hygro-édaphiques de la forêt subalpine. Dans cette optique, on pourrait émettre l'hypothèse que la forêt à pin serait plus ou moins équivalente en Pyrénées du mélézin frais des Alpes internes.

La localisation des divers aspects de l'association est particulièrement schématique sur le verrou séparant le cirque des Hounts secs de celui de Médassoles. La figure 2, page 19, montre bien le *Rhododendro-Betuletum pinetosum* sur les roches en place du verrou, lumineuses, ventées par les turbulences locales permanentes et bien drainées, le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* sous son faciès à valériane dans les creux plus ombreux, très enneigés et fort humides en été, le *Rhododendro-Betuletum adenostyletosum* à gentiane sur les flancs stabilisés intermédiaires entre les deux.

Sur cette figure, le pin occupe les mêmes milieux que sur la figure 1; cela cadre bien avec ce qu'on sait depuis GAUSSEN (1942). Héliophile, supportant bien une hygrométrie de l'air relativement faible, la plante aime les sols à mor humides mais bien drainés, fuit les moders et les mull-moders à texture fine et est éliminée vers le bas par le hêtre ou le sapin. Chez nous en Pyrénées humides,

elle est à sa limite écologique inférieure; néanmoins, elle est la seule à pouvoir s'accrocher dans ces milieux pour au moins trois raisons: d'abord, ses graines sont disséminées à un moment où, par suite de l'absence du manteau de neige, elles peuvent atteindre le sol, ensuite la jeune racine pivote rapidement et développe dès les premiers mois ses ramifications latérales, enfin la ramure des jeunes plants résiste fort bien au bris et à l'arrachement par la neige. Ces trois raisons, qui manquent au sapin, expliquent pourquoi cette espèce, pourtant fort plastique, ne peut le concurrencer. Elles expliquent aussi pourquoi les pelouses de l'*Irido-Festucetum* peuvent souvent être colonisées par le pin, au contraire des pelouses à nard ou à gispet: la neige y interdit généralement aux graines d'arriver au sol.

La répartition géographique du *Rhododendro-Betuletum coryletosum* dans l'étage forestier appelle quelques remarques, le *Rhododendro-Betuletum* étant défini comme une association subalpine. Cette apparente anomalie peut s'expliquer par le microclimat. En hiver et au printemps, le climat est essentiellement réglé, au-dessus de 1300 m où prospère le groupement, par la présence de la neige qui sert de manteau protecteur; la lumière est, par ailleurs, la même que plus haut, le soleil étant bas sur l'horizon: le noisetier sans feuilles n'a aucune influence.

En été et en automne, le soleil est certes plus haut mais le noisetier, couvert de feuilles, maintient une ambiance lumineuse basse – ce qui est bien sûr le contraire des hautes altitudes, mais ne gêne pas trop les plantes de la frutiçaie qui peuvent supporter des éclairements faibles – et surtout des températures basses et une humidité moyenne assez élevée et permanente. Celle-ci compense, en été et par rapport aux stations subalpines, le déficit relatif dû à l'arrêt par le noisetier d'une bonne partie des précipitations. Ce sont évidemment des conditions limites pour le *Rhododendro-Betuletum*, mais comme les autres espèces ne les supportent pas, elles sont éliminées à son profit. Le noisetier agit donc

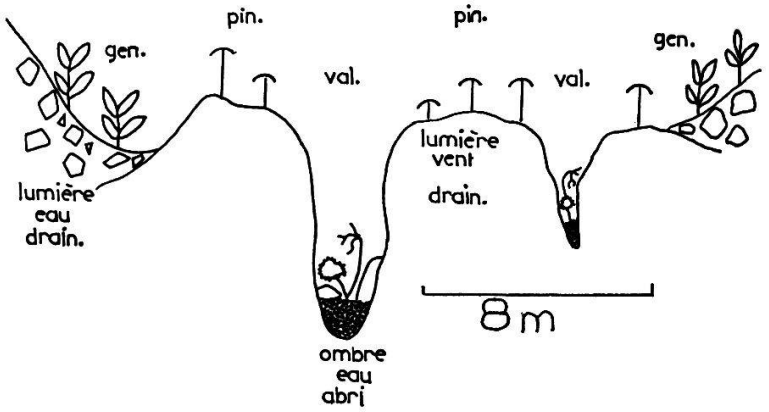


Fig. 2 Localisation des trois aspects (*pinetosum*, à valériane, à gentiane) du *Rhododendro-Betuletum* en fonction du microclimat et du sol

ici comme un facteur prépondérant du milieu: sa présence abaisse considérablement les limites inférieures du *Rhododendro-Betuletum*: elle crée presque en milieu montagnard et pour la frutiçaie les conditions du subalpin.

2.2 *Sols*

L'association succédant à deux grands types de rhodoraies, l'un sur blocs, l'autre sur éléments fins, les sols sont également de deux sortes.

Sur blocaille, ils sont essentiellement formés de débris végétaux mélangés à des éléments fins éoliens en un mor, toujours très humide, à pH variant de 3 à 4 en surface à 4,1 à 5,1 en profondeur, à structure fibreuse de haut en bas, parcouru en tous sens par les racines, celles du bouleau descendant jusqu'à 1,5 m où elles forment souvent un lacis profitant en permanence des suintements. Ce sol est très voisin de celui qui a été décrit pour le n° 125 (NÈGRE 1970, p. 51).

Ailleurs, le sol offre au moins quatre horizons, comme le montre le tableau 3 concernant le relevé 436, et atteint couramment 1 m de profondeur. Sous le feutrage superficiel de mousses et de débris en décomposition, on reconnaît aisément un premier horizon organique à pH 4 et C/N voisin de 25, marron-rouge, renfermant près de 60% de cailloux; ceux-ci mesurent de 2 à 3 cm de diamètre, ont des angles nets, des faces peu ou non altérées même lorsque ce sont des phyllades; les cailloux plus petits sont tous des éclats gélifs à angles vifs; il s'y mêle des graviers de 5 à 7 mm, aux angles très usés et fortement altérés dans la masse. Les agrégats organiques, solides, englobent de petits éléments quartzeux à angles vifs et des poussières éolisées de toute nature; ils sont agrégés en noisettes assez dures. Dans la terre fine dominent les éléments argileux et limoneux, ce qui témoigne probablement d'une action chimique importante ajoutée à l'action éolienne; ce caractère est d'ailleurs visible sur tout le profil: c'est l'indice d'une assez grande ancienneté.

L'horizon suivant, un peu plus rouge, moins riche en matière organique, à pH 5, offre une structure toujours nuciforme, englobant des agrégats à angles mous, moins de gros cailloux sans altération, mais un peu corrodés sur les faces, les petits étant toujours très dégradés en profondeur; la majorité des racines arbustives vit dans les 40 cm de cet horizon. Le suivant, aussi épais, brun jaunâtre, montre des caractères physiques proches, mais une beaucoup plus forte proportion de gros cailloux (au moins 70%); les plus petits, gneisiques, étant très marqués par le gel, à angles encore nets mais altérés sur toute la surface; la matière organique est moins abondante et la structure plus diffuse. Enfin l'horizon de transition avec la roche mère, qui contient plus de 80% de gros cailloux tous roulés, est constitué d'un limon argileux plus jaune, pauvre en matière organique et où sont noyées de petites concrétions ferrugineuses et des restes d'éléments schisteux très altérés, le pH y est un peu plus élevé (5,3 à 5,5).

Les quelques analyses des teneurs en fer, ajoutées aux caractères indiqués ci-dessus, peuvent permettre de ranger ce profil parmi les sols ocre à tendance

Tableau 3 Caractères physico-chimiques des sols du *Rhododendro-Betuletum* (rel. 436)

	Profondeur	Argile	Limons		Sables		Capacité de rétention à PF 2,8	Perméabilité sous 1 kg	pH	Matière organique	C	N	C/N
			fin	gros	fin	gros							
	cm	%	%	%	%	%		cm/h		‰	%	‰	
A_1	0–10	20	22	17	9	21	46	8,6	4,4	15	9,5	3,3	28
A_2	10–50	12	34	11	15	19	29,3	5,4	5	9	5,9	2	29
A_3B	50–90	10	29	10	14	28	–	5	5	7	–	–	–
BC	90–140	7	24	10	16	42	–	1	5,3	3	–	–	–

podzolique: il succède directement, dans la série évolutive progressive au ranker à moder à tendance podzolée qu'on a décrit à propos du *Rhododendro-Hylocomietum*. La comparaison avec le sol du tableau 12 (NÈGRE 1970, p. 55) montre assez comment s'effectue ce passage pour qu'il ne soit pas utile d'y insister: les variations de A_1 sont très suggestives, ainsi que l'augmentation généralisée à tous les horizons des teneurs en sables fins et limons grossiers qui atténue le «V» si caractéristique des granulométries effectuées sur les sols de pelouses et de landes. Ce caractère granulométrique est un test très sûr pour déceler, dans le sol, le témoignage d'une longue évolution en place, la pédogénèse n'ayant dans notre région, et même sous forêt, que très rarement eu le temps de transformer les éléments fins résultant de la gélifraction.

Le *Rhodendro-Betuletum adenostyletosum* à sapin et hêtre occupe soit des sols un peu plus riches en argile (entre 25 et 35%) dans la même zone climatique (partie supérieure des bois d'Echères), soit des terrains identiques mais en des lieux où le microclimat d'été est un peu plus humide, la topographie accrochant encore quelques brouillards, comme dans le haut des bois de Gouron-Soubirous.

II. Les forêts montagnardes

L'étage montagnard est, GAUSSEN l'a montré, le domaine du hêtre et du sapin; le premier est seul aux basses altitudes, le second règne en haut des versants; les deux sont mêlés ailleurs. Bien souvent aussi, le chêne élimine le hêtre.

Les sapinières n'appartiennent pas toutes à la même association. Certaines sont constituées par des peuplements purs de sapin avec mousses et fougères abondantes, d'autres par des peuplements mixtes de sapins et de hêtres.

Dans ce cas, ou bien la flore associée est riche et comprend un grand nombre de fougères et beaucoup de mousses, ou bien elle est pauvre sans mousse et sans fougère.

Les peuplements purs de sapin et les forêts mixtes à mousses et fougères appartiennent au *Polysticho-Abietum*, les peuplements mixtes sans mousse et fougère prennent place dans le *Fagetum* dont ils constituent un aspect particulier.

On a vu plus haut que les sapinières à rhododendron entrent pour leur part dans le *Rhododendro-Betuletum*.

II. A. *Polysticho-Abietum* nov. ass.

(Association à *Abies* et *Polystichum spinulosum*)

L'étude des sapinières a fait l'objet surtout dans les Alpes depuis quelques années d'un bon nombre de publications; BARBERO et BONO (1970), tout en faisant le point de la question pour les Alpes maritimes, constatent qu'elles appartiennent là, comme ailleurs, aux deux grandes classes des *Querco-Fagetea* et des *Vaccinio-Piceetea*. Les premières occupent surtout les régions montagnardes inférieures, les secondes se déploient au contraire au montagnard supérieur. Bien entendu, cette superposition altitudinale est fréquemment corrigée par l'édaphisme et la situation géographique réglant la pluviométrie et la température hivernale. Entre les divers types reconnus (sapinières du *Fagion*, de l'*Abieto-Piceion*, du *Rhododendro-Vaccinion*) les passages sont fréquents; il n'est pas toujours facile d'attribuer tel peuplement à l'un ou à l'autre. En Pyrénées, les sapinières se comportent de la même manière et le botaniste se trouve confronté aux mêmes difficultés, surtout s'il étudie, comme c'est le cas ici, une région restreinte.

1. Floristique

Sur le plan de la floristique, nos sapinières ne renferment à peu près jamais *Festuca gigantea* (qui est remplacé, quand il existe, par *Bromus asper*) et l'épicéa, sauf en quelques points de la forêt de Superbagnères où il a été introduit et se régénère sans trop de difficultés. Mais ce qui les différencie le mieux de tous les types connus, c'est la grande richesse en fougères: *Aspidium aculeatum*, *A. Braunii*, *A. lobatum*, *Athyrium Filix-Femina*, *Blechnum spicant*, *Dryopteris Linneana*, *D. Phegopetis*, *D. Robertiana* et les trois *Polystichum dilatatum*, *spinulosum*, *Filix-Mas*. La grande luzule, la scille jacinthe, l'abondance des mésohygrophiles telle *Lysimachia nemorum* et l'abondance des cinq endémiques *Rubus Koeleri*, *Sonchus Plumieri*, *Adenostyles pyrenaica*, *Scrophularia pyrenaica*, *Valeriana pyrenaica* en sont des traits frappants. Il a paru bon de rappeler l'extrême importance des fougères dans le nom même de l'association: *Polysticho-Abietum*.

Un des traits intéressants de la composition floristique est aussi l'abondance de *Galium ovalifolium*, vicariant de *G. rotundifolium* dont il constitue d'ailleurs une sous-espèce. Celui-ci aurait pu permettre de nommer l'association *Galio-Abietum*, comme l'a proposé RIVAS-MARTINEZ en 1968 (NÈGRE 1969b, p. 135), après BRAUN-BLANQUET, mais ce binôme ne peut être retenu puisqu'il a déjà été utilisé par WRABER en 1955–1959 pour désigner une association slovène bien différente.

A la liste floristique globale, il convient d'ajouter *Scrophularia Scopoli*, présente surtout dans les endroits humides, mais qui, rare, est la plupart du temps remplacée par *S. pyrenaica*, celle-ci figurant seule dans les relevés du tableau 4.

Le gui, très fréquent sur les sapins, ne figure pas sur le tableau, pas plus d'ailleurs que les nombreux lichens épiphytes, parmi lesquels *Usnea barbata* se taille une place prépondérante, mais spécialement dans les peuplements exposés au nord; à terre et sur les vieux troncs vivent souvent *Cladonia coniocrea* et *Parmelia saxatilis* auxquels se joignent plusieurs myxomycètes. La flore mycologique supérieure est variée: on y reviendra plus loin. Outre la soixantaine d'accidentelles et les 8 espèces de mousses, le cortège floristique comprend, comme le montre le tableau 4 (pochette *in fine*), 7 cryptogames vasculaires et 82 espèces de phanérogames présentes plus de trois fois; elles appartiennent à 83 genres et 36 familles, 6 genres étant bispécifiques. Les composées et les rosacées arrivent en tête avec 7 espèces, comme les fougères, suivies des scrofulariacées et des labiées avec 5 espèces.

Le *Polysticho-Abietum*, ainsi défini, semble se retrouver dans la plus grande partie des Pyrénées luchonnaises; les forêts décrites par DUPIAS dans le *Monde des plantes* (1966–1971) semblent bien s'y rapporter, quoique certaines soient sans doute plus «atlantiques». Par contre, les hêtraies-sapinières définies du Pic-du-Midi d'Ossau par TURMEL (NÈGRE 1968, p. 290) s'en éloignent sensiblement: si *Oxalis*, mercuriale, violette et certaines fougères y sont encore, elles sont dominées par le buis, le noisetier, le lierre et *Daphne Laureola*, toutes

espèces plus thermophiles et liées aux *Querco-Fagetea*. Les deux dernières espèces existent, c'est vrai, également dans notre association, mais c'est uniquement dans certains relevés situés sur la partie droite du tableau. Un rapide survol de ce dernier laisse d'ailleurs l'impression que le *Polysticho-Abietum* est en fait composé de deux ensembles: un, à gauche du tableau, correspondant à la sous-association à *Thuidium tamariscifolium* et se rapprochant des *Vaccinio-Piceetea*, l'autre, à droite, contenant, en plus des espèces de cette classe, bon nombre de plantes des *Querco-Fagetea* et correspondant à trois autres sous-associations. Comme il est possible que ces quatre unités constituent des termes de passage entre les sapinières des deux classes, il a paru préférable de les grouper en un seul ensemble, quitte à les dédoubler ultérieurement lorsque la phytosociologie des Pyrénées sera mieux connue.

1.1 *Variations*

Outre les quatre sous-associations, le tableau 4 fait ressortir une grande diversité d'aspects: sous l'apparente uniformité de la sapinière mêlée ou non de hêtre se cache en effet une notable variabilité déterminée par les nuances du microclimat et de l'édaphisme.

1.1.1 Sous-associations – Définies comme l'indique le tableau 4, les sous-associations n'ont ni la même richesse floristique, ni la même flore cryptogamique supérieure, ni la même aire minimale.

Le *Polysticho-Abietum quercetosum* est la plus pauvre avec 60 espèces seulement, non comprises les accidentelles, et son aire minimale se situe à 25 m^2 pour 30 espèces; elle recèle surtout des bolets (*Boletus edulis* à peu près exclusivement).

Le *Polysticho-Abietum thuidietosum* vient ensuite avec 67 espèces et 36 m^2 pour 20 espèces; y abondent l'ammanite fausse oronge et l'armillaire, les bolets blafard et mat, *Calocera viscosa*, les chanterelles brune et jaune, les clavaires blanc et jaune, *Clitocybe amethystina* et *C.cyathiformis*, *Collybia grammocephala*, *Cortinarius varius*, *Hydnum imbricatum* et *H.repandum*, *Hypholome fasciculare*, les lactaires délicieux et velu, la mycène, les trois russules charbonnière, émétique et de Quelet; mais surtout s'y rencontrent exclusivement *Clitocybe baccata* et le très rare *Boletus purpurascens*.

Le *Polysticho-Abietum mnietosum*, avec 77 espèces, possède une aire minimale de 50 m^2 pour 48 espèces; on y trouve beaucoup d'ammanite panthère et vaginée, peu d'hygrophore, de russule fétide et émétique, quelques bolets satan et rude, le clitopile petite prune; *Phallus impudicus* y est présent, comme dans la variante à sapin de la sous-association suivante.

Enfin le *Polysticho-Abietum fagetosum* à richesse floristique équivalente (78 espèces dans la forme à sapin) situe son aire minimale à 64 m^2 pour 40 espèces; c'est le groupement le plus riche en champignons comestibles: en particulier

chanterelle, tricholome Saint-Georges et *Boletus edulis*; il est le seul à posséder en outre *Tricholome* et *Vaccinium* dans la variante à sapin.

Alors que beaucoup de champignons paraissent indifférents à la sous-association, certains sont assez inféodés à l'une ou l'autre, et quelques-uns paraissent exclusifs; tel est le cas de *Boletus purpurascens* lié au *Polysticho-Abietum thuidietosum*, des ammanites panthère et vaginée, du bolet scabre au *Polysticho-Abietum mnietosum*, de *Tricholome*, *Vaccinium* et *T. Georgii* au *Polysticho-Abietum fagetosum*.

La sous-association à *Thuidium* se reconnaît au premier coup d'œil par la rareté des plantes du sous-bois: sous la haute strate de sapin à peu près pur s'étend l'épais tapis muscinal où codominent *Thuidium* et *Pleurozium Schreberi*; les plantes liées aux *Querco-Fagetea* sont peu nombreuses ou absentes, seuls subsistent quelques représentants des *Vaccinio-Piceetea*. *Oxalis*, toujours abondant, peut être tout seul ou bien associé à un nombre varié de plantes importantes: *Blechnum spicant* (rel. non sur le tableau), violette (741), anémone (749), digitale (733), *Galium* et *Pyrola minor* (752), deschampsie et myrtille (719), deschampsie, myrtille et *Blechnum* (756), deschampsie, doronic et *Monotropa* (671), deschampsie, *Galium*, pyrole et *Dryopteris Robertianum* (656), deschampsie, aspérule, violette et véronique (753); enfin, le peuplement peut s'ouvrir à beaucoup plus de participants, fougères, ronces ou plantes mésohygrophiles, comme c'est le cas en 743. Chacun de ces types n'est pas accidentel, mais il correspond à des conditions écologiques précises ou des stades d'évolution déterminés.

Il en est de même pour le *Polysticho-Abietum mnietosum*, plus riche que le précédent à la fois en plantes herbacées et en représentants des deux classes phytosociologiques. Les mousses (pas les mêmes) et les fougères y abondent, mais surtout les différentielles hygrophiles qui peuvent se grouper de manière très diverse. Sur un fond commun de *Mnium*, *Hylocomium*, *Lysimachia*, *Epilobium*, *Oxalis* peuvent dominer les groupes suivants:

- *Thuidium*, *Pleurozium*, deschampsie, doronic, proche de la sous-association précédente (631)
- *Luzula maxima*, les fougères femelle et mâle, le saxifrage et aussi *Rubus Koeleri* (655)
- aspérule, lierre et fraisier, *Pyrola minor*, *Pleurozium*, la véronique officinale (670)
- *Impatiens-Sanicula-Stellaria*, soit avec *Ilex*, *Tilia*, *Corylus* et *Mercurialis* (654), soit avec *Circea-Adenostyles-Orobus* (687), soit avec *Sonchus Plumieri* et *Sorbus aucuparia-Lonicera nigra* (688) ou *Polystichum spinosum*, *Plagiotheca undulata*
- *Scrophularia-Circea-Sonchus-Valeriana-Adenostyles*, soit avec *Ranunculus platanifolius*, *Plagiotheca undulata* et *P. asplenioides*, mais sans framboisier, soit avec cette espèce mais sans les autres (629, 623)
- *Adenostyles-Sonchus* avec *Agrostis*, *Orysopsis*, *Melandryum* (686)

– framboisier-ortie-sureau (658)
auxquels il faut ajouter un groupe framboisier-rose-sorbier qui ne figure pas sur le tableau et qui est assez rarement représenté (614).

La sous-association *fagetosum* se subdivise en deux variantes dont le tableau 5 schématise les différences floristiques.

Tableau 5 Différences floristiques entre les variantes du *Polysticho-Abietum fagetosum* (le point indique l'absence, le trait marque la vie en mauvaises conditions, la croix en bonnes et les deux croix signalent l'optimum).

	à sapin	à hêtre		à sapin	à hêtre
Espèces acido-sciaphiles:			Espèces indifférentes plutôt neutromésophiles:		
Pyrola minor	+	.	*Melampyrum pratense*	–	+
Pyrola rotundifolia	+	.	*Pulmonaria officinalis*	–	+
Espèces indifférentes plutôt acidiphiles:			*Corylus Avelana*	–	+
Lysimachia nemorum	++	–	Espèces neutromésophiles:		
Rhytidiadelphus triquetrum	++	–	*Scilla Lilio-Hyacinthus*	–	+
Asperula odorata	+	–	*Lilium Martagon*	.	+
Luzula maxima	+	–	*Paris quadrifolia*	.	+
Viola silvatica	+	–	*Ribes petraeum*	.	+
Epilobium Duriaei	+	–	*Fragaria collina*	.	+
Rubus Koeleri	+	–	Espèces héliophiles:		
Aspidium aculeatum	+	–	*Dryopteris Linneana*	.	+
Polystichum spinulosum	+	–	*Rosa alpina*	.	+
Vaccinium Myrtillus	+	+	*Rhododendron ferrugineum*	.	+

La strate herbacée est en outre un peu plus pauvre dans la variante à sapin. Dans chacune, on retrouve encore des variations floristiques exprimant des conditions particulières de vie. Dans la variante à sapin, elles sont marquées par les groupes suivants:

- *Salix aurita*, *Sonchus Plumieri* et fougère mâle (684)
- myrtille, fougère femelle, pyrole (625)
- *Prenantes*, digitale, ronce de Koeler, *Lysimachia* (620)
- *Rhytidiadelphus triquetrum* avec *Lysimachia*, *Valeriana*, *Adenostyles* (685), ou bien *Luzula maxima* et *Polystichum spinulosum* (624), ou bien lierre et euphorbe (657), ou bien encore deschampsie sans (629) ou avec (630) *Orobus*.

Dans la variante à hêtre, où abonde la myrtille, les variations affectent surtout les pourcentages d'*Hylocomium*, celui d'*Adenostyles*, lié ou non à *Orobus*, la présence ou l'absence du groupe mélampyre-fraisier-géranium et celle du saxifrage.

La sous-association *quercetosum* est dans l'ensemble assez homogène.

En plus de toutes ces formes, il faut signaler l'existence de faciès à *Arrhenatherum elatius* ou à *Melica uniflora* qu'il n'a pas été possible de lier à des conditions de milieu particulières.

Deux autres faciès peuvent se présenter n'importe où et sont liés à des conditions très locales d'évolution: l'un est caractérisé par l'absence de toute strate arbustive, herbacée et muscinale remplacées par une couche de litière très épaisse, à au moins trois horizons superposés et développée sous les plus vieux peuplements purs de sapins âgés de 200 à 300 ans et équidistants de 4 à 6 m. Ce stade, uniquement présent dans les hauts vallons de Peyrignès et d'Artigue-Ardoune, constitue sans doute le terme ultime de l'évolution; mais, les actuelles pratiques forestières tendent à le faire disparaître. L'autre est plus fréquent et se réalise sur de petites surfaces lorsqu'un petit glissement provoque un décapage accidentel des horizons supérieurs en sapinière pure, quelle que soit la sous-association. La reconquête commence alors par l'installation d'un tapis très hétérogène de mousses: *Dicranum fuscescens*, *D. scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Mnium affine* et *M. undulatum*, *Plagiotheca asplenioides* et *P. undulata*, *Pleurozium Schreberi*, *Polytrichum formosum*, *Rhytidiadelphus triquetrum*, etc.; puis viennent *Oxalis* et progressivement les autres herbacées.

Mais ces variations, pour nombreuses qu'elles soient, ne sont pas les seules: des passages latéraux s'observent fréquemment en effet.

1.1.2 Passages – Au montagnard inférieur, les passages au *Teucrio-Quercetum* ou à la corylaie fraîche sont surtout marqués par l'arrivée, dans le cortège floristique des thermophiles ou bien du tilleul, du frêne et bien souvent du houx. Au montagnard moyen, la sapinière passe latéralement à la bétulaie à brachypode ou à la hêtraie pure à *Lathrea* ou encore au *Rhododendro-Betuletum coryletosum*. Tous ces passages sur lesquels il n'est pas utile d'insister, sont toujours le témoignage de variations statiques dans les conditions de milieu: sol squelettique sur une masse rocheuse presque affleurante, microclimat local plus chaud ou plus froid.

Plus intéressants sont certainement ceux dont la signification est dynamique. Parmi eux s'observent fréquemment, à Pardiac et Tiron par exemple, de très belles forêts mixtes à sapin et bouleau appartenant sans aucun doute possible au *Polysticho-Abietum mnietosum* et où dominent, cependant, dans la strate herbacée *Chrysosplenium oppositioflium*, *Epilobium Duriaei*, *Saxifraga umbrosa* et *Lysimachia*; le noisetier est présent dans la strate arbustive; ces formations, dont aucun représentant ne figure sur le tableau d'association, doivent être interprétées comme un terme de reconstitution de la sapinière à partir d'une bétulaie fraîche succédant elle-même à une corylaie hyperhumide à ruissellement de surface continu; de telles corylaies se sont généralement installées sur des anciens terrains de parcours ou, au contraire, sur de vieilles coupes à blanc étoc suivant un incendie, mais toujours en lisière inférieure des actuels massifs forestiers.

Ailleurs, en lisière supérieure de forêt, on peut rencontrer des mélanges entre le *Polysticho-Abietum* et les frutiçaies à myrtilles ou à rhododendron. On a déjà signalé à propos des landes, que le sapin s'ensemençait fort bien dans toute la partie inférieure du subalpin.

Jusqu'à 1850 m, il est courant d'observer de très abondants jeunes semis dans les rhodoraies, mais on ne voit qu'exceptionnellement des régénérations: celles-ci n'apparaissent qu'au-dessous de 1800 m. Des observations poursuivies systématiquement au-dessus du Bois de la Lit en vallée d'Oueil et au Mail de la Tute montrent que les semis sont régulièrement détruits entre ces deux altitudes par les gelées de printemps et celles de l'automne (les troupeaux ne sont pas là à ces moments et ne peuvent être mis en cause) dès que leur flèche sort de la masse des chaméphytes. Au-dessous de 1800 m, on peut facilement observer à la Lit, où le pâturage est fort réduit depuis de longues années, une zone de combat de 30 à 40 m de haut: les arbres s'y échelonnent, de l'extérieur vers l'intérieur, entre 7 et 120 ans[Δ]. L'influence du sapin sur la frutiçaie n'est pas immédiatement sensible: il faut attendre que le couvert atteigne $^3/_8$ pour que les premières espèces héliophiles commencent à souffrir; c'est seulement au-delà de $^4/_8$ que les premières disparaissent et que les sciaphiles peuvent tenter de s'implanter; à $^6/_8$, les fougères et *Luzula maxima* sont là, et l'ambiance est presque forestière. Le sapin progresse ainsi nettement vers le haut aux dépends des landes. Il est probable que cette progression dure depuis fort longtemps, car on trouve à la base de la zone de combat quelques vieux arbres dont le diamètre est de 70 cm à 1,20 m du sol, ce qui permet de leur attribuer environ 200 à 225 ans. Bien qu'on ne puisse savoir, et c'est évident, s'ils sont les témoins d'une ancienne forêt disparue ou si, au contraire, ce sont les premiers représentants de l'actuelle poussée vers le haut, il n'en reste pas moins que toute la zone de combat, soit au moins 30 m en altitude, a été gagnée sur la lande en très peu de temps. Le sapin fait donc preuve ici d'un remarquable dynamisme: sa progression est, à peu près, du même ordre que celle déjà signalée pour d'autres formations.

1.2 *Morphologie*

La morphologie de l'association est toute entière dominée par la nature du peuplement arboré de sapin et variable suivant le type de sous-association (fig. 3, p. 30). Le *Polysticho-Abietum thuidietosum* est pratiquement bistrate: il n'y a aucun intermédiaire entre les couronnes hautes de 30 m, denses et sombres de la futaie pleine à troncs gros et très régulièrement répartis et la couverture continue de mousses, d'où émergent, régulièrement espacés, *Oxalis* et les autres herbacées, et qui estompe toutes les irrégularités du sol; seules la myrtille et la deschampsie peuvent former quelques taches: nulle part, comme ici, on ressent une telle impression de majesté et de puissance.

[Δ] Les versants y sont assez doux (moins de 15%) et l'influence des vents y est assez réduite.

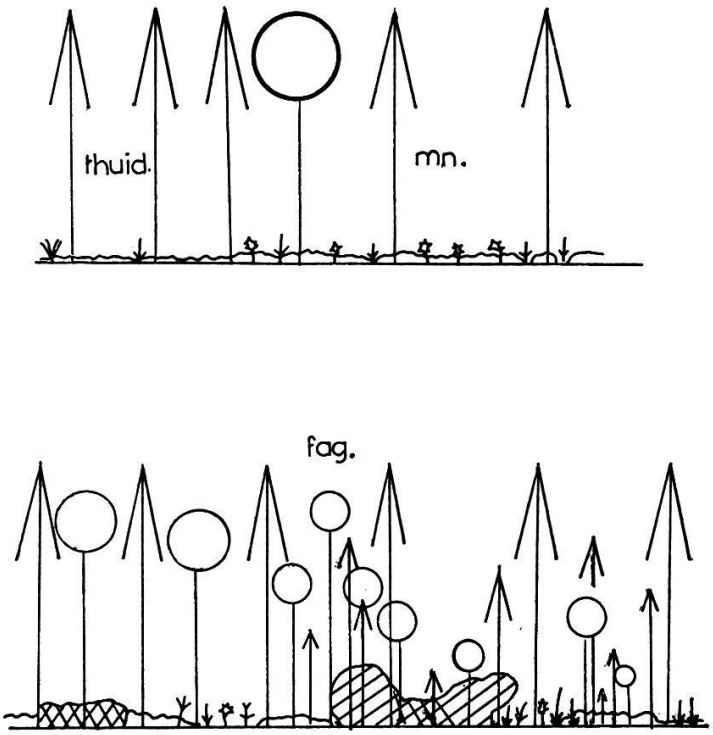


Fig. 3 Les divers aspects de la stratification dans les trois sous-associations du *Polysticho-Abietum*

Le *Polysticho-Abietum mnietosum* est déjà plus diversifié: une strate arborée inférieure de 10 à 15 m de haut, le plus souvent très claire, fait son apparition, mais surtout, la strate herbacée, beaucoup plus riche et de hauteur notable, puisqu'elle peut atteindre 1 m, couvre au moins la moitié du sol: la plupart des espèces y est régulièrement disséminée.

Dans le *Polysticho-Abietum fagetosum*, l'ambiance est tout autre: à la puissance et à la majesté, toute faite de grande ordonnance, qui se dégage des deux précédentes sous-associations, s'oppose ici une impression d'explosion vitale: sous la strate arborée supérieure, toujours formée par le sapin, peut se distinguer seulement comme plus haut une seconde strate arborescente nette de hêtre, ou bien un complexe multistrate où sont représentées toutes les classes d'âge et allant de 4 à 30 m de haut. Au-dessous, les buissons (hêtre, sapin, sorbier, tilleul, sureau, chèvre-feuille, etc.) s'échelonnent entre 1 et 3 m: ils peuvent être soit assez clairsemés, soit au contraire enchevêtrés en un inextricable fouillis où grimpent les ronces et auxquels, parfois, les hautes herbes peuvent se mêler. Une strate sous-frutescente à myrtille peut former également un manteau continu d'où émergent çà et là les fougères et les luzules. La végétation herbacée, abondante, peut arriver aussi à constituer de larges taches dans les vides. Une toison épaisse de mousse couvre le sol dans les endroits les mieux stabilisés.

A cette stratification aérienne correspond, bien sûr, une stratification dans le sol, mais celle-ci est moins étagée en profondeur; le hêtre mis à part, aucune

espèce arbustive ou arborescente ne dépasse 80 cm à 1 m; par contre, toutes s'étalent largement, de sorte que la concurrence est importante dans l'horizon supérieur et que le pouvoir de protection de ces forêts est relativement faible: lorsque la partie supérieure du substrat est gorgée d'eau, à la suite de pluies d'été trop abondantes par exemple, et qu'une ouverture accidentelle se produit sur une pente, la forêt se montre incapable de retenir cette masse et coule avec elle sur le versant: ainsi s'expliquent bon nombre de trouées actuellement en voie de repeuplement qu'on peut observer dans la forêt de la vallée d'Oueil.

La concurrence s'exprime, c'est surtout évident pour le sapin et le hêtre, par une impitoyable élimination à tous les stades de la vie des individus: des nombreuses brosses de régénération qu'on rencontre un peu partout, seuls quelques plants peuvent survivre jusqu'à l'état adulte. Pour des individus arrivés à pleine maturité, c'est-à-dire ayant entre 100 et 150 ans, le système racinaire est si abondant en tous sens et sur les premiers 80 cm de sol qu'une densité de 110 pieds à l'hectare représente le maximum possible[Δ]. Comme toujours en pareil cas se pose le problème d'apprécier correctement la sociabilité: comme il n'a pas été possible d'étudier chaque fois ce qui se passait dans le sol, seule a été notée la sociabilité aérienne. La notation séparée des trois coefficients permet ici de saisir avec une particulière netteté les différences morphologiques du peuplement, le sapin, noté +5+ dans la strate arborescente, n'ayant pas du tout vis-à-vis des autres strates la même influence, que s'il est noté 551 par exemple. De ce point de vue, un des caractères les plus frappants de l'association est la répartition très uniforme de la plupart des plantes, la sociabilité étant rarement supérieure à 1: c'est certainement l'expression d'une remarquable uniformité du milieu qui place toutes les expèces sur le même plan. Il faut souligner de ce point de vue qu'*Oxalis* en particulier n'a presque jamais plus de 1, sauf dans le *Polysticho-Abietum quercetosum*: en limite écologique, il recherche les petites niches qui lui conviennent le mieux.

1.3 *Biologie*

La biologie des divers constituants n'a pas pu être étudiée très en détail: seules ont été observées la périodicité et la croissance.

1.3.1 Périodicité – En année normale, c'est-à-dire où la neige disparaît des versants situés au nord et à 1000 m d'altitude aux environs du premier avril, la floraison du sapin débute au 15 avril, du moins sur ces mêmes versants; elle suit celle des sapins situés à l'ouest avec dix jours de retard, celle-ci étant à son tour précédée par celle des sapins exposés au sud-est et à l'est. La maturation des cônes se poursuit jusqu'à l'automne, la dissémination des graines ayant lieu

[Δ] Il semble d'ailleurs qu'au-delà de cette densité, les sapins ne puissent pas rester en parfaite santé et que dès qu'ils atteignent 130 à 150 ans – soit à peu près 55 cm de diamètre – ils dépérissent.

soit immédiatement, soit en janvier, quelquefois même en mars ou en avril. Les semences germent sitôt au sol, mais épanouissent tout à fait leurs cotylédons que si elles ne sont pas gênées par une neige trop épaisse; quoi qu'il en soit, la plantule peut jusqu'à fin mars et sans le secours de la photosynthèse développer 4 à 6 cm d'axe hypocotylé et 5 à 9 cm de racine; celle-ci a alors traversé le tapis de mousse, elle est pourvue de micorhizes et plonge déjà dans le sol. Fin avril et à 1150 m d'altitude, la plantule a déjà six feuilles. Dès ce moment, et à tous les stades du développement, la plantule résiste sans dommage au froid, à condition qu'il ne dépasse pas —12°. Lorsque la dissémination n'a lieu, comme c'est le cas pour les sapins d'altitude, qu'en fin de printemps, les graines germent sur et dans la neige du subalpin, mais les froids y sont tels alors que les plantules sont immédiatement détruites. C'est certainement là une des raisons majeures qui limitent l'extension du sapin vers le haut.

En outre, si quelques plantules peuvent arriver à s'implanter au printemps dans cette zone – et chaque année l'observation attentive peut en déceler –, elles n'ont jamais le temps de développer suffisamment leur système racinaire pour atteindre les couches fraîches du sol et résister aux rigueurs de l'été. Cette nécessaire fraîcheur du sol est une seconde condition impérative pour le maintien du semis. Il n'est que d'observer la répartition du sapin sur les soulanes (creux, suintements, abri des vents desséchants) du moyen Larbouste pour s'en convaincre: son système racinaire n'est pas assez développé en profondeur pour l'alimenter convenablement en période sèche, et c'est une des raisons pour lesquelles il abandonne soulanes et rochers au hêtre ou au chêne.

Dans l'association, la floraison du hêtre a généralement lieu fin juin début juillet et la dissémination des graines à l'automne; la germination est immédiate, elle se poursuit dans les mêmes conditions que celle du sapin, mais les plantules sont plus sensibles au froid: —9° suffisent à les éliminer. On peut même, en été, voir mourir de jeunes plantules à la suite d'une brusque chute des températures nocturnes à 1 ou 2° au-dessus de zéro; le sapin lui n'est nullement gêné par de tels écarts. Cette sensibilité au froid est certainement une des raisons qui règle la répartition des deux espèces.

Les mousses sont, dans l'ensemble, fécondées en automne et fructifient sous la neige en début d'hiver ou au printemps, suivant les espèces; seuls les polytrics fructifient en été ou à l'automne. La plupart des fougères perdent leurs frondes en hiver, sauf les *Aspidium* dont beaucoup ne fructifient qu'en fin d'automne ou même en hiver *(A. Braunii)* et ne disséminent leurs spores qu'une fois la neige disparue. Parmi les plantes herbacées, *Oxalis* a un comportement de mousse, puisqu'il fleurit, quelles que soient les conditions microclimatiques, fin avril à début mai[△], qu'il les perd fin mars au moment où il pousse les nouvelles, qu'il garde ses feuilles vertes tout l'hiver; malgré une éclosion de fleurs considérable, la fructification est peu abondante: la multiplication est surtout

[△] Cette date n'est valable qu'à 1150 m d'altitude, et pour les versants nord; ailleurs, elle se situe toujours au moment de la découverture par la neige.

Répartition du sapin (↓ aux expositions secondaires au nord) et du hêtre (↓↓ aux expositions secondaires au sud) sur le versant ouest de la montagne d'Autenac vue de l'Auédan

↓ ↓↓ ↓ ↓↓ ↓

1

R

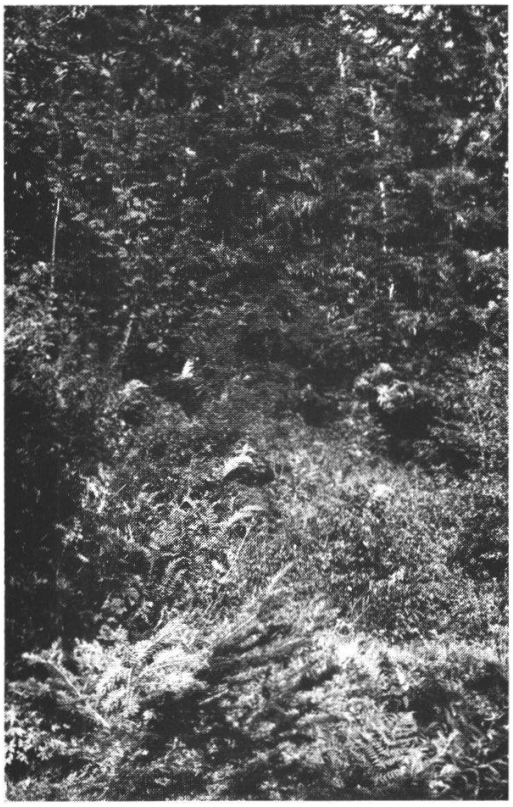
⇉ ← →

2

Retombée des Sérons sur Bedeck dans le Val d'Astau. Au premier plan: *Irido-Festucetum* de l'entrée d'Esquierry, ensuite le *Fagetum* ← directement surmonté, sur la pente raide des Sérons, par le *Rhododendro-Betuletum* (R). Celui-ci forme l'essentiel de la tache noire sur le verrou d'Espingo ⇉ au troisième plan. Au fond, l'arête frontière avec, à gauche, le Perdiguero et, au centre, la Tusse de Montarqué

Fagetum pur du Bois de la Coume à Caubous

3



4

Polysticho-Abietum des Echères

5

Teucrio-Quercetum âgé en futaie pure à Raduc

6

Teucrio-Quercetum en futaie avec bouleau et fougères à Raduc

7

La bétulaie à brachypode de Barbouride

assurée par voie végétative. Les luzules et la scille pointent aussi leur hampe à la même époque; mais elles attendent que la neige ait complètement disparu pour s'épanouir: en un mois, la scille pousse 6 à 10 cm de feuille et la luzule qui, fin mars, a déjà une hampe au ras du sol au milieu d'une rosette de 8 à 9 feuilles, croît de 10 à 12 cm. Fin mars, *Asperula* garde encore ses vieilles feuilles; elle les perd début avril en même temps qu'apparaissent les jeunes. A cette époque démarrent les fraisiers, le géranium, les euphorbes et *Arenaria*; les pyroles, qui restent vertes tout l'hiver, ne poussent leurs nouvelles feuilles que le mois suivant, comme la véronique dont les premières germinations apparaissent fin mars. La mercuriale montre ses premiers bourgeons fin avril.

La plupart des arbustes débourrent très lentement fin mars, pendant que fleurit le gui; déjà cependant, la myrtille a poussé, dans la mousse, des tiges de plus de 2 cm et a couvert ses parties aériennes de bourgeons longs de 3 à 7 mm; un mois plus tard, ceux-ci ont 1 cm et les roses mettent leur première feuille. C'est seulement en mai que la myrtille ouvre ses bourgeons, mais elle pousse alors avec une incroyable rapidité, s'allongeant en quelques jours de 5 à 7 cm et montant immédiatement à fleurs. Les violettes fleurissent alors et les fougères sortent leurs frondes. Le sapin et le hêtre, qui jusque-là étaient restés inactifs, poussent très vite: le premier s'allonge de 2 cm, le second débourre et met 5 à 7 feuilles en quelques jours.

Les autres herbacées suivent, fleurissant en été et échelonnant leur périodicité en fonction des variations locales des températures. La flore mycologique leur est également très étroitement soumise.

Les lichens de sous-bois tels *Peltigera aphtosa* et *P. Degeni* forment leurs fructifications en mars pendant que les plasmodes des *Didymium* commencent à se développer.

1.3.2 Croissance – La croissance du sapin et celle du hêtre ont été suivies régulièrement, mois après mois, dans les stations où étaient effectuées les mesures écologiques. La croissance du hêtre a toujours été inférieure à ce qu'elle était ailleurs dans le *Fagetum*; on y reviendra plus loin. Celle du sapin est restée constante en fonction des conditions météorologiques, mais elle n'est pas la même dans toutes les sous-associations.

Dans le *Polysticho-Abietum fagetosum*, en année normale (1969) où le mois d'août est généralement pluvieux, l'allongement des semis d'un an, sous bois clair, a été en moyenne de 8 à 9 cm (dont au moins 2 à 4 cm pour le printemps) au-dessus des cotylédons, à 1350 m d'altitude; il a été seulement de 6 cm à 1700 m. En année de printemps doux (1970), l'allongement a été d'au moins 6 cm jusqu'au 15 juillet, ce qui laissait prévoir de bien meilleures performances pour l'année; mais août ayant été sec et chaud, les semis ne se sont allongés que de 0,5 à 1 cm. Lorsque le printemps est plus rude que la normale, l'allongement est plus faible jusqu'en juillet, mais ensuite, sous l'influence d'une pluviométrie plus élevée, il reprend très vivement jusqu'à atteindre 9 cm. En moyenne on peut donc chiffrer la croissance à 7–8 cm pour le semis d'un an. Au-delà,

l'allongement augmente régulièrement jusqu'à atteindre 20 cm pour un plant de 7 années, 35 à 40 cm pour les plants de 10 ans; la flèche a alors au plus 0,9 cm de diamètre et le brin mesure à la base 2,5 à 3 cm de diamètre. Pendant les dix années suivantes, l'accroissement est environ de 2 mm par an, pour un allongement à peu près identique. On peut admettre qu'un arbre de 5 cm de diamètre au sol est donc âgé d'une vingtaine d'années environ. En 70 ans environ, il mesurera à peu près 20 cm à 1,20 m du sol. A 1700 m d'altitude, et toujours en sous-bois clair, il faut en moyenne 25 à 30 ans pour arriver à 5 cm et les 20 cm ne sont pas atteints avant 90 années.

Dans le *Polysticho-Abietum thuidietosum* en futaie dense, la croissance ne dépasse pas 4 cm et 1 mm pendant les sept premières années; il faut 25 à 30 ans pour que la régénération atteigne 1,20 m de haut et un diamètre de 3 cm au sol. Dans les clairières, les jeunes semis se développent comme dans le *Polysticho-Abietum fagetosum* d'altitude.

Le *Polysticho-Abietum mnietosum* permet, en clairière, des accroissements nettement plus élevés puisqu'il n'est pas rare de trouver des plants de 10 ans hauts de 1,60 m et gros de 5 cm à la base. Un diamètre de 20 cm correspond en moyenne à 35–40 ans.

Le tableau 6 ci-dessous, dû aux comptages effectués par M. LAVIGNE DU CADET en forêt pleine de Superbagnères, donne une excellente idée des accroissements en fonction des âges des arbres pendant les dix dernières années.

Tableau 6 Accroissement moyen annuel en fonction des classes de diamètre entre 1957 et 1967 (chiffres arrondis)

Diamètre ..... cm	20	30	40	50	60	70
Nombre d'arbres comptés	93	82	66	52	60	44
Accroissement total ..... mm	1926	2492	2430	2034	2484	2392
Accroissement moyen..... mm	2,07	3,04	3,7	3,9	4,1	5,4

Sur huit souches isolées et en clairières coupées en 1970 dans les forêts de Saint-Aventin et de Bourg-d'Oueil, mesurant entre 60 et 80 cm de diamètre à 60 cm du sol, toutes situées à environ 1450 m d'altitude à l'exposition est et est-nord-est, les accroissements moyens ont été assez variables. Le tableau 7 fait ressortir une période à très fort accroissement et deux périodes à accroissement moyen encadrant deux décennies où celui-ci est très faible.

Aux limites supérieures de la forêt de Bourg-d'Oueil, l'accroissement moyen en diamètre pour les dix dernières années vérifié sur les coupes de 1970 s'est établi aux environs de 2,3 mm pour des arbres de 60 cm de diamètre à 1,20 m du sol, donc presque la moitié de l'accroissement normal à Superbagnères. Il semble donc que cette forêt vive, à cette altitude, en situation plus difficile que celle

Tableau 7 Accroissement moyen de vieux sapins durant les 70 dernières années

Années	1900–1925	1925–1934	1935–1948	1949–1959	1960–1970
Accroissement total ..... mm	235	23	77	26	55
Accroissement moyen..... mm	9,4	2,5	5,9	2,5	5,5

de Superbagnères. Il y fait sans doute plus sec, parce que ces pentes sont un peu à l'ombre de la pluie du nord-ouest, de l'ouest et plus loin de la chaîne principale, mais aussi parce que le drainage du sol y est plus important.

1.3.3 Spectres – Le spectre biologique réel (qui tient compte ici des diverses formes d'une même espèce: le sapin, par exemple, est à la fois nano et macrophanérophyte et figure donc sous les deux rubriques) (tableau 8, p. 35) voit grandir le nombre des mousses et celui des phanérophytes au détriment des autres catégories, chaméphytes et hémicryptophytes en particulier; mais chez ces derniers, le nombre des dressés et scapeux commence à s'accroître par rapport à celui du *Rhododendro-Betuletum*. Parmi les géophytes, les formes tuberculeuses sont les plus mal représentées par rapport à toutes les autres forêts; cette carence est probablement liée à la présence du tapis continu de mousses et aux conditions lumineuses; la diminution des formes à rhizome est notable.

Tableau 8 Spectres biologique et biogéographique du *Polysticho-Abietum* (valeurs en %)

Types biologiques			Eléments biogéographiques		
Phanérophytes:			Orophytes:		
macro	9	24	alpino-pyrénéo-carpatiques	4	18
nano	14		ouest-européens	4	
lianes	1		sud-européens	7	
Chaméphytes frutescents		5	ibéro-atlantiques	3	
Hémicryptophytes:			Européens	14	38
dressés et scapeux	13	33	Eurasiatiques	24	
rosettes	7		Circumboréaux		20
cespiteux	5		Paléotempérés		4
couchés et rampants	8		Subatlantiques		11
Géophytes:			Subméditerranéens		1
rhizomes	18	22	Endémiques		4
tubercules	2		Cosmopolites		4
bulbes	2				
Thérophytes		5			
Mousses		9			
Parasites		1			

Il faut encore noter l'apparition des phanérophytes lianoïdes et le grand pourcentage de nanophanérophytes: les proportions sont inversées par rapport au *Rhododendro-Betuletum*. Les spectres par sous-association montrent bien les différences: simplicité de l'architecture du *Polysticho-Abietum thuidietosum* avec dominance des mousses sous la haute strate, grande importance des hémicryptophytes dressés dans le *Polysticho-Abietum mnietosum* en même temps qu'une plus grande complication architecturale, exubérance morphologique enfin dans le *Polysticho-Abietum fagetosum*.

Le spectre biogéographique, tel qu'il ressort du tableau 8, dénote par rapport à celui du *Rhododendro-Betuletum* une nette diminution des orophytes avec disparition des arctico-alpins et des ibéro-ligures et une augmentation des éléments eurasiatiques s. l. et de l'élément subatlantique; les circumboréaux perdent un peu d'importance; ces caractères traduisent le changement d'étage; il est difficile d'en tirer des conclusions quant aux conditions du peuplement.

2. Ecologie

L'écologie de l'association a été suivie régulièrement en trois stations situées à Tiron (exposition nord-nord-est, 1000 m, *Polysticho-Abietum fagetosum* à sapin), dans la forêt de Sarradaous (exposition nord, 1150 m, *Polysticho-Abietum thuidietosum*), dans le bois de Bosc (exposition nord-ouest, 1500 m, *Polysticho-Abietum mnietosum*).

Le *Polysticho-Abietum* couvre pratiquement sans discontinuité tous les versants septentrionaux de la montagne entre 1000 et 1800 m d'altitude; une bonne partie des versants est et ouest entre aussi dans son domaine. Au sud et aux altitudes inférieures, les sapinières, quand elles existent, ne lui appartiennent plus mais se rattachent au *Fagetum*, à la corylaie, voire même, dans certains cas, à la chênaie. Toutes les pentes lui conviennent, depuis les replats jusqu'aux flancs les plus abrupts des auges glaciaires, pourvu qu'il s'y accroche quelques éboulis à éléments fins ou quelque placage ancien argilo-limoneux.

A l'intérieur de ces limites, le sapin est aussi peu sensible aux variations du microclimat qu'à celles du substrat: c'est un arbre éminemment plastique, tout à fait à sa place dans cette zone dont, on peut l'écrire sans crainte, il constitue actuellement l'arbre climax. Sa puissance de régénération en tout lieu et sa grande compétitivité en sont le témoignage. Pratiquement, son extension ne peut être limitée par aucune autre essence, sauf le hêtre. Il règne en maître exclusif dans les parties de la montagne les plus froides, les semis de hêtre ne pouvant s'y implanter: c'est le *Polysticho-Abietum thuidietosum*. Dans les parties les plus chaudes, ou les plus xériques versants au midi, au nord-est et au nord-ouest dans certains cas, les jeunes hêtres poussent plus vite que les semis de sapin et peuvent ainsi efficacement les concurrencer, c'est le *Polysticho-Abietum fagetosum* à hêtre ou même le *Fagetum* pur; dans toutes les autres stations où les conditions de germination conviennent à la fois aux deux essences, elles

cohabitent: c'est le *Polysticho-Abietum fagetosum* à sapin ou le *Polysticho-Abietum mnietosum.*

Cette répartition en fonction du climat est particulièrement visible sur le versant occidental de la montagne d'Autenac depuis les bois de Trébons jusqu'à ceux d'Artigue. Il suffit, en suivant la courbe de niveau de 1600 m et en se dirigeant vers le nord, de partir du cap de la Pène pour traverser des séries de *Polysticho-Abietum fagetosum* à sapin ou à hêtre, régulièrement disposés sur les petits versants secondairement exposés au nord ou au sud, et de très beaux passages latéraux composés à 50% de chacune des deux essences. Ces passages, illustrés par la figure 4, page 37, se répètent fidèlement dans toute la région étudiée.

Par sa présence en grandes masses, le sapin crée des conditions de milieu bien particulières. Sur l'environnement général d'abord, mais les données précises manquent sur ce point, sous son couvert ensuite, et les paragraphes suivants en rendront compte.

2.1 *Microclimat*

Le microclimat du *Polysticho-Abietum* est compris dans une fourchette de températures de 4 à 5°: quand il fait +12° en bas de forêt en été, il n'y a que +7 à +8° en haut; quand il y a —10° en bas en hiver, il fait —14 à —15° en haut. La pluviométrie par contre est identique de bas en haut de novembre à fin juin, les précipitations tombant souvent sous forme de neige en lisière supérieure et sous forme de pluie plus bas; de juillet à octobre, elle est toujours plus forte entre 1400 et 1800 m où les brouillards stationnent plus longtemps et surtout où les orages, plus fréquents, sont plus abondants. L'énergie lumineuse totale annuelle reçue à 1800 m est légèrement ($^1/_8$) plus grande qu'en lisière inférieure, surtout en versant nord-est et nord-ouest.

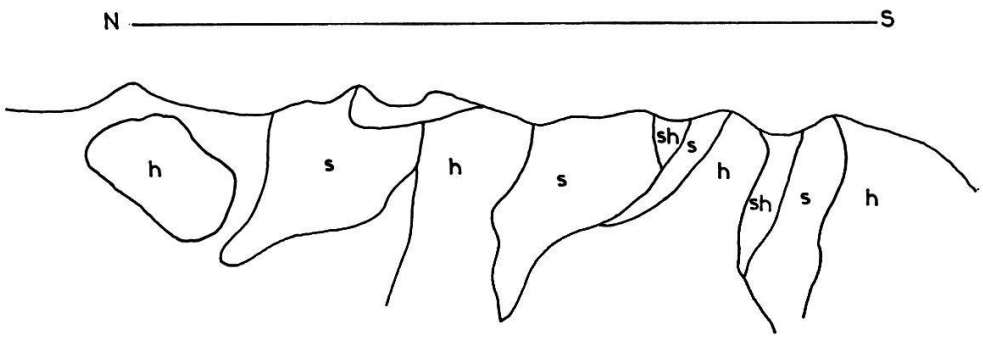


Fig. 4 Passages latéraux hétraie (h), hétraie-sapinière (sh), sapinière (s) sur le flanc occidental de la montagne d'Autenac, en fonction de l'exposition secondaire (comparer avec la photographie n° 1)

2.1.1 Microclimat aérien – Le microclimat général est évidemment fortement tamponné par les arbres et fonction de la nature de la haute strate: la sapinière pure offrant en toute saison un pouvoir tampon infiniment plus élevé que la forêt mixte.

En hiver, la couverture de sapins intercepte jusqu'à 30% de neige, si elle tombe par des températures inférieures à 7°; elle est alors très souvent directement sublimée dès que la température remonte et n'atteint pas le sol. Si la température est comprise entre —7° et +1°, l'interception n'est plus que de 10%: dans le premier cas, les flocons, fins, collent tout de suite au feuillage, dans le second, gros et lourds, ils tombent dès que leur poids fait ployer les branches[△]. Quand les sapins sont très espacés (sapin de 25 à 30 m, hêtre de 15 à 20 m), la neige glisse sur les ramures et s'accumule entre eux, laissant les alentours du tronc à découvert. Sous les hêtres, la neige est répartie uniformément et surtout elle arrive presque toute au sol, quelle que soit la forme sous laquelle elle tombe: moins de 5% reste collé aux branches et se sublime.

En été, l'écran des sapins et des hêtres est identique: tous deux interceptent totalement la pluie, si celle-ci ne dépasse pas 6 mm. Les nuages disparus, ils se mettent alors à «fumer» et toute l'eau tombée retourne à l'atmosphère, sans profit pour le sol. Au-delà, le hêtre laisse pénétrer la pluie, alors que le sapin l'arrête toujours jusqu'à 9 mm. Ultérieurement, l'eau ruisselle sur les frondaisons, mais n'arrose pas les alentours du tronc sur lequel il est peu fréquent qu'elle ruisselle, au contraire du hêtre. Ainsi les pluies orageuses d'été mettent entre 25 et 40 minutes pour arriver au sol en sapinière et seulement 5 à 15 minutes en hêtraie. Une fois l'orage passé, beaucoup d'eau reste prisonnière des branches du sapin, alors que la presque totalité tombe au sol sous le hêtre. La pluie est ainsi très irrégulièrement répartie et mal utilisée dans un peuplement de sapin peu dense, bien répartie et bien utilisée dans un peuplement de hêtre. Lorsque les deux espèces sont en mélange, les effets se combinent. En sapinière dense, la répartition des précipitations est plus régulière, mais celles-ci sont toujours, dans l'ensemble d'une année, plus faibles qu'en forêt mixte ou en hêtraie pure.

Si les précipitations sont plus faibles sous le sapin que sous le hêtre, l'énergie reçue est aussi infiniment moindre: pour 24000 lux reçus à l'extérieur de forêt, on note par exemple simultanément fin mai 600 à 800 lux au sol et à 1,5 m en sapinière dense et 1500 à 3000 lux en hêtraie[▲] (en été, où le hêtre a toutes ses feuilles adultes, les valeurs sont très voisines), mais surtout les températures sont si régularisées que l'évaporation est considérablement atténuée: l'hygrométrie de l'air est, finalement, plus grande en sapinière pure qu'en forêt mixte

[△] Ces chiffres correspondent à peu près à ceux connus de Russie, où on considère que 20% de la neige n'atteint pas le sol (VOLOBUEFF 1964).

[▲] Ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative: ils résultent de mesures ponctuelles et non d'enregistrements en continu qui seuls pourraient fournir les indications statistiquement exploitables.

ou en hêtraie pure; les minimums mensuels atteints dans la journée pendant les mois sans neige ne descendent jamais au-dessous de 75%, comme on le voit ci-dessous:

Tableau 9 Variation des minimums hygrométriques mensuels hors forêt et dans le *Polysticho-Abietum*

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hors sapin	90	80	39	45	40	55	30	25	39	85	90	?
Sous sapin	–	–	–	–	80	79	76	78	78	81	81	

Ces chiffres résultent des moyennes établies pour les trois stations. Pendant les mois où le sol est couvert de neige, les valeurs atteignent fréquemment 100%; la station de Tiron s'est ainsi maintenue à saturation durant tous les mois de décembre, de mars et d'avril 1969. Par rapport aux chiffres enregistrés hors couvert, le gain d'humidité est de plus de 100%.

Les températures sont régularisées d'une manière tout aussi sensible: qu'on en juge d'après le tableau 10 où sont indiquées en haut les températures hors couvert relevées à la station de Tiron (950 m, en 1969 et 1970), hors sapinière (elles sont à peu près identiques à celles indiquées pour les pelouses dans NÈGRE 1969b, fig. 14, pp. 108–109, et établies sur 3 ans), en bas, les températures sous couvert de sapinière pour la seule année 1969/70. On notera, en outre, que la station de sapinière étant située 100 m plus haut que celle de Tiron, les températures de celle-ci, ramenées à la même altitude, devraient être majorées d'un demi-degré environ, ce qui accroît encore les différences. La station de Saradaous a fourni les mêmes chiffres, celle du Bois de Bosc a toujours donné des chiffres inférieurs de 3° pour les *M* et *m* d'été et 3,5° pour les *m* d'hiver; les *M* d'hiver y étaient assez variables, sans doute par suite de la situation de la vallée, largement ouverte au nord et qui se redresse très rapidement jusqu'à 2500 m, ce qui crée des perturbations fréquentes inconnues à Tiron et à Sarradaous.

Tableau 10 Variation des températures de l'air à Tiron (à 1 m du sol) en 1969/70

Mois		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hors sapin	*M*	17	19	20	25	29	32	33	33	27	26	21	20
	m	—7	—7	—5	—3	3	4	7	7	4	3	—2	—14
Sous sapin	*M*	2	2	4	9	13	17	22	22	22	20	10	3
	m	—5	—5	—4	—1	0	5	9	11	11	10	2	0

Dans l'ensemble, il est donc permis de dire que les diverses sous-associations possèdent des microclimats annuels très voisins.

L'effet tampon du sapin, manifeste au cours de l'année, est également fort sensible au cours de la journée. Le tableau 11 montre les variations du rayonnement, de la température, de l'hygrométrie hors forêt et sous couvert dans le *Polysticho-Abietum thuidietosum.*

Tableau 11 Variations diurnes du rayonnement, de la température, de l'hygrométrie dans l'air du *Polysticho-Abietum thuidietosum* le 19 août 1969 (l'astérisque signale deux mesures douteuses dues à une mauvaise orientation du luxmètre)

Heures	Rayonnement (lux)			Température (°C)		Hygrométrie (%)	
	hors couvert	sous couvert plage ensoleillée	ombre totale	hors couvert	sous couvert	hors couvert	sous couvert
7	4 200	200	200	10	11	79	79
8	40 000	200	200	30	14	50	70
9	48 000	4 000	600	35	14	45	65
10	48 000	5 500	*1 000	41	12	40	60
11	48 000	8 000	*1 000	44	12	35	60
12	48 000	22 000	800	44	12	39	68
13	48 000	14 400	420	44	13	39	67
14	48 000	9 600	420	44	14	33	68
15	48 000	8 000	420	44	14	33	68
16	40 000	5 600	400	41	15	42	67
17	32 000	300	300	21	13	46	72
18	7 000	200	200	15	12	82	80
19	5 550	150	150	12	11	92	82
20	2 500	< 100	< 100	11	11	95	95
20.15	200	< 100	< 100	10	11	95	95

La chute de température en fin de matinée sous couvert, corrélative d'un affaissement hygrométrique, est due à l'appel d'air créé par l'échauffement de la couronne des arbres: ce phénomène se reproduit chaque jour par ciel clair de juillet à septembre inclus.

Dans le *Polysticho-Abietum mnietosum* le rayonnement suit une courbe identique, les valeurs de la mi-journée (de 11 à 15 heures) se situant à 500–600 lux; les températures sont du même ordre; l'hygrométrie n'accuse pas la baisse de 10–11–12 heures: elle se maintient à 70% jusqu'à midi, descend de 1 à 2% de midi à 16 heures et remonte ensuite régulièrement pour atteindre la saturation à la nuit.

Le *Polysticho-Abietum fagetosum* laisse filtrer un peu plus de lumière: 300 lux à 7 heures, 600 à 1000 jusqu'à 15 heures, encore 300 à 18 heures; les températures, identiques à 7 heures, montent plus haut (16°) à 8 et 9 heures, mais s'abaissent à nouveau à 11° de 10 heures à midi, pour remonter brutalement

à 17° de 13 à 17 heures[△] et redescendre ensuite à 15, 13 puis 11°. Le «V» de la matinée, dû à l'appel d'air, est ainsi plus accusé qu'ailleurs. L'hygrométrie descend corrélativement à 55° entre 10 heures 30 et midi et reste en moyenne inférieure de 1° à celle du *Polysticho-Abietum thuidietosum* jusqu'à 18 heures.

Le *Polysticho-Abietum quercetosum* offre, semble-t-il[▲], des courbes voisines de celles du *Polysticho-Abietum fagetosum* avec seulement la supression du «V» thermique matinal, et l'hygrométrie se maintient de 8 à 16 heures à 65%.

2.1.2 Microclimat edaphique – Le microclimat du sol est caractérisé par une grande régularité dans l'ensemble des sous-associations.

L'humidité estivale, mesurée après deux jours de ressuyage, n'est pas supérieure à 80% dans les *Polysticho-Abietum thuidietosum* et *fagetosum* (sauf dans certains de ses aspects); elle tombe souvent à 70% dans le *Polysticho-Abietum quercetosum* et elle est toujours supérieure à 90% dans le *Polysticho-Abietum mnietosum* où, en outre, l'eau ruisselle très souvent en surface.

Il faut noter à ce sujet que la couverture de *Thuidium* arrive à intercepter totalement une tranche d'eau de 10 mm; mais, également, elle empêche à peu près totalement aussi l'évaporation directe, comme plusieurs carrés entièrement décapés l'ont montré en 1967/68: dans cette expérience, conduite à Sarradaous dans le *Polysticho-Abietum thuidietosum*, l'humidité des sols est restée constamment à 70% dans les premiers 15 cm sous la mousse, alors qu'au bout de trois jours elle n'était plus que de 55% et qu'elle tombait à 40 au bout de six jours dans les carrés dénudés. Recouverts, les carrés ont recouvré leur humidité initiale après quatre jours.

Les températures suivent dans les trois stations la marche indiquée sur la figure 5, page 42; si le sol du *Polysticho-Abietum fagetosum* reste au-dessous de zéro de décembre à février, et celui du *Polysticho-Abietum thuidietosum* de décembre à mars, le *Polysticho-Abietum mnietosum* s'y maintient de novembre à mai, soit trois mois de plus et les *m* n'y atteignent jamais 10°. La chute brutale se produit toujours d'août à septembre et en novembre, un pallier s'établissant en septembre-octobre à 7–8° pour les trois sols. Les *M* montrent un démarrage plus tardif pour le *Polysticho-Abietum mnietosum*, mais ils atteignent la même valeur (11°) en juin et en août (15°) que dans le *Polysticho-Abietum thuidietosum*; ils descendent à zéro dès le mois de décembre, alors qu'ailleurs ils sont encore nettement positifs surtout pour le *Polysticho-Abietum thuidietosum*, bien protégé par l'épais manteau de mousse (2° de plus que pour le *Polysticho-Abietum fagetosum*). C'est sans doute ce manteau qui abaisse d'ailleurs tout au long de l'année *M* par rapport au *Polysticho-Abietum fagetosum* où les températures atteignent tout de même 18°.

[△] Seulement dans la variante à hêtre; elles sont inférieures dans la variante à sapin (cf. 2.3.3, p. 50).

[▲] Les courbes n'ont pas été établies le même jour que les précédentes: on ne peut donc affirmer qu'elles leurs soient absolument comparables, bien que les conditions du macroclimat aient été exactement les mêmes.

Les températures moyennes ne sont voisines (9,5°) ou supérieures à 10° que de juin à septembre pour le *Polysticho-Abietum fagetosum* et seulement en août pour le *Polysticho-Abietum mnietosum*, ce qui est très peu par rapport aux associations de pelouses ou de landes correspondantes: six mois pour le *Centaureo-Brachypodietum* (NÈGRE 1969b, t. 26, p. 102) et pour le *Calluno-Violetum* (NÈGRE 1970, t. 22, p. 96), quatre pour le *Rhodoreto-Hylocomietum* (NÈGRE 1970, t. 11, p. 45). C'est un caractère important.

A 30 cm, les courbes suivent des trajets parallèles mais plus amortis, les *m* descendant moins vite et moins bas (zéro n'est atteint qu'en février) et n'atteignant les plus hautes valeurs qu'en août, ce qui supprime le palier de septembre-octobre.

A 1 cm de profondeur (fig. 6, p. 43) les variations sont plus rapides, les *M* atteints en juillet; les *m* de novembre descendent déjà près de zèro et même au-dessous. L'inversion observée entre les courbes des stations 8 et 11 en juin et septembre est due à l'exposition et à l'altitude: les versants ouest, moins encaissés, reçoivent en effet plus d'énergie l'après-midi et sont donc relativement plus chauds en fin de journée que les autres.

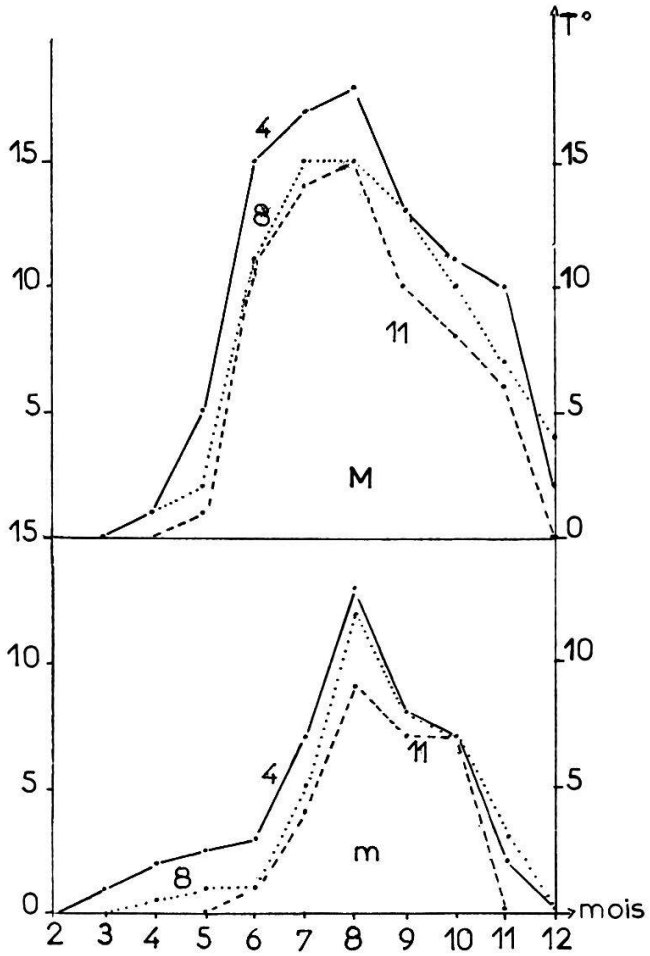


Fig. 5 Evolution annuelle des températures du sol à 15 cm de profondeur dans le *Polysticho-Abietum fagetosum* (4), *thuidietosum* (8), *mnietosum* (11); en bas: *m*; en haut *M*

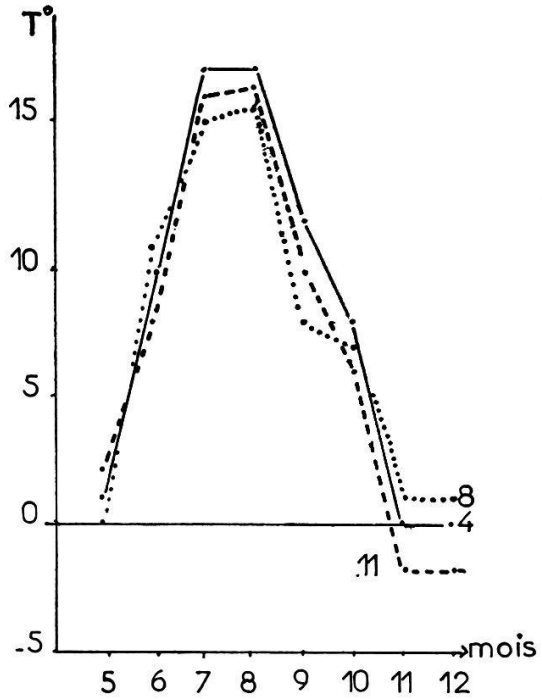


Fig. 6 Evolution des températures dans le sol du *Polysticho-Abietum fagetosum* (4), *thuidietosum* (8), *mnietosum* (11) à 1 cm de profondeur. Les mesures ont été faites le 3 ou le 4 de chaque mois au thermomètre-sonde bimetherm

2.2 *Pédologie*

Le *Polysticho-Abietum* s'étend sur les sols très voisins les uns des autres, mais où on peut tout de même reconnaître quatre types différents correspondant aux quatre sous-associations distinguées.

2.2.1 Le sol du *Polysticho-Abietum thuidietosum* est toujours établi sur un substrat d'origine morainique en place, nu ou ayant été recouvert d'une faible couche d'éboulis de pente. Il présente, en général, trois horizons supérieurs biogéniques totalisant à peu près 40 cm d'épaisseur.

Le premier, marron clair, immédiatement sous la couverture de mousse, est de nature variable suivant l'ancienneté du peuplement forestier: mais la plupart du temps, il est épais de 2 à 7 cm et il renferme, en volume, au moins 25% de racines – surtout d'herbacées; il a une structure grumeleuse dans sa partie inférieure, le reste étant formé par la litière de sapin[Δ] plus ou moins décomposée. Les cailloux y sont rares et d'origine récente.

A_1 de 5 à 15 cm, marron clair, contient toutes les racines d'herbacées et de chaméphytes (15% en volume), les rhizomes de fougères et 29% de cailloux schisto-gréseux, de 3 à 5 cm de diamètre, usés aux angles, arrondis, à faces altérées et quelquefois percées de racines, sans cassures gélives visibles. Les

[Δ] On peut y reconnaître, suivant le cas, les divers sous-horizons A_{00}, A_0, F ou H, mais cela ne modifiant pas les caractères du reste du profil, ils ne seront pas décrits ici.

graviers, jusqu'à 5 mm de diamètre, sont très altérés, friables. La terre fine limono-sableuse contient de très rares sables quartzeux roulés. La matière organique, bien liée, forme des grumeaux solides à angles nets. La capacité de rétention est bonne, la perméabilité assez faible.

A_2 est épais de 10 à 20 cm, marron-jaune, renferme les principales racines de sapin ayant jusqu'à 1 cm de diamètre (10% en volume), la plupart des rhizomes de ronces et quelques-uns de fougères, quelques racines de myrtilles, 40% de cailloux plus gros usés aux angles, sans trace récente de gélivation, souvent traversés par les racines et profondément altérés dans la masse, comme les graviers qui se résolvent, à la pression, en un limon sableux jaune. La terre fine, un peu moins riche en limons fins, l'est davantage en sable fin; la matière organique est moins importante et corrélative d'une capacité de rétention et d'une perméabilité plus faibles; la structure est encore nettement grumeleuse, mais moins stable à angles mous.

A_3, qui peut atteindre 1 m de haut, est plus argileux (jusqu'à 30% d'argile) et un peu plus sableux; franchement jaune, il renferme uniquement des petites racines de sapin (1% en volume) et jusqu'à 75% de gros cailloux fortement usés aux angles; les graviers sont altérés et corrodés, comme les éléments fins; de nombreux quartz roulés et altérés sont présents. La matière organique est peu abondante, la structure instable, la capacité de rétention plus faible, la perméabilité mauvaise.

Au-dessous vient un éboulis morainique, renfermant, à côté des éléments gréseux et schisteux arrachés aux roches encaissantes, de nombreux éléments venus de la chaîne centrale.

Les pH, bas, croissent de haut en bas, comme les teneurs en fer.

2.2.2 Comme le précédent, le sol du *Polysticho-Abietum mnietosum* se forme aux dépens d'un substrat morainique, mais dans l'ensemble il est plus sableux. Sous la couverture de mousse et le A_0 d'épaisseur variable, A_1, beige foncé ou grisâtre, contenant la majeure partie des racines d'herbacées et la plupart des rhizomes, pauvre en cailloux très usés, offre une structure motteuse, une bonne capacité de rétention et une perméabilité satisfaisante. La matière organique abondante forme de petits agrégats assez friables et englobe de petits éléments minéraux très altérés; la terre fine est riche en sables fortement altérés et corrodés de toute nature, sauf les quartz roulés.

A_2, ocre clair, un peu plus caillouteux, épais de 40 à 60 cm, renferme les racines des buissons et du sapin. Les gros cailloux à contours émoussés sont peu altérés et peu corrodés; mais les graviers gréseux sont peu attaqués en profondeur et se résolvent en limon jaune. Les éléments les plus fins sont également très altérés, sauf les quartz roulés non éolisés. Des restes charbonneux sont visibles. La structure agrégée-grumeleuse ou motteuse, suivant les profils, est instable.

A_3, gris, renferme plus de 60% de cailloux, dont les plus gros sont peu altérés, les autres étant corrodés sur les faces par les racines, les graviers et la terre fine

Tableau 12 Analyse physico-chimique des sols du *Polysticho-Abietum* (l'astérisque représente le poids en % des racines); les lettres b et c après un nombre signalent que celui-ci se rapporte respectivement à un sol en «bosse» ou en «creux», cf. texte p. 47)

	Horizon	Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		Perméabilité sous 1 kg	Capacité de rétention à PF 2,8	pH	Matière organique	N	C/N	Fer total
						fin	gros	fin	gros							
		cm	%	%	%	%	%	%	%	cm/h			%	‰		‰
Station 8	A_1	0–15	29	68*	12	52	1	6	29	3	51	4,1	16	1,6	31	49
Polysticho-	A_2	15–30	40	59*	12	46	5	10	27	2,4	45	4,2	9	3	30	52
Abietum th.	A_3	30–95	71	29	18	37	4	10	31	0,2	–	4,3	2	–	–	68
Sation 11	A_1	0–5	30	68*	4	29	8	18	41	16,1	40	4,9	20	4,1	29	48
Polysticho-	A_2	5–50	50	47*	8	33	6	15	38	5,5	36	4,7	6	2,3	28	53
Abietum mn.	A_3	50–110	62	37*	18	36	4	11	31	3,5	35	4,3	4	–	–	67
	A_1	0–15	52	45*	7	36	9	18	30	7,8b 2,5c	45b 35c	6b 5,7c	14b 7c	1,7	49	55
Station 4 *Polysticho-* *Abietum fag.*	A_2	15–80	49	50*	8	38	6	18	30	1,4b 0,5c	27b 24c	5,6b 5,3c	2,9b 1c	0,4	28	62
	AC		>95	5 1	–	–	–	–	–	–	–	5,2	–	–	–	–

présentant les mêmes caractères que ceux du A_2. La structure est fondue; la capacité de rétention et la perméabilité sont encore bonnes. Les racines des arbres sont encore présentes. Au-dessous vient la masse morainique, diversement épaisse suivant le lieu et la pente.

Les teneurs en fer total, à peu près identiques à celles du sol précédent, décroissent du haut en bas du profil, comme les pH.

La comparaison entre les deux sols ci-dessus montre que, sur une roche mère sensiblement identique (seules diffèrent notablement les teneurs en matière organique, et pour cela sans doute les capacités de rétention et la perméabilité) se différencient des horizons bien distincts surtout par leurs propriétés physiques: ceux du *Polysticho-Abietum thuidietosum* sont nettement plus limono-argileux, moins perméables, à capacité de rétention plus élevée, malgré une teneur en matière organique plus basse, et ont un pH plus bas; les teneurs en carbone de la matière organique y sont également à peu près trois fois plus faibles que dans le *Polysticho-Abietum mnietosum.*

2.2.3 Le sol du *Polysticho-Abietum fagetosum* se développe très généralement sur des éboulis de pente ennoyant un relief schisteux ou calco-schisteux. Ces éboulis contiennent à la fois des éléments arrachés aux substrats situés plus haut sur le versant et des matériaux étrangers, restes de plages morainiques latérales vraisemblablement würmiennes.

Sous la couverture de mousse, qui peut atteindre 15 cm d'épaisseur, le A_1 et le A_0, épais de 15 cm, brun très foncé, renferment à peu près 30% (en volume) de racines et 40 à 45% de terre fine, mélangée à du cailloutis schisteux d'origines diverses, très fortement altéré et délité par le gel. Les graviers sont également très altérés dans la masse, arrondis aux angles. La terre fine sablo-limoneuse ne contient que de très rares sables quartzeux très roulés. La matière organique, abondante, est très bien liée; les agrégats grumeleux, cubiques, assez durs, ont une solide microstructure; la capacité de rétention est bonne, comme la perméabilité.

A_2, épais de 60 cm à 1 m, brun plus clair, est plus pauvre en racines (surtout celles de sapin); avec 45 à 50% de terre fine, il est toujours plus humide que A_1; il contient les mêmes cailloutis et graviers, mais ni gélivés ni altérés. Les éléments schisteux et calcaires sont, par contre, infiniment plus corrodés-altérés et se résolvent en poussière à la pression; les sables quartzeux, plus nombreux, sont également usés arrondis. La terre fine, toujours sablo-limoneuse, à capacité de rétention et perméabilité faible, plus pauvre en matière organique, offre une microstructure friable en petites mottes légèrement prismatiques et à contours irréguliers.

Au-dessous vient l'éboulis de pente, constitué, dans le cas de la station 4 comme dans de très nombreux autres profils entre 100 et 1600 m d'altitude, par une succession d'au moins trois lits successifs: en haut une première couche, épaisse de 10 à 20 cm, de petits graviers de 1 à 2 cm de diamètre, très vivement gélifractés, sans altération faciale, mélangés à environ 10% de gros sables

fortement altérés dans la masse, usés aux angles et sur les faces, et à 10–11% de terre fine présentant les mêmes caractères que plus haut. La seconde couche, non organique, épaisse de 20 à 25 cm, est constituée de cailloux de 15 cm de diamètre et d'éléments de 3 cm environ, tous gélivrés, mêlés à 5% de terre fine à très rares éléments roulés, à capacité de rétention faible mais très perméable (0,5 cm/heure). Enfin la troisième couche, mesurant au moins 80 cm, sans terre fine (1%), est formée d'une accumulation de cailloutis et de cailloux de 15 à 30 cm d'origine très diverse, y compris des granites et des éléments à «rubis» du Perdiguero.

Le pH décroît de 6 à 5,6 et remonte un peu dans le quatrième horizon (une mesure a même donné 5,8, mais c'est l'exception). Le fer total croît au contraire de haut en bas du profil, attestant un certain lessivage.

Tous ces chiffres sont valables pour les parties de terrain «en bosse». Dans les creux, si les éléments macrophysiques sont relativement peu variables, on enregistre une baisse de la capacité de rétention et de la perméabilité, corrélatives des plus faibles teneurs en matière organique, des teneurs en fer plus faibles en profondeur, dues au lessivage plus intense, et des pH généralement plus bas de trois dixièmes d'unité en A_1 et A_2. Les différences ressortent bien du tableau 12, page 45.

Si on compare ce sol avec les deux précédents, on relève, surtout du point de vue physique, une plus grande teneur en cailloux des horizons supérieurs, le troisième étant constitué sur éboulis de pente et non sur moraine en place, des pH plus élevés, des capacités de rétention plus faibles dans l'ensemble. Du point de vue chimique, les teneurs en matière organique sont inférieures, mais les C/N infiniment supérieurs, au moins pour l'horizon A, les teneurs en carbone y étant intermédiaires entre celles du sol à *Tuidium* et celle du sol à *Mnium*.

Sur un plan plus général, il faut remarquer que la granulométrie manifeste toujours le «V» caractéristique de tous les sols décrits jusqu'ici, les limons grossiers offrant des valeurs très inférieures aux autres. Ce caractère est spécialement visible dans l'horizon A_3 des deux premiers sols, horizon très proche de la moraine: comme ces deux sols proviennent de deux vallées éloignées (flanc nord de la vallée d'Oueil, 1150 m d'altitude, flanc ouest de la vallée de Goule-de-Courbe, 1500 m d'altitude), on peut en conclure à l'identité de la moraine laissée sans doute par le même glacier et à l'identité des matériaux de départ des deux sols. Si l'un est maintenant plus argileux que l'autre, c'est certainement dû à un facteur extérieur au sol et que traduit la végétation: c'est l'eau de ruissellement de surface qui, absente du sol à *Thuidium*, lave en permanence le sol à *Mnium*.

2.2.4 Les sols du *Polysticho-Abietum quercetosum* semblent voisins de ceux du *Polysticho-Abietum fagetosum*, mais ils sont squelettiques: l'horizon A_0 manque et les horizons A_1 et A_2, souvent fondus en un seul, ne dépassent pas, en tout, 30 cm d'épaisseur; ils reposent en outre directement sur le schiste. L'abondance du noisetier y signe une possible et lointaine empreinte humaine.

Tous ces types de sols à C/N élevé avec faible lessivage de l'argile et du fer, mais sans horizon B humique ou ferrugineux, semblent encore appartenir au groupe des sols de montagne à légère tendance podzolique.

2.3 *Nuances écologiques*

Après avoir ainsi passé en revue les caractères climatiques et pédologiques généraux des trois principales sous-associations, il convient d'examiner à quoi correspondent les divers aspects floristiques définis plus haut.

2.3.1 Dans le *Polysticho-Abietum thuidietosum* les aspects les plus pauvres, où *Oxalis* est à peu près seul dans la strate herbacée, se rencontrent dans les plus vieux peuplements absolument fermés, où l'éclairement ne dépasse jamais au cours de la journée, même en plein été, 600 lux; en outre, si la violette est présente ou le galliet, c'est que le sol conserve en surface une couverture de détritus ligneux non encore totalement intégrés à la litière, celle-ci ne dépassant pas 3 à 4 cm d'épaisseur et recouverte par une épaisse toison de mousse, si la myrtille se joint à lui: c'est sur un sol à horizons A_1 et A_2 fondus en un seul avec structure un peu plus ferme.

L'abondance de la digitale signe un ancien emplacement de coupe ayant fortement augmenté la lumière pour un temps et entraîné l'introduction des ronces, fraisier, etc.; mais celles-ci ont disparu avec le temps et la digitale seule se maintient. La présence du groupe *Blechnum*-deschampsie-myrtille annonce un sol à trois horizons seulement: A_0, A_{1-2}, A_3, à pH ne dépassant pas 4 dans A_{1-2}, avec éclairement jamais supérieur à 600 lux. Le groupe *Deschampsia*-doronic-*Monotropa* annonce un A_0 épais d'au moins 6 à 10 cm, l'éclairement restant inférieur à 600 lux. Dans ces deux derniers faciès le sol se maintient en outre autour de 80% d'humidité tout l'été. Dès que celui-ci dépasse ce seuil, apparaissent l'association aspérule-deschampsie-violette-véronique, si A_1 est bien drainé l'été et une couche de détritus ligneux ne renferme que de petits éléments, ou l'association deschampsie-galiet-pyrole-*Dryopteris*, quand de très gros éléments parsèment le sol, la litière étant peu épaisse dans les deux cas.

Enfin, lorsque la lumière se maintient au moins 4 heures durant au-dessus de 800 lux et atteint souvent 2500 lux, l'association s'ouvre au groupe des ronces et des mésophiles.

La sensibilité de ces groupes écologiques est très grande. Les exemples en sont multiples. Quand, par exemple, on descend du Maïl de la Coume vers Gouron, on est surpris de constater combien le sous-bois de la très belle sapinière qui couvre la grande niche de nivation séparant le Sarrat d'Osque du Maïl de la Coume lui-même est varié. Outre ses aspects normaux à *Lysimachia* ou *Rubus*, on voit se répéter trois fois l'alternance *Polysticho-Abietum mnietosum* à luzule – fougères femelles et mâles – saxifrage, sur les pentes humides mais bien drainées à petits cailloux, puis le *Polysticho-Abietum mnietosum* à *Impatiens* sur les replats très humides, limono-argileux, sans cailloux mais avec beaucoup

de matière organique, auquel succède vers le bas le *Polysticho-Abietum thuidietosum* à *Deschampsia*-galiet-pyrole-*Dryopteris*, ou à pyrole-*Dryopteris* seulement, sur des accumulations de gros cailloux et blocs fortement drainées. Chacune de ces alternances est établie sur une niche de nivation secondaire avec ses trois éléments caractérisés: pente, petit replat et laissé frontal (fig.7).

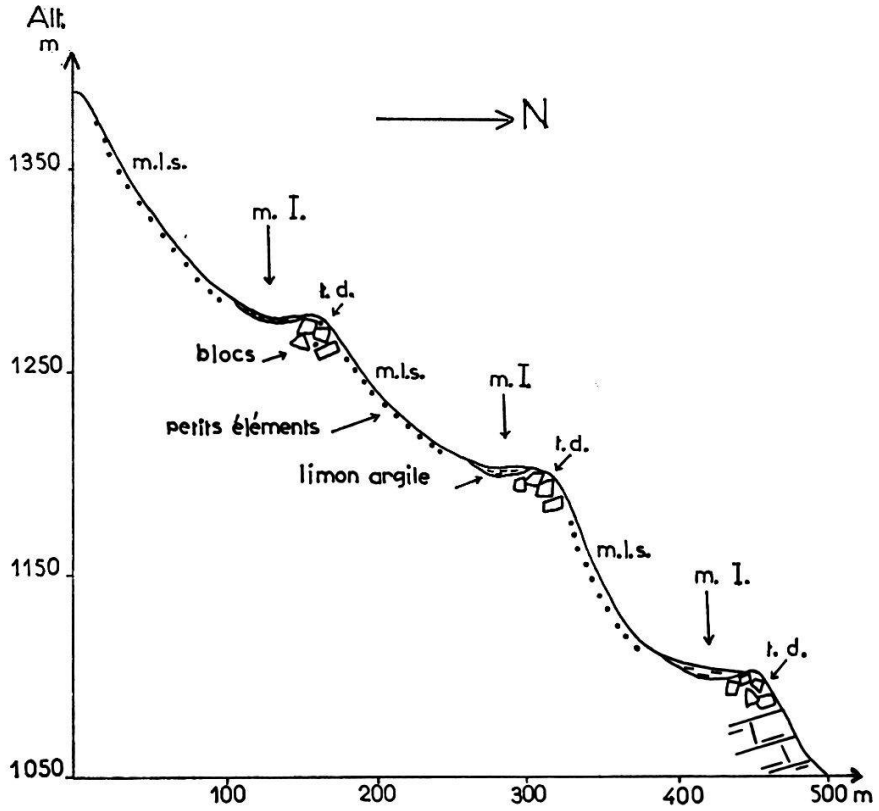


Fig. 7 Répartition du *Polysticho-Abietum thuidietosum* à *Dryopteris* (t.d.) sur blocs, du *Polysticho-Abietum mnietosum* à luzule et saxifrage (m.l.s.) sur éléments fins, du *Polysticho-Abietum mnietosum* à *Impatiens* (m.I.) sur limon et argile des replats

2.3.2 Dans le *Polysticho-Abietum mnietosum*, surtout différencié par l'abondance des hygrophytes, le sol est continuellement, ou presque, à saturation et, dans de nombreux faciès, l'eau coule en surface ou suinte une bonne partie de l'été.

La luminosité est presque toujours supérieure à 800 lux.

Les peuplements les plus vieux en sol humide mais situés sur des bosses topographiques et donc bien drainés, à pH voisin de 4,5 en surface, jouissant d'une lumière très faible pénétrant subhorizontalement à travers les troncs,

offrent un aspect voisin du *Polysticho-Abietum thuidietosum* où domine *Pleurozium* et le doronic.

Si le pH est plus haut, toujours dans les mêmes conditions, mais le sol contenant des petits cailloux, l'éclairement étant supérieur à 1500 lux, s'installe le groupe aspérule-lierre-fraisier, etc. ou bien, s'il est compris entre 1500 et 800 lux, le groupe à luzule-fougères femelle et mâle-saxifrage.

Sur les sols mal drainés, à saturation presque toute l'année, s'installe le groupe *Impatiens-Sanicula*, soit avec tilleul et mercuriale si le pH est légèrement supérieur à 5 en A_0 et A_1, soit avec *Circaea-Orobus* dans le cas le plus fréquent, soit avec *Sonchus-Plumieri* dans les vieux peuplements sur flancs de thalweg soumis à un bon drainage mais à un ruissellement quasi permanent; la présence du sorbier et du chèvre-feuille témoigne d'un état ancien clairière.

Le terme de plus grande humidité avec saturation et ruissellement en surface permanents est atteint lorsque apparaît le groupe *Scrophularia-Circaea-Sonchus-Valeriana*, spécialement lié aux Plagiotheca; lorsque le framboisier est abondant, il correspond en principe à l'accumulation, sur le sol proprement dit, d'une couche épaisse de débris ligneux et de quelque matière azotée animale.

Le groupe framboisier-ortie-sureau manifeste d'ailleurs cette dernière tendance poussée.

Enfin, l'apparition à côté d'*Adenostyles* et de *Sonchus* ou de tout autre hygrophyte du groupe *Agrostis-Orysopsis-Melandryum* signale une ouverture sensible par le pâturage; les sentes suivies par le bétail ne sont plus recouvertes par la mousse ou la litière, A_1 est entamé: les conditions sont réunies pour que se déclenche la solifluction.

2.3.3 Le *Polysticho-Abietum fagetosum* se subdivise, on l'a vu, en deux variantes, l'une à sapin, l'autre à hêtre et sapin, correspondant non à des états successifs de la forêt, comme on pourrait le croire, mais à deux grandes nuances climatiques: celles des versants nord frais et moins lumineux l'été, où les ascendances de la mi-journée sont faibles et peu fréquentes, celle des autres versants plus chauds, plus lumineux, où les ascendances sont plus fortes et journalières. L'homme n'a aucune action dans leur constitution: elles sont l'expression d'un véritable équilibre entre végétation et climat. Au nord, le sapin élimine le hêtre comme espèce dominante; ailleurs, celui-ci a une force de concurrence suffisante non pour le dominer totalement, mais pour se mêler à lui en proportions importantes. Et c'est sur ces versants non exposés au nord que peuvent s'observer des stades alternés à dominance de hêtre ou de sapin: un stade à hêtre dominant peut, par exemple, s'installer dans une trouée accidentelle dans le boisement de sapin; sous son couvert, le sapin peut alors se réinstaller puis devenir plus ou moins dominant ensuite.

Différents par leur climat, les deux biotopes le sont aussi par le sol. Le tableau 5, page 27, montre que là où domine le sapin, les acidiphiles dominent les neutromésophytes et que là où le hêtre l'emporte, c'est l'inverse. Avec le sapin vont aussi les sciaphiles et les plantes aimant les sols constamment frais,

avec le hêtre les thermophiles supportent les variations thermiques du sol et aussi les héliophiles d'altitude. Ainsi se trouvent dégagées les grandes lignes écologiques des deux variantes: les nombres suivants les précisent. Dans la variante à sapin, l'hygrométrie ne descend jamais en été au-dessous de 65% après 12 heures; dans la variante à hêtre, elle y descend un jour sur deux. La température de l'air reste au-dessus de 16° dès 13 heures et jusqu'à 17 heures 30 dans la variante à hêtre; elle n'est qu'à 14° dans la variante à sapin. L'éclairement est au-dessus de 4000 lux pendant la même période avec le hêtre, nettement au-dessous avec le sapin.

Outre ces différences, les variations de détail se reflètent fidèlement dans la composition du cortège floristique.

Dans le *Polysticho-Abietum fagetosum* à sapins, *Salix aurita* signale une humidité édaphique très marquée, mais un drainage satisfaisant, *Sonchus-Plumieri* indiquant toujours le ruissellement d'été en surface. Le groupe *Lysimachia-Valeriana-Adenostyles* ne s'établit que si l'humidité édaphique est permanente et le sol suintant en été. *Deschampsia* abondant seule, correspond à de très vieux peuplements sur horizon superficiel sans cailloux, à pH voisin de 5 (et même moins par plaque). Le groupe *Luzula-Polystichum spinulosum* indique un sol bien drainé; le groupe myrtille-pyrole-fougère femelle signale à la fois un pH bas, une teneur en argile plus haute dans les premiers 20 cm et souvent un mélange des deux horizons A_1 et A_2. Le groupe de la digitale-*Prenanthes* ronce de Koeler s'établit dans les clairières consécutives à la coupe ou accidentelles. Enfin, l'apparition simultanée dans le cortège de l'euphorbe et du lierre indiquera que le *Polysticho-Abietum fagetosum* est à sa limite écologique inférieure, le milieu de la hêtraie ou de la corylaie étant près de se réaliser.

Dans le *Polysticho-Abietum fagetosum* à hêtre, l'abondance de la myrtille indique toujours le mélange des horizons A_1 et A_2; la présence du groupe mélampyre-fraisier-géranium correspond à l'ouverture du peuplement, celle d'*Adenostyles* à des conditions accrues d'humidité édaphique, etc.

II. B. *Fagetum* (hêtraie)

Si le sapin peut être présent en vallée d'One de 700 à 1800 m, c'est surtout au-dessus de 1000 m qu'il trouve son optimum; au-dessous, et dans cette zone, sur certains terrains et en versant nord, il cède le pas au hêtre qui devient l'espèce dominante. A cette exposition: les hêtraies forment une bande assez dense, lorsque le terrain s'y prête, entre 750 et 1000 m; à l'est, elles se retrouvent entre 1000 et 1450 m; à l'ouest, elles vont de 1150 m environ à 1500 m et au sud, on ne les trouve qu'au-dessus de 1250 m. Vers le haut, les hêtraies pures – on le sait depuis GAUSSEN (1926) – s'enrichissent partout en sapin, puis passent à la sapinière à hêtre avant d'être totalement remplacées par le *Polysticho-Abietum.*

1. Floristique

Le *Fagetum* est nettement distinct de l'association précédente.

1.1 *Variations*

Le tableau 13 (pochette *in fine*) réunit vingt relevés typiques des divers aspects revêtus par les hêtraies de l'One. C'est assez dire la diversité morphologique et écologique de ces formations dominées par le hêtre. D'une hêtraie pure à viorne, anémone, chrysanthème, fraisier sans semis ni régénération avec ou sans *Luzula multiflora*, on passe à la hêtraie à *Deschampsia* en voie de régénération, sans ou avec myrtille, sans ou avec *Lathraea*, avec ou sans bouleau. Vient ensuite le groupe des hêtraies à sapin, avec ou sans semis et régénération de hêtre ou de sapin, avec ou sans myrtille, avec ou sans chêne, avec lierre et houx, avec ou sans *Oxalis*, *Prenanthes*, *Asperula odorata*. Quand on est en présence d'une futaie mixte hêtre-sapin, il est fort difficile de savoir si celle-ci appartient à la hêtraie ou à la sapinière: les seuls indicateurs de hêtraie sont la pauvreté du cortège floristique, l'absence du groupe des fougères, la rareté des mousses. Ce caractère de pauvreté peut être poussé à l'extrême, la forêt n'étant plus constituée que par une haute strate de gros hêtres – ne laissant aucun autre végétal, si ce n'est quelques-uns de leurs propres semis subsister au-dessous d'eux.

On pourrait ajouter encore des distinctions suivant qu'abonde (comme dans les environs d'Artigue-Ardoune et de Gouron) ou que manque le tilleul, que sont bien représentées *Scilla Lilio-Yacinthus* ou la mercuriale. On observe souvent aussi un faciès à fougères, circée, *Lysimachia*, *Adenostyles*, directement dérivé du *Polysticho-Abietum*.

Il faut ajouter, aux phanérogames et cryptogames du tableau, les représentants suivants de la mycoflore supérieure: *Ammanita pantherina*, *Boletus edulis*, *B. satanus*, *Cantharellus cibarius*, *Clitocybe nebularis*, *Cortinarius varius*, *Russula aurata*, *R. integra*, *Tricholome Georgii*. Une espèce de mousse, *Pogonatum urgineum*, et le très joli *Peltigera canina f. prolifera* peuvent aussi être récoltés dans le *Fagetum* âgé.

A regarder l'ensemble du tableau (colonnes et texte infracolumnaire), on éprouve un certain étonnement: les acidophiles sont abondants, les neutro-mésophiles également, les xérohéliophiles *(Leucanthemum*, etc.*)* y sont présents, comme les hygrosciaphiles *(Ranunculus platanifolius*, par exemple*)*. Le cortège comprend aussi bien des espèces du *Quercion pubescentis (Daphne Laureola)* que du *Quercion roboris (Hypericum pulchrum)*, du *Fagion (Neottia Nidus-Avis)* que du *Piceion (Vaccinium)*, du *Rubio-Fagetum*, du *Carici-Fagetum* calcicole que du *Luzulo-Fagetum* acidiphile, du *Melico-Fagetum*, de l'*Ilici-Fagetum*, du *Saxifrago-Fagetum* ou du *Fago-Scilletum* atlantique[Δ], etc.

[Δ] Pour ces caractéristiques on se reportera à BRAUN-BLANQUET (1967), FULLEKRUG (1967), RIVAS-MARTINEZ (1968), MOOR (1960), NOIRFALISE (1962 et autres), NEUHAUSLOVA-NOVOTNA (1964).

Cet embarras reflète bien la difficulté rencontrée pour classer correctement les hêtraies de la région. Le problème ne peut être résolu dans le cadre de cette étude: elle porte sur un territoire beaucoup trop restreint pour la diversité apparente de l'association. Bien que disposant d'un bon nombre d'autres relevés des régions voisines (vallées de la Garonne, des Gaves, du versant espagnol), je préfère adopter le terme global de *Fagetum* pour ne pas compliquer la systématique phytosociologique. Ce *Fagetum* se différencie de tous les autres par la présence de *Lilium pyrenaicum*, à côté de *L. Martagon*, *Cardamine impatiens*, *Rubus Koeleri*, *Crepis lampsanoides* qui sont à peu près tous vicariants d'autres espèces; il se rapproche assez du *Fago-Scilletum* par la présence de *Scilla Lilio-Yacinthus*, mais cette espèce atlantique qui craint à la fois trop la sécheresse et trop la chaleur, semble se rattacher en One davantage au *Polysticho-Abietum* dont elle caractèrise la sous-association à hêtre, qu'au *Fagetum* lui-même.

Le tableau d'association ne compte, dans ses colonnes, qu'une quarantaine d'espèces qui sont les plus fréquentes dans les relevés; il s'y en ajoute une cinquantaine d'autres moins courantes, mais dont certaines jouent un rôle sociologique important (celles qui sont marquées d'un astérisque et qui se rencontrent pour la plupart dans le relevé 764, bon représentant du *Fagetum* pur); d'autres encore, comme *Festuca heterophylla*, *Milium effusum*, *Lamium Galeobdolon* ou *L. maculatum*, *Stellaria media*, qui ne sont pas sur le tableau, peuvent aussi s'y trouver. Les 40 premières, dont 2 fougères, appartiennent à 39 genres et 23 familles, les composées viennent en tête avec 5 espèces, puis les apétales avec 4, les rosacées et les scrophulariacées avec 3 seulement. Si, outre les 5 mousses, on compte les accidentelles, les 92 phanérogames et fougères (7 espèces) présentes dans l'association appartiennent à 84 genres et 35 familles; les composées sont encore au premier rang avec 8 espèces et 8 genres, puis viennent les graminées et les rosacées avec 7 espèces et 6 genres, les ombellifères avec 5 genres et 5 espèces, les scrophulariacées avec 4 genres et 5 espèces, les liliacées avec 4 espèces et 4 genres et les papilionacées avec 4 espèces et 3 genres. Le *Fagetum* est ainsi moins riche que le *Rhododendro-Betuletum* et que le *Polysticho-Abietum*. Il l'est infiniment moins également que les diverses associations à hêtre décrites des autres parties de l'Europe. Cette pauvreté est un des caractères les plus frappants de l'association.

Elle va de pair avec une aire minimale de 60 à 80 m^2 pour seulement 15 espèces dans la hêtraie pure et 50 à 60 m^2 pour 20 espèces dans la hêtraie à sapin. Ces chiffres et les considérations précédentes montrent bien que cette dernière ne peut être rattachée au *Polysticho-Abietum*.

La situation du *Fagetum* lui vaut de présenter une foule de passages latéraux avec la plupart des associations et des formations environnantes: la chênaie-hêtraie, la corylaie-hêtraie, la bétulaie-hêtraie à orme et tilleul et, bien entendu, tous les passages gradués vers la sapinière pure peuvent être décrits. Ils représentent, soit des mélanges territoriaux dus à la juxtaposition de conditions écologiques, soit des stades d'évolution en marche vers le climax. Il ne semble pas utile de les décrire.

1.2 *Morphologie*

Du point de vue morphologique, le *Fagetum* ne se présente nulle part sur de grandes étendues comme une futaie équienne. Les peuplements sont en effet traités depuis longtemps en futaie jardinée, ou existent naturellement sous cette forme, les semis et les régénérations ne pouvant pratiquement s'installer que dans les clairières consécutives à la disparition de quelques arbres. A l'état adulte, la forêt pure ne possède sous les arbres de 30 à 80 cm de diamètre, hauts de 10 à 20 m, à couronnes jointives et systèmes racinaires étroitement intriqués ou même associés, comme ceux de la chênaie (fig. 9, p. 70), qu'une épaisse couche de litière où s'enracinent quelques rares et chétives *Deschampsia*. Sur les pentes fortes, le sol est à peu près nu, les racines courant à sa surface, la litière se rassemblant dans les creux ou entre les racines. La futaie claire, pure ou non, est au contraire pluristratifiée, tous les stades existant en sous-bois depuis le semis de l'année jusqu'à l'arbre adulte. Jamais, quels que soient l'âge et le type de peuplement, ne peut s'individualiser une strate muscinale, sauf sur les blocs rocheux dépassant sensiblement la surface du sol ou sur la base des troncs.

1.3 *Biologie*

Du point de vue biologique, il n'est pas utile d'insister sur la grande capacité du hêtre à rejeter; c'est la même en One qu'ailleurs.

Son tempérament vaut, par contre, la peine qu'on s'y attarde. Subsistant à l'état jeune dans la sapinière mixte aussi bien que dans la corylaie, il a, c'est certain, une nette disposition sciaphile. Mais son abondance dans les clairières naturelles des sapinières et sa grande extension sur leurs bordures et aux dépens des prairies, extension uniquement limitée par l'homme ou ses troupeaux, manifeste au contraire un tempérament on ne peut plus héliophile. Par ailleurs et dans certaines conditions, parfaitement résistant au froid, puisqu'il peut monter en limite supérieure de la sapinière, il se montre tout à fait apte à concurrencer le chêne ou l'*Ulmo-Tilietum* des moyennes altitudes, manifestant ainsi une certaine thermophilie. Les schistes, les calcaires, l'argile, la molasse bleue lui conviennent. Cette relative rusticité, qu'il partage avec les individus vivant en Espagne au sud de la chaîne, contraste avec le tempérament qu'on lui connaît d'ailleurs. Sans doute faut-il la mettre en relation avec les qualités de son écorce: fort épaisse, rugueuse, se reformant rapidement quand on l'altère, elle protège bien l'arbre de l'insolation directe, du froid, de l'évaporation et lui permet sans doute d'être aussi bien héliophile que sciaphile. Le hêtre des Pyrénées atlantiques, celui des gaves, qu'on peut observer sur calcaire, comme celui de l'Ariège, a au contraire une écorce lisse et beaucoup plus fine, ce qui semble bien correspondre à un tempérament plus strictement sciaphile.

Pour tenter de cerner ces exigences de plus près, de très nombreuses mesures d'accroissement en diamètre et d'élongation ont été effectuées sur des hêtres coupés en 1969/70 entre 1300 et 1500 m d'altitude à l'exposition nord en forêts

d'Oueil et de Superbagnères, tant au milieu des massifs et sur les lisières qu'au sein des peuplements: les chiffres sont spécialement significatifs pour les jeunes arbres où la concurrence ne joue pratiquement pas et où seul l'éclairement peut être mis en cause.

Tableau 14 Elongation et accroissement du hêtre en clairière et en peuplement dense (entre parenthèses le nombre d'arbres comptés pour chaque catégorie; l'élongation des plus grands arbres a été comptée sur les branches accessibles depuis le sol)

Age (ans)		10	17	25	50
Elongation (cm):	clairière	7 (15)	9 (9)	15 (10)	17–25 (17)
	peuplement dense	4 (15)	4 (9)	4 (16)	7 (19)
Accroissement (mm):	clairière	0,6–0,7 (18)	1,9 (15)	2,8 (7)	2,9 (2)
	peuplement dense	0,3 (20)	0,6 (15)	1 (9)	2 (6)

Il est bien évident que l'âge des arbres influe sensiblement sur leur accroissement moyen en diamètre: les chiffres réunis dans le tableau 15, établis par LAVIGNE DU CADET (comm. verb.) pour la forêt de Superbagnères, montrent bien que plus l'arbre est âgé plus il peut s'accroître (à 150 ans un arbre gagne près de 5 mm par an; à 15 ans il ne gagne pas beaucoup plus de 1,5 à 2 mm).

Tableau 15 Accroissement moyen du hêtre en forêt de Superbagnères pendant la décennie 1957–1967

Diamètre (cm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Nombre d'arbres	60	65	47	67	42	28	48	55	30	43	39	30
Accroissement total (mm)	1164	1288	1358	1876	1384	1068	1834	1940	1216	1784	1816	1248
Accroissement moyen par an (mm)	1,94	1,981	2,889	2,800	3,295	3,814	3,820	3,527	4,053	4,148	4,656	4,760

Au-dessus de 1500 m, les élongations et les accroissements sont plus faibles, jusqu'à ne plus atteindre, aux environs de 1800 m, que 1 mm par an sur les plus gros arbres.

Par l'interdatation des anneaux sur les hêtres abattus de 1967 à 1970, on a essayé d'approcher l'âge des arbres: dans l'ensemble, on peut admettre 150 ans pour un diamètre de 0,75 cm à 1,20 m du sol, 35 ans pour 20 cm environ.

Ces comptages ont mis en lumière une séquence d'accroissement constante pour des arbres situés en bordure de tous les peuplements et dont la souche mesurait en février 1970 et à 0,30 m du sol 72–75 cm de diamètre.

Tableau 16 Accroissement moyen de quelques vieux hêtres durant les 80 dernières années

Années	1890–1926	1927–1933	1934–1949	1950–1960	1961–1970
Accroissement moyen par an	0,6 cm	0,7 mm	0,4–0,5 cm	0,9 mm	0,4 cm

Elle permet de retrouver (tableau 16) une période d'accroissement très réduit en 1927–1933 correspondant, aux erreurs de comptage près, à la période sèche mise en évidence pour les sapins (p. 35) et une période plus courte d'accroissement plus faible autour des années 1950–1960. L'année 1966 se signale par ailleurs par un accroissement extrêmement faible.

On peut donc conclure de ces observations que le climat des quarante dernières années a été marqué, dans la région, par une alternance à peu près régulière de deux périodes «arides» et de deux périodes plus favorables, succédant à la longue période assez stable de la fin du XIXe et du début du XXe siècles. Mais il est très difficile de préciser la signification de cette aridité (cf. p. 70, *Teucrio-Quercetum*). Les renseignements climatiques contenus dans le Mémorial de la Météorologie nationale (GARNIER 1967), sous la rubrique des grands étés, permettent d'accorder quelque crédit à l'hypothèse: c'est dans la période 1921–1933 qu'on rencontre les plus hautes températures jamais enregistrées à Toulouse et pendant les plus longues périodes (44° en août 1923, soit le *M* absolu pour le territoire français, et très souvent 38,9°, alors que pour la ville le *M* moyen est de 26,8°, des périodes de 27 jours consécutifs à plus de 30° s'étant produites). Les étés de 1949–1959 se sont également signalés par une chaleur et une sécheresse plus importantes que la moyenne, mais cependant moins accusées que les précédentes. Pour les hivers, aucune corrélation n'est possible, si ce n'est, d'après les archives de quelques communes, la constatation de grands froids et de très abondantes chutes de neige en 1921, 1924, 1925 et 1928/29 qui ont causé de graves dégâts aux forêts.

Chaque année, le hêtre ne sort de son long repos hivernal que dans la seconde quinzaine de mars: il a des bourgeons de 1 cm fin mars, de 1,5 à 2 cm fin avril; le débourrage a lieu 10–15 jours après et un mois plus tard 2 à 3 feuilles sont apparues; elles sont 7 à 8 à la mi-juin; l'arbre fleurit alors avant le premier ralentissement de croissance; en juillet, la croissance reprend et dure sans interruption jusqu'à la période sèche de septembre. Fin mars, dès que la température du sol est à 5°, *Arum* et *Anemone* poussent leurs premières feuilles. En même temps fleurissent les scilles, la mercuriale, l'hellébore, les primevères et *Asplenium spinulosum* qui garde ses frondes tout l'hiver. Les myrtilles restent généralement en repos jusqu'en début mai; à la fin du mois, les nouveaux rameaux

ont de 4 à 6 cm, mais demeurent sans fleurs et sans feuilles jusqu'au 10–15 juin: elles accusent ainsi un retard sensible par rapport au *Polysticho-Abietum.*

C'est seulement fin mai que le reste des herbacées met ses hampes florales. La floraison survenant, mais pas chaque année, en août.

Le spectre biologique brut (tableau 17, p. 57) est riche en nanophanérophytes et en hémicryptophytes dressés, mais il est spécialement appauvri en hémicryptophytes en rosette et en géophytes, l'absence des mousses est remarquable. Les différences sont sensibles avec les autres hêtraies de l'Europe moyenne.

Le spectre biogéographique, pauvre en orophytes et endémiques, appauvri en espèces circumboréales, voit une hausse importante des pourcentages d'éléments européens et un notable contingent de subatlantiques. La tendance marquée par le *Polysticho-Abietum* par rapport au *Rhododendro-Betuletum* s'accentue ainsi.

Tableau 17 Spectres biologique et biogéographique du *Fagetum* (dans la première colonne les % établis sur les relevés du tableau, sans tenir compte des espèces marquées d'un astérisque dans la liste des plantes peu fréquentes, dans la seconde les % obtenus avec elles)

Types biologiques			Eléments biogéographiques		
Phanérophytes	25	21	Orophytes	14	15
macro	7	9	alpino-pyrénéo-carpatiques	2	1
nano	13	9	sud-européens	5	5
lianes	5	3	ibéro-atlantiques	7	9
Chaméphytes frutescents	8	9	Européens	23	21
Hémicryptophytes	43	40	Eurosibériens-eurasiatiques	26	28
dressés	23	23	Circumboréaux	18	18
rosettes	2	1	Paléotempérés	2	1
cespiteux	8	6	Subatlantiques	11	8
couchés	10	10	Subméditerranéens	2	5
Géophytes	15	24	Endémiques	2	3
rhizomes	10	16	Cosmopolites	2	1
tubercules	5	5			
bulbes	.	3			
Thérophytes	7	5			
Parasites	2	1			

Cette tendance des deux spectres se maintient (bien qu'un peu moins nette pour les géophytes) si on tient compte, comme il est fait dans les secondes colonnes du tableau 17, des espèces qu'on rencontre couramment en hêtraie, mais qui sont présentes moins de quatre fois sur le tableau d'association. Le *Fagetum* apparaît ainsi comme la plus européenne et la plus atlantique de nos forêts et, sur le plan du peuplement, probablement comme la plus anciennement établie.

2. Ecologie

L'association, on l'a vu, constitue le climax à la partie inférieure de l'étage montagnard dont la sapinière est l'élément le plus alticole. Ce climax, relativement thermophile, se réalise aussi bien à basse altitude sur les pentes nord que sur les versants regardant l'est ou l'ouest à la plus haute altitude, pourvu que soient satisfaites certaines conditions microclimatiques précises.

Le *Fagetum* n'est nullement inféodé aux placages morainiques, aux éboulis de pente comme la sapinière, à la moraine würmienne comme l'*Ulmo-Tilietum*, ou aux affleurements rocheux comme le *Teucrio-Quercetum*: tous les substrats lui conviennent, depuis les plus meubles jusqu'aux plus rocheux, schistes ou calcaires.

2.1 *Microclimat*

Le microclimat a été suivi régulièrement dans les trois stations suivantes: les Tups (station 7), située au nord de Mayrègne, à 1340 m d'altitude, sur un versant incliné à 50%, tourné vers l'ouest; Bois de la Coume de Salie (station 9), au sud de Caubous, à 1400 m d'altitude, sur une pente inclinée au sud-sud-est à 40%; le Bois de Bédourède (station 10), située à 1500 m d'altitude, près des Agudes, sur une pente est de 45%.

Les températures de l'air n'ont été mesurées sous couvert régulièrement qu'à la station 9; leurs valeurs sont reportées dans le tableau 18 ci-dessous. Pour les stations 7 et 10, une ou deux mesures ponctuelles ont été effectuées chaque mois et comparées aux valeurs obtenues au même moment pour la station 9. En général, les versants est ont des températures à peu près identiques à celles des versants sud, mais l'amplitude annuelle est plus forte d'un demi-degré. Les versants ouest sont très voisins aussi, mais pour la station 10, *M* et *m* sont un peu plus bas (dans l'ensemble, 2 à 3 °C), les *M* d'été étant du même ordre. Le contraste thermique, plus limité, entraîne la disparition des thermophiles et l'apparition des espèces plus alticoles.

Tableau 18 Evolution annuelle des températures de l'air sous le couvert du hêtre en versant sud

Mois ...	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M.....	15	17	20	24	26	26	26	27	26	20	15	15
m.....	—7?	?	—10	—3	2	2+	9	11+	10	7	0	—13

Comparé avec les températures relevées dans le *Polysticho-Abietum*, *M* est toujours plus élevé, mais l'amplitude entre avril et octobre est plus grande: les *m*, comparables à ceux du *Polysticho-Abietum* en été, sont plus bas le reste du

temps, ce qui traduit l'influence du couvert différent. Sous abri, hors du couvert, les températures ont été identiques à celles indiquées sur le tableau 10, page 39. Ces différences s'expliquent aisément: après chaque chute de neige, par exemple, la différence entre soulanes et ubacs atteint couramment 15° en milieu de matinée; des ascendances se produisent constamment de 10 à 15 heures uniquement en soulane et l'air froid des cimes coule plus rapidement, le jour tombé, sur les ubacs.

Au sol, les températures de l'air sont bien différentes de celles des versants nord et sont voisines de celles indiquées pour le *Calluno-Violetum* (NÈGRE 1970, p. 96), celles des sapinières au sol étant, dans l'ensemble, très voisines de celles du *Vaccinio-Festucetum* (NÈGRE 1970, p. 74). Ce sont ces températures au sol qui conditionnent directement – comme la luminosité d'ailleurs – l'installation et la vie des jeunes arbres. Ce sont elles qui déterminent la nature du manteau forestier, mais les températures à 1,20 m du sol sont pratiquement sans importance.

Comparés à ceux du *Teucrio-Quercetum*, les chiffres du tableau sont toujours inférieurs pour *M*, l'amplitude annuelle étant plus faible; pour *m* ils sont plus élevés l'été (effet tampon du feuillage) et identiques l'hiver.

Ces courbes de températures précisent bien la biologie du *Fagetum* par rapport au *Polystico-Abietum* et au *Teucrio-Quercetum*, biologie qui est parfaitement soulignée par la répartition des trois associations: à une même altitude, par exemple le long des ruisseaux de Sérias et de Gaouardès dans la vallée de Jurvielle, le *Fagetum* colonise, en versant nord, tous les sols bien drainés sur rocher calcaire en excluant le *Polysticho-Abietum* qui recouvre tout le reste des pentes, et, à l'exposition sud, il est lui-même systématiquement éliminé par le *Centaureo-Brachypodietum* à callune, témoins de l'ancien *Teucrio-Quercetum* à hêtre.

Des répartitions analogues, aussi schématiques, peuvent s'observer un peu partout, en val d'Astau par exemple.

Les températures de l'air varient aussi relativement peu pendant la journée: le tableau 19 indique l'amplitude pour le 17 août 1969.

Tableau 19 Marche des températures et de l'hygrométrie dans le *Fagetum* pendant la journée du 17 août 1969

Heures	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20.15
Hygrométrie (%)	80	80	80	79	76	76	76	75	75	77	79	80	80	80	80
Température (°C)	15	15	15	16	18	20	22	23	23	22,5	22	21	20	16	16

La figure 8, page 60, montre l'évolution annuelle des températures du sol. Pour les *m*, la station 10 s'écarte assez nettement des deux autres; pour les *M*, c'est la station 9, mais les écarts entre les trois stations ne sont pas grands. La

position sur l'horizon explique les *m* hivernaux plus élevés des versants est et les *m* estivaux supérieurs des versants ouest. Pour les versants exposés au midi, les *M* sont toujours inférieurs à ceux des autres, parce que le peuplement en haute futaie très âgée et dense établit un écran hautement efficace contre le rayonnement; l'épaisseur de la litière, ajoutée à la masse des ramifications aériennes de cette vieille forêt et à l'inclinaison des rayons, explique pour sa part les *m* assez hauts de mai et juin. D'après quelques mesures comparatives en forêt plus jeune, donc à écran moins dense, les *M* des versants sud sont supérieurs de 1 à 2° à ceux de la station 10 de mai à octobre, identiques à eux le reste du temps.

Si on compare ces courbes avec celles de la sapinière (fig. 5, p. 42), on voit que les *m* sont sensiblement les mêmes en août, mais qu'ils sont supérieurs en mai, juin, septembre, octobre, novembre et qu'ils ne descendent au-dessous de zéro qu'en décembre, janvier ou février, mais au lieu de s'y maintenir de

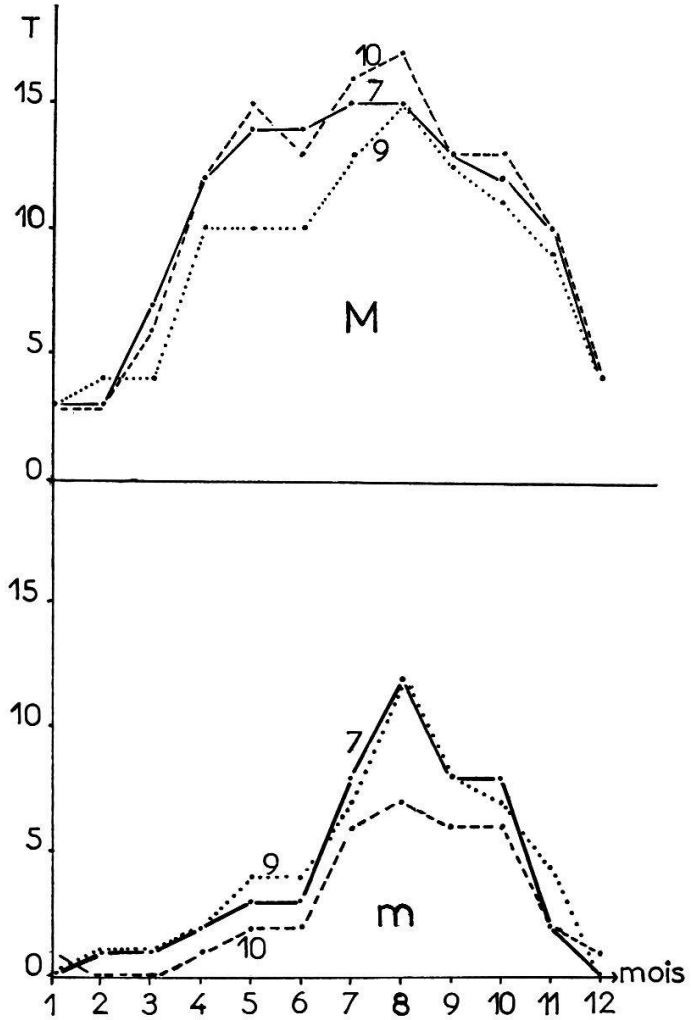


Fig. 8 Evolution annuelle des températures du sol à 15 cm de profondeur dans le *Fagetum* aux trois expositions: ouest (7), sud (9), est (10)

novembre à mai ou de décembre à février, *m* et *M* chuttent nettement entre août et septembre, comme en sapinière. Par ailleurs, si *M* ne monte pas non plus beaucoup plus haut en juillet-août (par suite du couvert qui tamise le rayonnement), il est beaucoup plus élevé de septembre à juin inclus et reste égal ou supérieur à zéro d'avril à novembre. Ce sont là des différences considérables qui traduisent à la fois le rôle protecteur joué par la litière en saison froide et celui du rayonnement direct fort sensible, tant que le couvert reste faible. Elles retentissent vivement sur la biologie, bien que la température moyenne n'y soit supérieure à 10 °C que quatre mois par an, comme en sapinière. Les températures varient l'été entre 2 et 3° seulement, sauf par vent d'Autan.

L'humidité du sol demeure au-dessus de 80% durant toute l'année à 60 cm de profondeur, descend très souvent à 55% de la mi-juin à la fin septembre: la litière joue à la fois un rôle de puissant protecteur contre l'évaporation après les fortes pluies, mais s'oppose également à la pénétration des petites pluies d'été ou des condensations, qui ne mouillent que sa surface et sont immédiatement restituées à l'atmosphère. Ces baisses importantes d'hygrométrie dans les premiers 15 cm, ajoutées au faible rayonnement, justifient en grande partie l'absence des herbacées dans le sous-bois. A 30 cm, il n'y a pratiquement pas de sécheresse saisonnière.

L'hygrométrie de l'air se situe toujours, si on en juge par les mesures ponctuelles de chaque mois effectuées le même jour, entre celles du *Polysticho-Abietum* et celles du *Teucrio-Quercetum*: les pointes inférieures à 60% sont rares et ne se produisent, sous couvert, que par vent d'Autan, la saturation est constante en régime cyclonique de nord, d'ouest et de nord-ouest; mais, par beau temps, l'hygrométrie se maintient aux environs de 80% nuit et jour, quand elle est de 75% dans le *Teucrio-Quercetum* et de 90% dans le *Polysticho-Abietum*. Les variations nycthémérales y sont très atténuées par rapport aus deux autres associations: le tableau 19 le montre pour la journée du 17 août 1969.

Ces résultats ne concordent pas tout à fait avec ceux que TURMEL cite de Gabas, où l'amplitude journalière est, sans doute par suite de la situation topographique, d'au moins 20 à 35% pour l'hygrométrie de l'air.

Cette constance de l'hygrométrie sous le hêtre est un bon caractère différentiel par rapport à la sapinière; elle est due essentiellement à l'arbre et n'a pas grand-chose à voir avec l'hygrométrie générale du macroclimat. Au terme de cette étude de détail, il ne paraît pas possible, en effet, de retenir l'opinion de GAUSSEN pour lequel *Fagus* est plus gourmand d'humidité atmosphérique que le sapin et se localise par suite dans les zones au microclimat «plus mouillé». A y regarder de près, le hêtre est, en effet, toujours seul dans les points les plus secs et les plus chauds des pentes nord et sur les versants à l'ombre des pluies, alors que les deux essences se mêlent ailleurs et que le sapin est seul dans les parties les plus humides et les plus froides. Ce n'est pas au niveau de l'adulte qu'il faut rechercher la raison de cette répartition, mais à celui du semis. Les semis de hêtres, avec leurs premières feuilles à peine écloses, ne résistent pas aux trop

basses températures (tableau 20, p. 62) qui règnent à la fin du printemps et en début d'été sur les versants nord au-dessus de 1500 m d'altitude; le semis de sapin n'en est pas incommodé. Par contre, aux autres expositions, ce dernier est mis en grande difficulté par la sécheresse de septembre[Δ] et les températures estivales trop élevées: son système racinaire est encore, en effet, superficiel à cette époque et il travaille à l'aide des mycorhizes très sensibles aux variations importantes de l'hygrométrie édaphique; le hêtre, au contraire, s'en accommode fort bien, car il se passe de mycorhizes et son pivot s'enfonce déjà loin. Ces qualités se confirment avec l'âge et elles confinent le sapin sur les sols frais, le hêtre vivant fort bien en milieu sec.

Tableau 20 *m* et *M* absolus mesurés en 1970 en bordure d'une sapinière à *Thuidium* de la forêt de la Lit et d'une hêtraie pure à Litoursère, toutes deux à 1700 m d'altitude. Ces valeurs sont très voisines de celles qui ont été rapportées pour le *Vaccinio-Festucetum* et le *Calluno-Violetum* précédemment (NÈGRE 1970, p. 112); elles diffèrent assez, du fait de l'altitude et de la situation topographique, des valeurs de Tiron (cf. tableau 10, p. 39, sapinière). Les nombres entre parenthèses ont été obtenus sur sol nu.

Mois		VI	VII	VIII	IX	X	XI
m	sapinière	—2 (—5)	1 (—1)	4	4	—3	—8
	hêtraie	+1 (—1)	+4	7	7	2	—4
M	sapinière	27	31	39	35	26	–
	hêtraie	38	51 (57)	47 (58)	42 (50)	32 (43)	–

Le rayonnement, très uniforme dans toute la futaie pleine et adulte, se maintient entre 300 et 500 lux de 9 à 17 heures, sauf, bien entendu, dans les rayons de soleil qui percent çà et là le feuillage et où il ne dépasse jamais 14000 lux (maximum par ailleurs atteint en sapinière), pour des valeurs extérieures de 48000 à 50000 lux; en futaie claire, il atteint de 10 à 14 heures 1000 lux, nette-

[Δ] Les mesures faites près du col de la Coume, aux expositions nord et sud, dans les sols du *Vaccinio-Festucetum* et du *Calluno-Violetum*, où s'ensemencent respectivement sapin et hêtre, ont fourni pour 1970 les résultats suivants: *Vaccinio-Festucetum*, juillet 5 jours à 70%, août 8 jours à 60%, septembre 10 jours à 70%; *Calluno-Violetum*, juillet 17 jours à 60%, août 18 jours entre 35 et 40%; septembre 21 jours à 40%, les *M* étant monté pour ces deux derniers mois à seulement 60%, alors qu'ils se sont maintenus au-dessus de 90% pour le *Vaccinio-Festucetum*. Les grosses différences ne sont donc pas seulement, comme on l'a vu à propos des landes (NÈGRE 1970, p. 113), dans les *m* absolus, mais aussi dans la durée où ces *m* se maintiennent.

ment plus donc qu'en sapinière et en corylaie, mais beaucoup moins qu'en chênaie et en bétulaie.

2.2 *Pédologie*

Les sols des hêtraies sont assez variables suivant le matériel de base qui les compose et la topographie: il n'est pas rare qu'on puisse établir des chaînes entre ceux de l'épaulement glaciaire supérieur généralement peu épais et bien drainés, ceux des versants d'abord squelettiques, puis de plus en plus épais, et ceux épais et hydromorphes des fonds de vallée ou des derniers replats morainiques. Tous les passages des rankers aux sols ocres de montagne et aux sols bruns forestiers à mull-moder peuvent s'observer.

Sur les pentes fortes, leurs caractères dépendent avant tout du substrat; l'exposition et l'âge de la forêt jouent peu. Sur les schistes noirs, par exemple, la hêtraie – on le voit bien en montant à Esquierry – n'a pas pu développer de sol malgré une très importante production de litière, celle-ci glissant sur le versant avec la neige qui l'accumule sur les petits replats ou les creux, d'où le lessivage oblique entraîne sans cesse les produits de décomposition. Il en est de même sur les pentes à éboulis, autour du lac d'Oo par exemple.

Lorsque les pentes ne dépassent pas 40%, les processus d'entraînement sont moins marqués et les sols se rattachent alors fréquemment à l'un des deux types dont le tableau 21, page 64, fournit l'analyse.

Le premier, argilo-limoneux, avec sa granulométrie toujours en «V», riche en matière organique et, semble-t-il, à assez bonne capacité d'échange, montre trois horizons sous la litière épaisse et parfaitement statifiée en trois couches distinctes, la dernière contenant un abondant feutrage de racines et de mycéliums. A_1, brun-rouge, à structure nucellaire friable, contient des sables fortement altérés et corrodés, mais les éléments quartzeux sont simplement usés par frottement; champignons et racines de hêtre de 0,2 à 3 cm de diamètre y abondent. A_2, brun un peu jaune, offre des caractères similaires, mais la corrosion des sables est plus faible; la matière organique est moins abondante, la perméabilité plus faible. La limite entre A_1 et A_2 est nette, par contre A_2 passe indistinctement à AC. Celui-ci, gris clair, renferme de gros blocs usés de schisto-calcaires, de granit, des sables et des quartz sans trace de corrosion; les grosses racines du hêtre y pénètrent; la structure est massive, la capacité de rétention et la perméabilité faibles. Les teneurs en argile, identiques dans les trois horizons, et les teneurs en matière organique décroissantes de haut en bas ne permettent pas de parler de lessivage, même si les teneurs en fer croissent avec la profondeur.

Il n'en est plus de même dans le second type. Là, bien que les teneurs en argile soient faibles, elles croissent de A_1 à A_2, comme les capacités de rétention, la perméabilité, les teneurs en matière organique et en fer. La structure de A_1, agrégée à l'état frais, est labile et poussiéreuse à l'état sec. D'après une seule analyse, le pourcentage de silice serait plus élevé en A_1 qu'en A_2. Ces caractères dénotent un certain lessivage et l'amorce d'un processus de podzolisation, bien

Tableau 21 Constitution physico-chimique de deux sols de hêtraie pure à bouleau (st. 10), pure à myrtille (GS). L'astérisque représente le pourcentage de racines (différence entre 100 et la somme cailloux plus terre fine)

Horizon		Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		pH	Capacité de rétention à PF 2,8	Perméabilité sous 1 kg	Matière organique	N	C/N	Fe
						fin	gros	fin	gros							
		cm	%	%	%	%	%	%	%			cm/h	%	‰		‰
St. 10	A_1	10–25	26*	70	14	33	5	16	32	5	36,5	8,2	21	4,1	29	48
	A_2	25–95	38*	60	14	38	2	16	30	5	38	3,6	11	2,3	28	53
	AC.....	95–140	49	51	14	41	1	15	29	6,4	20	1,8	1	–	–	61,1
GS	A_1	7–50	54	46	4	40	12	18	26	4,5	24	0,2	0,6	0,2	22	41
	A_2	50–110	60	40	8	42	4	20	26	5,4	28,5	1,2	1,9	0,4	30	68,3
	C	↓ 500	47	53	–	–	–	–	–	6,7	–	–	–	–	–	–

que la coloration des horizons du profil (A_1 brun-rouge, A_2 brun-gris) ne les mette pas en évidence. Ce type de profil est courant en hêtraie pure à sous-bois de myrtille sur épaulement glaciaire ou sur pente faible.

Dans les deux cas, comme toujours en hêtraie, les C/N élevés marquent la prépondérance des matières ligneuses dans les débris tombés au sol.

L'humus encore du type moder passe quelquefois au mor, en conditions plus humides (exposition nord et bas de pente, par exemple vers la limite altitudinale supérieure).

Dans quelques cas, lorsque la pluviométrie annuelle dépasse 1500 mm, comme sur le versant nord-nord-ouest du Céciré par exemple au-dessus de 1550 m, où le lessivage vertical est très marqué et non masqué par l'oblique, on peut observer des micropodzols formés dans les premiers 15 cm; on retrouve ces phénomènes en Europe moyenne dans diverses associations forestières, le *Fago-Quercetum* en particulier.

De même, lorsque sur les replats le drainage est imparfait, on peut observer, outre la tendance généralisée à l'hydromorphie de tous les horizons, des mécanismes de gleyification superficielle assez caractéristiques.

2.3 *Nuances écologiques*

Chacun des relevés portés sur le tableau d'association correspond à une nuance écologique particulière. De droite à gauche, les conditions sont les suivantes:

- 653 est pris dans une ancienne hêtraie encore intouchée par l'homme, à petites clairières naturelles, à mort-bois important, à luminosité faible dans le sous-bois, sur pente faible déterminant des conditions d'hydromorphie sensibles en profondeur, toutes conditions permettant l'abondance du lierre, du houx et du fraisier
- 742 représente la hêtraie mixte à chêne, installée sur pente forte, substrat rocheux, sol voisin de celui du *Teucrio-Quercetum* (cf. p. 74). Le brachypode, la bétoine, espèces à la fois thermophiles et héliophiles, y voisinent grâce au faible couvert, à côté de la violette et de *Galium rotundifolium* dont le tempérament, plutôt sciaphile, est satisfait à l'ombre du hêtre et du sapin
- 664-666-723 ont en commun le groupe acidophile *Orobus-Oxalis*, mais le premier est riche en sciaphiles de mull (luzule, gaillet, véronique, paturin), alors que le second est bien pourvu en myrtille et aspérule qui se contentent d'humus plus acide et que le troisième est ouvert à un microclimat plus chaud
- 665 et 662 sont remarquables par l'absence des neutromésophiles, des autres différentielles et par l'abondance de la myrtille; celle-ci correspond toujours à l'abaissement du pH à 4–4,5 et, dans certains très vieux peuplements, à 3,6–3,7, quelle que soit la nature du substrat. Le second relevé diffère simplement du premier par une bonne régénération du sapin

- 755-740-601 montrent trois stades de vieille hêtraie à semis de sapin, mais avec régénération et semis de hêtre (755), sans régénération et sans semis (740), avec semis (601)
- 606-607-608-610 se distinguent des précédents par l'absence du semis de sapin, mais les deux premiers sont de jeunes peuplements sans myrtille et sans bouleau, au contraire des seconds, 606 étant plus jeune que 607 et 608 que 610; les pH du A_1 de 607 et 606 sont de 5 et 5,1; ceux de 608 et 610 sont de 4,8 et 4,7
- 705-617-533 correspondent à trois aspects de vieille hêtraie avec semis, sans régénération, tous trois installés directement sur le substrat; le premier sans accumulation de litière et sans *Lathraea*, les deux autres avec litière abondante et *Lathraea* sur replat et en creux; la grande épaisseur de litière (plus de 25 cm) favorise l'espèce et le semis de hêtre en 533, mais élimine presque toutes les autres espèces qui sont en mauvais état
- 488 et 764 intéressent deux très vieilles hêtraies pures sans semis, sans régénération, sur sol brun à mull, mais la première est plus thermophile et un peu plus ouverte (couvert angulaire $^6/_8$) que la seconde et que toutes les autres d'ailleurs: la présence et l'abondance du viorne, du chrysanthème et de l'hépatique en témoignent.

Ces quelques aspects, qui ne sont pas les seuls, montrent combien peut être variable cette hêtraie de l'One et combien le microclimat, l'édaphisme de surface et l'âge des peuplements peuvent avoir d'influence. Mais, et c'est là le point important, ils soulignent aussi la fragilité de l'équilibre forestier dans plusieurs stations. Que les vieilles hêtraies des types 750, 617, 533, 488, 764 subissent l'intervention humaine, et aussitôt le substrat, libre de toute protection, sera livré à l'altération climatique. Bien malin celui qui pourra dire si la pelouse aura le temps de le couvrir avant qu'il ne soit livré à l'érosion et si, nonobstant la force des avalanches, la forêt protectrice pourra un jour s'y réimplanter.

Malgré cette fragilité, le *Fagetum* constitue, à n'en pas douter, le groupement climax de la ceinture montagnarde moyenne entre le climax inférieur à chêne et le climax supérieur à sapin.

II. C. *Teucrio-Quercetum* nov. ass.

(association à *Teucrium Scorodonia* et *Quercus petraea*)

Dès qu'on aborde les bois de chêne, on est immédiatement frappé par leur analogie physionomique avec la hêtraie pure: sous la strate arborescente, il n'y a, en effet, pas ou presque pas de sous-bois arbustif, du moins dans la chênaie

pure, et le sol est recouvert soit par la litière soit par une pelouse plus ou moins continue. L'analogie avec les forêts européennes à chêne sessile est aussi évidente.

1. Floristique

Du point de vue floristique, le *Teucrio-Quercetum* (tableau 22, pochette *in fine*) est bien distinct des associations précédemment décrites, surtout par l'abondance des espèces de pelouses et de prairies, et par la présence des thermophiles telles *Calluna* et *Anthericum*. Du point de vue sociologique, il n'offre pas beaucoup d'affinité avec les chênaies baso-neutrophiles des *Querco-Fagetea*, dont la seule caractéristique exclusive présente est le clinopode; par contre, la présence et l'abondance des nombreuses acidophiles, dont la plupart ont déjà été signalées dans les frutiçaies et les forêts, le rattache aux *Quercetalia roboris*: *Holchus mollis* et *Lonicera Periclymemum*, qui ne figurent pas sur les relevés du tableau, y tiennent quelquefois une place importante et soulignent cette affinité avec les chênaies acidophiles. Le muguet, *Pimpinella magna* et *Brachypodium silvaticum* peuvent, aussi, s'associer au cortège floristique.

Des affinités existent avec l'association à chêne et myrtille des Pyrénées occidentales (TURMEL 1955, p. 198, CHOUARD *in* NÈGRE 1968, p. 28), mais il est difficile de les cerner avec certitude.

La mycoflore dominante est surtout constituée de chanterelles jaunes et de *Boletus edulis* présents dans les six types de chênaie et accompagnés, suivant les sous-associations, des espèces suivantes toujours peu abondantes, très dispersées dans les divers peuplements et surtout jamais constantes: *Ammanita pantherina*, *Boletus granulatus*, *Boletus viscidus*, *Clitocybe amethystina*, *Clytopilus prunulus*, *Cortinarius varius*, *Hygrophorus*, *Lactarius torminosus*, *Russula aurata*, *R. foetida*, *R. integra*. Le tricholome est exclusif de la futaie à hêtre, le clytopile n'est jamais dans la futaie à bouleau, les deux bolets y abondent ainsi que dans la futaie à noisetier.

Il ne paraît pas possible, pour l'instant, de rattacher le *Teucrio-Quercetum* à une alliance définie, les chênaies de la région n'ayant pas été suffisamment étudiées. Quoi qu'il en soit, on enregistre des différences suivant l'état du peuplement forestier; celui-ci fournissant l'essentiel du bois de chauffe et de charpente, il est l'objet de coupes à blanc ou jardinées qui influent sur la composition des strates dominées. La cépée n'est pas identique à la futaie: le tableau 22 (pochette *in fine*) le montre.

1.1 *Variations et morphologie*

On peut subdiviser l'association en au moins quatre grands ensembles de futaie et deux de cépée.

1.1.1 La cépée est toujours consécutive ici à une coupe, mais ne constitue jamais un stade de reboisement par semis naturels. Néanmoins, elle peut n'évoluer que très lentement en futaie et permettre alors l'installation d'une frutiçaie secondaire à callune.

Les espèces héliophiles et thermophiles de celle-ci aident à distinguer, suivant leur abondance, deux aspects différents: la cépée jeune, où elles dominent dans le sous-bois, la cépée âgée et fermée, où seule persiste la bruyère, mais où s'introduisent par contre les graminées sociales, robustes et peu exigeantes en lumière. Dans l'un et l'autre type, la présence des myrtilles signale un faciès intéressant, comme la pullulation d'*Avena sulcata* en cépée peu élevée.

La futaie, où la callune est toujours plus ou moins représentée, mais sans jamais former des peuplements importants, peut être pure, avec ou sans régénération naturelle; le chêne peut aussi s'associer au noisetier, au hêtre, au bouleau *(Betula verrucosa* et les hybrides avec *B.pubescens)*, chacune de ces espèces étant alors accompagnée de quelques indicatrices. La myrtille, la violette, le clinopode, *Avena sulcata* ou *Galium vernum* y forment des faciès.

Au plan de la richesse floristique, il convient de noter que, si dans l'ensemble, chaque relevé ne compte pas beaucoup plus d'une trentaine d'espèces, l'association au complet en renferme soixante-dix, auxquelles s'ajoutent une douzaine de différentielles et une trentaine d'accidentelles. C'est encore là un caractère rapprochant le *Teucrio-Quercetum* des chênaies acidophiles médio-européennes. Les familles les mieux représentées sont les graminées (11 espèces, 8 genres), les rosacées (10 espèces, 7 genres), les composées (7 espèces, 5 genres), les labiées et les campanulacées (5 espèces, 3 genres).

L'aire minimale n'a pas été calculée sur un grand nombre de relevés, mais elle paraît se situer entre 15 et 20 m^2 pour environ 25 espèces.

1.1.2 Dans la vallée de l'One, les massifs de chênes, toujours conservés à proximité des villages pour leur rôle économique ou de protection, sont isolés des autres forêts et les passages latéraux à la sapinière ou à la hêtraie sont rares. Ceux vers les pelouses sont au contraire fréquents; ils correspondent toujours à des stades régressifs dus, soit à des coupes abusives pendant la dernière guerre, soit à la multiplication plus ou moins accidentelle des incendies de «nettoyage» qui mordent de plus en plus sur les lisières.

Un type de retour à la forêt a été évoqué à propos des juniperaies à genévrier commun sur *Centaureo-Brachypodietum* (NÈGRE 1970, p. 105). Cette évolution progressive ne conduit que très rarement à des peuplements arborés, car, dès que le genévrier atteint 1 à 1,50 m de haut et que les premiers chênes s'installent, les bergers, pour lesquels les parcours s'abiment, les détruisent par le feu.

L'évolution progressive interne des peuplements laissés en repos par l'homme aboutit à deux types de futaie: l'un bistrate à pelouse sous futaie pure, l'autre pluristrate à sous-bois ligneux plus ou moins mêlé d'herbacées qui, dans l'état actuel des recherches, semblent constituer deux aspects du climax. Le premier pourrait, surtout dans son aspect à myrtille et deschampsie, représenter un

stade de substitution, sous l'influence humaine, de la hêtraie pure à myrtille qui s'est très probablement étendue jadis à sa place sur les versants méridionaux des vallées; le second aurait probablement toujours existé sous cette forme et serait un véritable climax.

1.2 *Biologie*

Du point de vue biologique, la présence de l'homme et de ses troupeaux marque profondément la morphologie de l'association, modifiant considérablement les rapports de concurrence à la surface du sol. Dans le sol il n'en est plus de même.

1.2.1 Racines – Au-dessus du sol, les herbacées, ordinairement bien dispersées, se concurrencent peu et n'ont pas beaucoup de rapports avec les buissons et les arbres; les diverses strates ligneuses dominées ne se gênent pas non plus entre-elles, mais entrent en lutte avec les jeunes chênes dans les peuplements en voie de reconstitution; dans les boisements adultes, le nombre d'arbres de toute espèce est très strictement limité par la concurrence racinaire: sur les sols rocheux, les futaies, même basses, ne comptent guère plus de 400 pieds à l'hectare; en sol profond, il est courant d'en dénombrer 500, et en futaie mixte plus de mille. En sol profond, également, le noisetier peut exploiter les mêmes couches que le chêne, sans que l'une ou l'autre des deux essences semble en souffrir: la régénération de l'arbre, par exemple, s'effectue sans aucune difficulté dans un halier dense de noisetier (relevé 731). La futaie mixte ne pose pas non plus de problème: les divers systèmes racinaires se compénètrent et les chevelus peuvent se souder si intimément (fig. 9, p. 70) qu'il n'est quelquefois plus possible de séparer ce qui appartient aux espèces constitutives, et c'est d'autant plus difficile que les bois de jeunes racines ont une constitution très voisine chez le hêtre et le chêne. Sans aller jusqu'à parler de symbiose, dont pour l'instant on n'a aucune preuve, il est permis de rapprocher le fait des observations faites ailleurs pour d'autres essences où les individus peuvent s'associer pour une meilleure exploitation du milieu (références nombreuses, *in* BOULARD 1967).

1.2.2 Périodicité et croissance – La périodicité dans les cépées et les deux premiers types de futaie du tableau, suivie au cours des cinq dernières années, s'est régulièrement déroulée de la même manière. Le chêne garde des feuilles vertes jusqu'en fin novembre, mais les a toutes perdues en décembre à 1100 m d'altitude, les bourgeons sont prêts à débourrer à partir du 20 avril, les fleurs et les premières feuilles sortent au 1er mai; à la fin du mois, la foliaison est terminée. Au-delà de 1350 m, le cycle se déroule avec un mois de retard. Le débourrage ne peut avoir lieu que lorsque les températures du sol ont atteint 11° à 15 cm pendant au moins une semaine complète avec un *M* absolu à 14°. Il est bien évident que l'exposition secondaire et les détails de la topographie

corrigent fortement l'altitude et déterminent avec précision les moments où ces deux conditions se trouvent réalisées.

Si la fécondation ne paraît pas dépendre de conditions particulières de températures, la montée à fruit, elle, semble très étroitement subordonnée, dans ses premiers stades, à l'absence totale de gelée nocturne supérieure à —7° et de températures diurnes inférieures à +2°; ces conditions sont réalisées d'ordinaire en printemps neigeux, mais pas en printemps sec; elles expliquent sans doute que les glandées soient beaucoup plus fournies les années à été chaud et sec précédant un hiver froid et sec. Ainsi les très abondantes glandées de 1966 et 1970 ont été suivies d'un hiver froid, où les *m* absolus sont respectivement descendus de décembre à mars inclus à —24, —15, —16, —18° pour 1966 et —17, —15, —17, —16° pour 1970, les moyennes (calculées sur les années 1958 à 1970 inclus) se situant respectivement à —5, —7, —7, —5°; de leur côté, les printemps ont vu des *M* respectifs de 27, 34, 32° pour 1966 et 28, 32, 32° pour 1970, les moyennes étant à 20, 27, 30°.

Ce fait d'observation, remarqué par de nombreux habitants, n'a jamais été controuvé depuis treize ans. On a noté, sans qu'on puisse établir un rapport de cause à effet, que ces années voyaient également une grande éclosion de guêpes et la pullulation des rongeurs.

La croissance annuelle en longueur des adultes est rarement inférieure à 12 cm; les années humides, elle peut dépasser 50 cm; les semis et les régénérations forment en moyenne des brins de 10 cm. L'accroissement en diamètre est en moyenne de 1,5 mm par an, pour un adulte, mais il est assez variable suivant

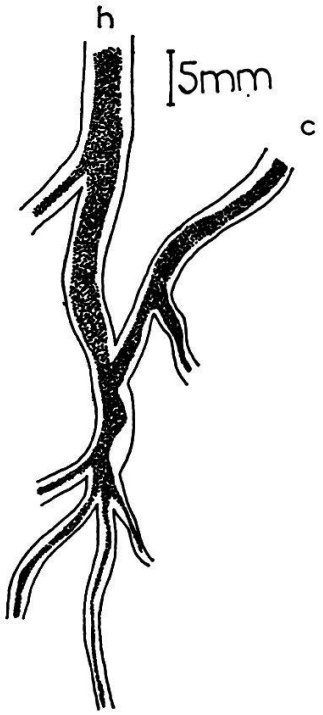


Fig. 9 Soudure intime des tissus racinaires d'un hêtre (h) et d'un chêne (c)

les années. Quoi qu'il en soit, d'après quelques comptages effectués à la loupe sur des souches coupées au printemps 1971 et polies, il semblerait que les années à printemps neigeux, mais à été chaud et sec suivi d'un hiver froid et sec, voient un accroissement en diamètre plus faible que les années à été pluvieux, la tranche d'eau annuelle restant à peu près la même. On ne peut donc pas déduire automatiquement qu'un cerne peu épais correspond à une année sèche. Cette observation, rapprochée du fait que les étés chauds et secs nuisent à l'allongement des semis de sapin (cf. p. 33), permet de corriger sensiblement l'hypothèse émise plus haut (p. 56) à propos du hêtre et du sapin. Il se pourrait donc que les périodes sèches soient en fait plus une succession d'années à printemps pluvieux suivi d'un été sec et chaud qu'une séquence d'années entièrement sèches. Cette remarque rejoint tout à fait les observations établies par BOREL et SERRE pour les Alpes méridionales (1969).

De leur côté, hêtre et bouleau se comportent comme dans le *Fagetum* et la bétulaie à *Brachypode*, le sorbier des oiseleurs et la myrtille comme en sapinière, mais avec 15 jours d'avance, *Sorbus aria* suivant le chêne à 15 jours d'intervalle. La callune et le genêt offrent le même rythme que dans le *Calluno-Violetum* (NÈGRE 1970, p. 90).

Par contre, parmi les herbacées qui, pour la plupart, participent à des associations de pelouses, certaines suivent des rythmes biologiques un peu différents: tel est le cas de *Veronica montana* et *V. officinalis*, *Teucrium Scorodonia*, *Arenaria montana* et la digitale qui gardent leurs feuilles tout l'hiver, continuant à vivre normalement sous la neige jusqu'à la découverture de mars-avril; c'est seulement à cette époque qu'elles les perdent pour les remplacer aussitôt: leur période de repos est pratiquement nulle. Le phénomène est encore plus net pour *Aspidium lobatum* dont les frondes fertiles ne disparaissent que lorsque les nouvelles pousses de l'année sont hors de terre: la plante est presque un chaméphyte. L'hellébore fleurit en février, suivi de près par les premières anémones et *Viola silvatica*, puis en mars par les innovations d'*Agrostis vulgaris*, *Deschampsia* et *Brachypodium*. Les acidophiles caractéristiques des sapinières *(Prenanthes*, *Solidago*, *Galium rotundifolium*, *Poa Chaixi*, *Luzula maxima*, *Epilobium Durieui)* ne sortent de terre qu'après la dernière découverture, en même temps que fleurit le chêne ou même plus tard: solidage et luzule en particulier se réfugient ici sous terre pour échapper aux froids du printemps, dont les rosettes passent l'hiver sur le sol, mais à l'abri de la neige en sapinière. Ce comportement offre un exemple remarquable de variation du type biologique: la même espèce pouvant être géophyte, alors qu'elle est normalement hémicryptophyte.

La mycoflore offre, dans cette association, deux périodes de «fructification»: l'une en début d'été, lorsque le sol encore très humide atteint pour la première fois 15° à 15 cm de profondeur, l'autre en septembre, lorsque arrivent les premières précipitations abondantes.

1.2.3 Spectres – Le spectre biologique (tableau 23, p. 72) est surtout différent du précédent par la diminution du nombre de phanérophytes et de géo-

phytes à rhizome, par l'absence de mousses et par le pourcentage très élevé (60%) d'hémicryptophytes: c'est la traduction directe de l'adoucissement des conditions de vie, passées du montagnard supérieur à l'inférieur.

Le spectre biogéographique reflète lui aussi ces changements: le taux d'orophytes tombe à 8% seulement, ceux des éléments circumboréaux et des subatlantiques diminuent, pendant qu'augmentent ceux des eurasiatiques paléotempérés et surtout des subméditeranéens et des méditerranéo-atlantiques.

Si on établissait les spectres par sous-association, on arriverait à des conclusions similaires, la cépée à bruyère étant évidemment plus «méditerranéenne» que la futaie mixte.

Tableau 23 Spectres biologique et biogéographique du *Teucrio-Quercetum* (valeurs en %)

Types biologiques			Eléments biogéographiques	
Phanérophytes:			Orophytes:	
macro	6	18	arctiques-alpins	1
nano	12		sud-européens	6
Chaméphytes:			ibéro-pyrénéens	1
frutescents et sous-frutescents	7	9	Européens	15
tapis	2		Eurosibériens-eurasiatiques	30
Hémicryptophytes:			Circumboréaux	17
dressés et scapeux	31	60	Paléotempérés	7
rosettes	8		Subatlantiques	8
cespiteux	13		Méditerranéens-atlantiques	7
couchés et rampants	8		Subméditerranéens	5
Géophytes:			Endémiques	2
rhizomes	2	7	Cosmopolites	1
tubercules	5			
Thérophytes		4		
Parasites		2		

2. Ecologie

Le *Teucrio-Quercetum* ne subsiste en vallée d'One que sur les versants sud au-dessus de Trébons, Maylin, Mayrègne, Caubous, Cirés, Bourg-d'Oueil et en quelques points rocheux et chauds du val d'Astau. Absente des fonds de vallées à la fois trop humides et trop frais, l'association est à son optimum entre 1000 et 1650 m. Le microclimat a été suivi dans trois stations: une à Trébons et deux à Mayrègne (station 5 en plein sud, station 6 en versant est secondaire).

2.1 *Microclimat*

Les mesures de températures de l'air et du sol concernant l'année 1969/70 sont réunies sur le tableau 24, page 73.

2.1.1 Températures – Les températures de l'air sont, dans l'ensemble, assez voisines des moyennes établies pour Tiron et Trébons (NÈGRE 1969b, p. 108), sauf pour les mois d'été, où l'écart *M-m* est moins accusé, et l'hiver, où il est plus grand. On notera une différence importante dans l'évolution des *m* et *M* entre le *Teucrio-Quercetum* et le *Polysticho-Abietum* (tableau 10, p. 39) et le *Fagetum* (fig. 8, p. 60); mis à part les *m* de mai et de juillet, tous les autres sont très nettement inférieurs dans le *Teucrio-Quercetum* à ceux du *Polysticho-Abietum* sous sapin; si on compare avec les températures minimums hors sapin à Tiron (t. 10), on note qu'ils sont même inférieurs en mars et décembre (ce qui est dû à des conditions locales développées en hiver sur versant sud) et normalement supérieurs en mai, juillet et août. Les *M* sont très fortement supérieurs en toutes saisons.

Tableau 24 Variation mensuelle des *M* et *m* absolus de températures dans le *Teucrio-Quercetum* en 1969/70 (station 1: Trébons de Luchon, futaie basse à *Brachypodium pinnatum*), sud, 1050 m; station 5: Bois des Croubets, cépée jeune à callune, sud, 1360 m; station 6: *id.*, futaie à noisetier, est, 1350 m). Pour l'air, les mesures sont faites à 1 m de haut à l'ombre; pour le sol, à 15 cm de profondeur.

Localité	Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Air, station 1	*M*	20	22	23	28	32	32	32	34	30	30	24	22
	m	—7	—7	—9	—3	5	2	7	10	4	3	—2	—14
Sol, station 1	*M*	2	0	8	14	18	18	18	15	18	15	18	6
	m	0	0	1	1	1	4	10	15	10	10	4	0
Sol, station 5	*M*	1	0	12	13	15	18	18	20	19	19	15	5
	m	0	0	1	3	4	2	7	12	9	17	3	1
Sol, station 6	*M*	0	0	12	13	16	18	18	17	15	14	11	3
	m	0	0	1	3	2	2	5	10	7	6	3	1

Les températures du sol ne descendent nulle part au-dessous de zéro, bien que les *m* de l'air soient négatifs durant sept mois; les *m* se maintiennent au-dessus de 10° de juillet à octobre aux environs de 1050 m, mais seulement en août dans les stations 5 et 6. Les *M* sont supérieurs à 10° pendant huit à neuf mois dans les trois stations et ils ne semblent pas être autant influencés par l'altitude qu'on pourrait s'y attendre. Par contre, la nature de la strate inférieure les conditionne assez fortement: la callune (station 5) leur permet ainsi d'accumuler plus de chaleur en août-septembre-octobre, mais maintient les *m* plus bas de juin à novembre; par ailleurs, dans la pelouse à deschampsie, ils sont plus bas que dans celle à brachypode.

2.1.2 Hygrométrie – L'hygrométrie de l'air atteint fréquemment la saturation en toute saison, mais il lui arrive de descendre au-dessous de 60% pendant

huit à dix jours d'affilée lors des périodes de froid sec et de mai à septembre dans les cépées et les futaies à *Brachypodium*. Dans la futaie à noisetier, le *m* est toujours supérieur à 70%, dans les futaies à hêtre et à bouleau, il se situe au-dessus de 75%.

Les teneurs en eau du sol descendent en septembre jusqu'à 45% dans le *Teucrio-Quercetum* à brachypode, jusqu'à 65% dans la forme à noisetier, jusqu'à 80% dans celle à hêtre, mais reste toujours au-dessus de 80% dans la futaie à bouleau.

Le rayonnement n'a pas fait l'objet de mesures régulières; quelques observations ponctuelles ont toujours fourni des valeurs intermédiaires entre celles de la hêtraie claire et celles de l'*Ulmo-Tilietum* pour les futaies denses, et intermédiaires entre celles de l'*Ulmo-Tilietum* et du *Centaureo-Brachypodietum* pour les vieilles futaies claires, comme celle de Trébons.

Il en a été de même pour les températures; le tableau 25 réunit les valeurs obtenues pour la journée du 18 août.

Tableau 25 Variation journalière des températures et de l'hygrométrie de l'air dans le *Teucrio-Quercetum* pendant la journée du 18 août 1969

Heures	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20.15
Hygrométrie (%)	80	80	71	64	58	53	50	50	50	50	54	57	61	77	77
Températures (°C)	12	8	13	26	30	31,5	33	34	34	34	32	30	23	15	14

2.2 *Sols*

L'étude de nombreux profils dans l'ensemble des diverses formes de l'association a montré qu'ils peuvent tous se ramener aux trois types dont l'analyse figure sur le tableau 26, page 76, et correspondant aux trois aspects les plus communs de l'association: cépée à callune, futaie à noisetier et futaie à brachypode.

2.2.1 Le sol de la futaie à brachypode, généralement peu épais, squelettique en profondeur, s'étend surtout sur les pentes rocheuses; si les deux premiers horizons sont constants, le troisième ne peut s'observer que dans des cassures de schistes, ou des poches rocheuses. Sous une litière peu épaisse et où se mêlent intimement feuilles d'arbres et débris herbacés, le A_1, brun-marron, contenant la majorité des racines de graminées, présente une structure granuleuse, solide, à angles arrondis englobant de petits éléments schisteux ou calcaires très usés et corrodés, comme les quelques cailloux. A_2, brun clair, renferme les petites racines d'arbre, celles des arbustes et les plus fines racines de graminées, beaucoup de cailloux de toutes dimensions, usés, non corrodés, mais dont beaucoup sont soudés les uns aux autres par un dépôt de calcaire attestant un niveau incontestable de précipitation. Les petits éléments sont presque tous d'origine

autochtone (les allochtones sont éoliens très usés) et ils sont emballés dans les grumeaux, solides, à angles nets; la microstructure s'agrège en particules à angles bien nets.

A_3, encore plus caillouteux, et de plus en plus de haut en bas de l'horizon, est brun-jaune, à structure agrégée-particulaire, la microstructure étant légèrement prismatique. Les éléments fins sont tous autochtones, les graviers et les petits cailloux sont très corrodés par les racines; parmi eux s'observent des éléments de «pierre bleue», ce calcaire très dur venu de plus loin; l'horizon est parcouru par les racines de chêne qui s'enfoncent dans les diaclases.

La matière organique, le C/N, la capacité de rétention décroissent de haut en bas du profil, les teneurs en fer évoluent peu, mais les pH augmentent légèrement. Des traces de carbonates existent partout; étant donné la position du dépôt calcaire sur les cailloux et le régime général du drainage dans la région, on peut penser qu'elles correspondent plutôt à des remontées estivales à partir de la nappe circulant obliquement qu'à des dépôts *per descensum*.

Un tel type de sol devrait pouvoir encore prendre place dans les sols bruns forestiers, mais à la limite des sols lessivés.

2.2.2 Le sol de la cépée à callune, également développé sur rochers schisteux mais moins calcaires et plus métamorphisés, présente, lui aussi, trois horizons. Sous la litière de bruyère, peu épaisse, A_1, beige foncé grisâtre, contient, outre la plupart des racines d'herbes, des cailloux et graviers peu altérés mais subissant encore l'action du gel; les petits éléments sont altérés; la matière organique, très liée, forme des agrégats solides, la structure est plutôt motteuse.

A_2, ocre clair, plus sableux, plus caillouteux, riche en racines de bruyère, n'a qu'une structure en grumeaux peu stable, contient des graviers peu altérés, les éléments fins, tous siliceux, étant très usés, roulés. A_{3b}, gris avec des passées importantes ocre-rouge, accuse tous ces caractères, les cailloux étant encore moins altérés et la structure encore moins stable, mais d'allure prismatique.

La capacité de rétention, la perméabilité, la matière organique, les C/N diminuent de haut en bas du profil, pendant que s'accroissent les pH, bas, et la teneur en fer total. Malgré la présence d'un humus acide, il est difficile de rattacher ce type de sol au type ocre-podzolique, les C/N y étant trop élevés et les taux d'argile restant trop bas en profondeur: il appartient très probablement à un groupe intermédiaire entre sol brun forestier lessivé et sol ocre de montagne.

2.2.3 Le sol suivant, courant sous la futaie à noisetier et *Deschampsia*, à peu près dépourvu de A_0, moins riche en matière organique, encore plus acide, à faible enrichissement ferrique en profondeur, de couleur plus jaune dans tout le profil, est encore plus sableux que le précédent et à structure moins stable. Les différences tiennent surtout aux graviers et aux éléments fins très corrodés et qui se résolvent en poussière jaune à la pression. Le profil rappelle, du point de vue de la morphoscopie, certains substrats de sapinière.

Tableau 26 Analyse physico-chimique des sols du *Teucrio-Quercetum*. L'astérisque indique le poids de racines par différence à 100 des poids de cailloux plus terre fine, dans la futaie claire à *Brachypodium pinnatum* (station 1), dans la cépée à bruyère (station 5), dans la vieille futaie à noisetier et deschampsie (rel. 731)

Horizons		Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		pH	Capacité de rétention à PF 2,8	Perméabilité sous 1 kg	Matière organique	N	C/N	Fer total
						fin	gros	fin	gros							
		cm	%	%	%	%	%	%	%			cm/h	%	‰		‰
Station 1	A_1	0–7	45	55*	16	46	4	13	21	6,5	46	3,6	14	3,2	26	83,8
	A_2	8–40	60	39*	14	47	5	13	21	6,7	38,5	1,6	8	2,0	22	–
	A_3	> 40	67	33	10	46	4	13	27	7	35	2	1	0,5	20	81,6
Station 5	A_1	0–25	32*	66	12	40	8	13	27	4,4	38	2,7	15	2,6	34	80,1
	A_2	25–70	47	62*	12	28	4	10	46	5	23,5	0,3	4	1,2	22	82,1
	A_{3b}	70–95	58	42	7	30	3	14	46	5	–	0,6	1	0,35	22	85,1
Rel. 731	A_1	0–7	38*	60	12	35	4	12	37	4,4	24	2,3	8	1,46	30	77,9
	A_2	7–30	45	64*	10	28	2	10	50	4,7	30	0,8	2,1	–	–	81,2
	A_3	> 30–80	62	38	10	26	2	9	53	4,7	–	0,3	tr	0,48	20	81,7

Ces deux derniers types de sol se distinguent assez nettement du substrat de la futaie à brachypode par la plus forte teneur en sable, les pH beaucoup plus bas, les C/N des horizons supérieurs plus élevés. Ils semblent se rapprocher de ceux qui ont été décrits dans les Ardennes centrales sous la chênaie sessiliflore à *Deschampsia* (NOIRFALISE et THILL 1958) et de certains lithosols forestiers brun-podzoliques ocreux de la même région.

2.3 *Variations de détail*

Sur les grands traits écologiques ainsi définis se surajoutent des variations correspondant aux divers faciès. La myrtille abonde sur les lisières supérieures de la chênaie (futaie ou cépée) et désigne toujours un milieu en évolution: généralement, surtout si *Deschampsia* et *Prenanthes* abondent avec elle, c'est une chênaie pure de substitution à une ancienne chênaie-hêtraie ou peut-être même à une hêtraie; cette substitution a été certainement en plusieurs endroits imposée par l'homme, mais peut-être aussi est-elle d'ordre climatique.

Les faciès à *Avena sulcata* sont consécutifs à l'incendie, l'avoine ayant une particulière facilité à s'ensemencer sur brûlis.

L'abondance de *Deschampsia*, dans n'importe quelle station, signale toujours la vieillesse d'un peuplement, l'espèce arrivant à subsister, seule, dans des conditions où toutes les autres graminées héliophiles disparaissent. Il n'est pas exclu qu'elle puisse, également, en concurrencer certaines par le chimisme de ses excrétions racinaires, *Brachypodium pinnatum* en particulier qui semble mal lui résister[Δ].

Le *clinopode*, espèce thermophile, n'est présent qu'en basse altitude et spécialement dans les zones où un peu de calcaire vient atténuer l'acidité du sol. Il est en vallée d'One le dernier témoin de la chênaie chaude remontant de la plaine par la vallée de la Garonne et de la Pique.

La présence du noisetier, toujours établi sur sol profond, est sans conteste le témoignage d'une action humaine ancienne (probablement une culture), l'espèce se comportant comme le plus remarquable pionnier de nos régions. A son couvert se développe une ambiance écologique si fermée que, bien souvent, des espèces de l'étage subalpin ou des caractéristiques des forêts froides à sapin peuvent venir s'y installer, mais ces influences restent tout de même de faible importance.

La futaie mixte à hêtre se rencontre dans la plupart des petits versants secondairement exposés à l'ouest ou à l'est, à partir de 1300 m d'altitude. La présence du sorbier des oiseleurs est la manifestation d'une tendance à la sapinière et traduit des conditions de milieu favorables à l'installation du sapin.

La futaie mixte à bouleau s'établit sur des replats à nappe phréatique proche de la surface; les sols, le plus souvent formés aux dépens des placages de moraine

[Δ] Une expérimentation sérieuse mériterait d'être entreprise sur ce point.

glaciaire ou bien sur des colluvions fines, y ont un rapport argile plus limon fin sur sable très important, ce qui entraîne une hydromorphie notable.

En schématisant, il est donc possible de distinguer:

- une cépée à callune thermophile, avec ou sans myrtille, avec ou sans deschampsie et pâturin
- une futaie neutro-thermophile de basse altitude à brachypode et clinopode, à laquelle succède une formation à myrtille à moyenne et haute altitudes
- une futaie à noisetier sur sol profond marquant la présence de l'homme
- une futaie mixte à hêtre aux expositions secondairement plus fraîches
- une futaie mixte à bouleau sur sol hydromorphe, ces trois dernières chênaies étant nettement acidophiles.

III. Les forêts de fond de vallée

Deux associations, d'ailleurs voisines, se partagent les fonds de vallée: immédiatement en arrière des cours d'eau, entre 800 et 1400 m d'altitude, le *Campanulo-Fraxinetum*; sur les flancs de thalweg, au-dessous de 1100 m, l'*Ulmo-Tilietum*. A ce dernier se rattache une bonne partie des peuplements de noisetiers qu'on observe fréquemment en versant nord dans ces mêmes limites altitudinales. Les abords immédiats du cours d'eau et les replats qu'il laisse dans le lit entre ses bras sont souvent occupés par des fragments de diverses associations hygrophiles ou de mégaphorbiaies qui feront l'objet de la note suivante.

III. A. *Ulmo-Tilietum* nov. ass.

(Association à *Ulmus* et *Tilia platyphyllos*)

Le domaine de l'*Ulmo-Tilietum* coïncide assez exactement avec la zone des cultures au dépens desquelles il se réinstalle d'ailleurs dès que l'homme les abandonne.

1. Floristique

L'association (tableau 27, pochette *in fine*) est parfaitement caractérisée par la réunion de nombreuses essences arborescentes: tilleul, orme, les trois érables, auxquels se joignent quelquefois l'érable de Montpellier, bois puant et frêne, aulne même et aubépine. Le sous-bois est aussi riche avec les noisetier, cornouiller, prunelier, troène, fusain, clématite, lierre, chèvre-feuilles, au milieu desquels le houx et le sapin peuvent s'implanter. Le tapis herbacé est bien fourni en primevères et anémones (*A.nemorosa* en particulier); quelques fougères s'y rencontrent. La mycoflore se signale de loin par l'odeur désagréable de *Phallus impudicus*, qui trouve ici son lieu d'élection et qui domine sans conteste chanterelles, bolet rugueux, clitophyle petite prune, mycène bleue, ammanite citrine et diverses russules. Les mousses y sont mal représentées *(Mnium undulatum, Plagiochila asplenioides)*.

Deux sous-associations se partagent le territoire de l'*Ulmo-Tilietum*: l'une à prunelier dominant, surtout caractérisée par un bon nombre d'espèces neutro-

mésophiles et tendant vers une chênaie, l'autre à géranium, différenciée par des mésohygrophiles eutrophes et affine du *Fraxinion*.

Divers faciès peuvent être reconnus: à clématite, à *Tamus*, à *Lithospermum*, à fusain, à *Arum*, à mercuriale, à *Saxifraga umbrosa*, à sureau noir, qui correspondent tous à de fines variations écologiques.

Dans l'ensemble, le cortège floristique appartient aux *Querco-Fagetea*, mais quelques espèces acidophiles y sont généralement présentes, témoignant de l'origine non calcaire du substrat.

Cette association, qui est probablement l'équivalent pyrénéen de la charmaie-tillaie médio-européenne, rappelle par l'abondance des érables, la présence du bois puant, du sureau, de *Ranunculus platanifolius*, d'*Actaea*, les érablières belges (NOIRFALISE 1960). Il est cependant difficile de la classer avec certitude dans l'une ou l'autre des alliances connues: c'est du *Carpinion* qu'elle se rapprocherait le plus.

Outre les 15 espèces figurant sur le tableau en accidentelles et l'anémone des bois, l'association compte 4 fougères, 69 espèces de phanérogames, répartis en 32 familles et 59 genres. Les rosacées arrivent en tête avec 9 espèces et 6 genres (3 espèces de prunier, 2 de fraisier), suivies par les ombellifères et les labiées, chacune avec 5 espèces. La pauvreté en graminées, renonculacées, cyperacées vaut d'être soulignée.

L'association s'enrichit très fréquemment en robinier, la plante échappée des haies, constituant un prébois à l'abri duquel orme et tilleul peuvent s'implanter rapidement.

L'aire minimale est réalisée sur 42 m^2 pour 36 espèces dans les deux sous-associations. C'est peu pour une association forestière qui ne paraît pas très homogène.

L'*Ulmo-Tilietum* possède un remarquable dynamisme qui se manifeste, sur le terrain, par l'existence d'un nombre élevé de stades de transition avec le *Teucrio-Quercetum*, qui le cerne de toute part sur les terrains les plus xériques, et avec les associations de prairies, de jachères, les juniperaies, le *Centaureo-Brachypodietum*, les corylaies auxquelles il succède. La sous-association à géranium peut venir au contact du *Campanulo-Fraxinetum* et alors contenir un peu l'aulne et de campanules, mais les deux associations ne se compénètrent généralement pas. L'*Ulmo-Tilietum* entre, également, en contact avec le *Polysticho-Abietum* et la hêtraie dont il peut constituer le stade initial sur les versants septentrionaux. Les haies, les parcelles de terrain riches en cerisier sauvage, en frêne, en prunier épineux lui appartiennent; les morilles y sont fréquentes. Les ronciers en constituent des stades initiaux.

La forêt à orme-tilleul frappe le regard par l'impression de fouillis qu'elle donne dès l'abord: elle contraste avec la belle ordonnance des hêtraies ou des sapinières pures. Sous une strate à cerisier, frêne, orme et tilleul, haute de 15 à 20 m et couvrant plus de 50%, se déploie une strate arborescente subordonnée couvrant le sol à au moins 50%, où dominent les érables et l'aubépine; au-dessous, les pruniers, le noisetier, le cornouiller, le troène et le fusain, quelque-

fois mêlés au sureau, servent de support au lierre, aux chèvre-feuilles et aux clématites dont les tiges entrelacées rendent le sous-bois difficilement pénétrable. La strate herbacée, végétant sous un couvert angulaire de $^7/_8$ au minimum, est abondante en nombre d'individus, mais ne couvre jamais plus de 40% du sol, sauf lorsque le lierre lui est incorporé, et les espèces y sont très dispersées: c'est une conséquence directe de l'importance des strates supérieures et de leur grande production de débris qui recouvrent le sol chaque année.

La concurrence ne semble pas très prononcée à l'intérieur de chaque strate, mais elle est très forte entre les strates, spécialement dans le sol, où la moindre parcelle des premiers 50 cm est occupée par une intrication extrême de tous les systèmes racinaires. Seules les racines de l'orme, du frêne, du tilleul et d'*Acer pseudoplatanus* pénètrent jusqu'à 1,50 m. Par ce caractère, aussi bien que par ceux des strates aériennes, l'association se comporte comme un remarquable protecteur du sol.

La périodicité de l'*Ulmo-Tilietum* est fortement marquée. Au début mars, avant toute autre association, les saules débourrent pendant que sortent de terre les pulmonaires, les violettes et les arums; tous fleurissent dès le 15, et les arums peuvent même être en fruit dès le mois de mai. Après ce départ, rapide, la strate herbacée marque un temps d'arrêt; les autres arbres entrent en activité: d'abord le cerisier, puis l'orme, puis le frêne, puis *Acer pseudoplatanus* qui est en fleur en avril; alors qu'ils sont déjà en feuilles, *Acer platanoides* et *A. campestre* débourrent à leur tour; puis, en mai, fleurissent le bois puant, l'aubépine, le prunelier, et en juillet-août le tilleul. Les autres arbustes ne fleurissent qu'en juin-juillet pendant que la strate herbacée reprend son développement; le maximum de celui-ci est atteint en août seulement et, quelquefois, la fructification ne peut avoir lieu.

La croissance en longueur et en diamètre des arbres est l'une des plus importantes de la région. En année normale, une graine d'érable peut produire un semis de 25 à 30 cm pour un diamètre de 5 à 7 mm au collet; la seconde année, la régénération atteint déjà 80 à 110 cm, le diamètre étant passé à 15–19 mm. L'orme et le cerisier croissent un peu moins vite, n'atteignant que 60 à 80 cm de haut; le tilleul ne dévelpppe en deux années qu'un brin de 50 cm. La croissance du frêne est variable suivant les endroits: 50 cm en deux ans sur un terrain assez sec, 90 cm sur terrain frais. Pendant la troisième et la quatrième années, les allongements varient pour tous les arbres entre 60 et 80 cm. Les arbres, tilleul mis à part, peuvent commencer à fleurir dès la septième année; leur croissance annuelle atteint alors couramment 1 à 1,5 m. En année humide, des frênes et des pieds d'*A. pseudoplatanus* ont pu s'allonger de 1,75 m, l'accroissement en diamètre dépassant 1 cm.

S'il n'est pas utile d'insister sur les utilisations comme bois de chauffe, de charpente, d'ébénisterie des diverses essences, il faut cependant marquer le grand intérêt de l'orme, du frêne, du robinier, excellentes espèces fourragères consommées quelquefois en vert, mais le plus souvent en sec comme plante d'appoint: la richesse en protéines du robinier et du frêne n'est plus à démontrer,

pas plus que l'appétance des animaux pour la feuille sèche d'orme, d'érable, de tilleul. Cette utilisation pastorale est une des raisons du maintien des arbres autour des villages de nos montagnes.

Le spectre biologique de l'*Ulmo-Tilietum* (tableau 28) est distinct de tous ceux qui ont été étudiés jusqu'ici par la grande importance prise par les phanérophytes (macro surtout) et les géophytes à tubercules, par la faible représentation des hémicryptophytes en rosette et cespiteux.

Tableau 28 Spectres biologique et biogéographique de l'*Ulmo-Tilietum* (valeurs en %)

Types biologiques			Eléments biogéographiques		
Phanérophytes:			Orophytes:		
macro	19	31	alpino-pyrénéens	1	12
nano	8		sudeuropéens	10	
liane	4		ibéro-pyrénéens	1	
Chaméphytes		4	Européens		24
Hémicryptophytes:			Eurosibériens-eurasiatiques		24
dressés et scapeux	21	40	Circumboréaux		11
rosettes	4		Paléotempérés		12
cespiteux	4		Subatlantiques		3
couchés et rampants	11		Méditerranéens-atlantiques		4
Géophytes:			Subméditerranéens		3
rhizomes	12	24	Méditerranéens		1
tubercules	12		Endémiques		1
Thérophytes		1	Cosmopolites		5

Le spectre biogéographique est surtout dominé par les éléments européens, eurasiatiques, circumboréaux et paléotempérés qui représentent au total 71%: c'est la plus forte valeur rencontrée dans nos forêts; les taux d'endémiques, d'orophytes et d'atlantiques sont corrélativement les plus bas. Ces chiffres soulignent le caractère très ouvert et «continental» du groupement.

2. Ecologie

L'*Ulmo-Tilietum* occupe, en basse altitude, la majorité des versants à sol profond, à toute exposition et quelle que soit la pente. Deux saisons conviennent particulièrement pour sa cartographie: l'automne, où les teintes rouges des cerisiers et les jaunes des érables tranchent dans le paysage, le printemps, où le blanc-rosé des cerisiers en fleurs le signale de très loin.

La répartition se superpose à peu près exactement à celle de l'argile bleue morainique qui, elle même, correspond dans l'ensemble à la zone cultivée: la courbe de niveau de 1100 m en forme la limite supérieure. Cependant il peut,

en quelques points privilégiés par un sol profond et très chaud, monter jusqu'à 1150–1200 m dans le haut Larbouste ou le val d'Astau.

L'*Ulmo-Tilietum* est l'ennemi des extrêmes: il fuit les points trop secs ou trop humides. L'autécologie de quelques espèces est assez démonstrative à cet égard.

L'arum et la pulmonaire ont paru se localiser dans des sols riches en matière organique, peu ou non acides et bien aérés, meubles, humides mais fort bien drainés, capables de se réchauffer en été plus que tous les autres substrats de la région.

Tamus communis recherche les mêmes propriétés, mais accepte des sols plus humides et plus compacts l'été quand le microclimat aérien est plus chaud.

Parmi les arbres, le mérisier se plaît particulièrement sur les sols bien équilibrés en ions basiques; il produit beaucoup de fruits là où les brûlis d'herbages apportent de plus grandes teneurs en potassium; il est chétif ailleurs. Cette observation, appuyée d'une expérimentation, rejoint l'affirmation de ROISIN et THILL (1962) pour lesquels il est le témoignage de sols fertiles.

L'orme des Pyrénées entre dans ce groupe, quoi qu'il soit moins exigeant vis-à-vis de l'azote.

En Europe, *A.pseudoplatanus* est réputé être une espèce hémisciaphile. Si, chez nous, il a aussi ce trait de caractère, puisqu'il germe et croît parfaitement en sous-bois, il manifeste ailleurs une nette héliophilie: en fait, il supporte bien l'ombre des bois en terrain relativement sec l'été, mais il est fortement héliophile en sol humide, et il semble bien que ce soit ce type de station qui lui convienne le mieux.

Le frêne a la réputation d'être une espèce héliophile; il semble bien, lui aussi, appartenir à la catégorie des hygrohéliophiles.

Le tilleul est certainement, dans sa jeunesse, une hémisciaphile type, ensuite il peut supporter sans dommage la pleine lumière, surtout s'il a les pieds au frais.

2.1 *Microclimat*

Du point de vue climatique, l'*Ulmo-Tilietum* est assez voisin du *Teucrio-Quercetum*. Le tableau 29, page 84, regroupe les températures enregistrées en 1969, à 900 m d'altitude, sur le versant de Trébons, à 1 m du sol. Les températures de l'air de décembre, janvier et février sont identiques en sous-bois et hors du bois parce que l'inclinaison du soleil laissait les thermomètres à l'ombre; les écarts mensuels *M-m* des autres mois sont beaucoup plus accusés hors du couvert que sous bois: ces différences expriment l'ambiance forestière.

Dans l'ensemble, on peut dire que les *M* du sous-bois sont identiques à ceux qu'on enregistre dans le *Teucrio-Quercetum* durant les six premiers mois de l'année et qu'ils leur sont légèrement inférieurs ensuite; les *m* de l'*Ulmo-Tilietum* sont, par contre, nettement supérieurs à ceux du *Teucrio-Quercetum* d'avril à novembre. Pour le sol, les *M* et les *m* sont beaucoup plus élevés dans l'*Ulmo-Tilietum* que dans le *Teucrio-Quercetum*: *m* n'atteint 0° qu'en janvier, alors qu'il s'y maintient de décembre à février inclus dans le *Teucrio-Quercetum*: *M* reste

au-dessus de 20° d'avril à octobre et ne descend jamais au-dessous de 5°: c'est là un fait qui marque certainement l'influence protectrice de l'importante litière, dont la décomposition active n'a lieu qu'à partir de mars. Ce sont certainement ces températures élevées régulières qui, jointes à l'hygrométrie importante, expliquent le prompt démarrage de la végétation herbacée.

Tableau 29 Evolution des températures *M* et *m* dans *l'Ulmo-Tilietum* au cours de l'année 1969 (? = mesures douteuses)

Mois		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Air, hors du bois	*M*	20	22	40	52	50	57	54	56	49	34	30	22
	m	—7	—7	—12?	—7	—4	0	2	2	0,5	2	—7	—14
Air, sous bois	*M*	20	22	23	28	32	33	33	34	29	29	22	22
	m	—7	—7	—9	—3	5	8	9	12	7	7	0	—14
Sol, 15 cm sous bois	*M*	7	6	10	20	24	24	24	26	23	21	14	5
	m	0	1	1	4	5	7	14	16	11	10	4	1

Il faut noter que dans l'*Ulmo-Tilietum prunetosum*, les *m* hivernaux de l'air et du sol sont un peu plus élevés que dans l'*Ulmo-Tilietum geranietosum*, les *M* de l'air y étant moins élevés en hiver, plus hauts en été.

L'hygrométrie de l'air a été suivie régulièrement: elle descend souvent au-dessous de 70% au milieu de la journée en février-mars et du 15 juin au 1er novembre, peut s'abaisser à 50% – et même moins, par vent d'Autan – en août-septembre; elle se maintient au-dessus de 80% en avril-mai et du 1er novembre au 1er février. Le tableau 30 montre son évolution au cours d'une journée chaude d'été: c'est seulement au début d'après-midi que sont atteintes les valeurs les plus basses.

L'humidité du sol, qui est à saturation de la mi-novembre à la fin mai, ne descend au-dessous de 80% qu'en juillet et septembre avec des pointes à 60%.

Le rayonnement total (tableau 30), mesuré dans la période sans nuage du 17 au 23 août 1969 sous couvert, demeure inférieur à celui de la chênaie, surtout en milieu de journée, mais reste supérieur à celui de la corylaie et des sapinières (jusqu'à 10 heures, le rayonnement hors couvert et l'hygrométrie sont un peu inférieurs à celui des sapinières qui, orientées au nord-est, sont plus tôt ensoleillées; hors couvert il est, bien sûr, identique à celui du *Teucrio-Quercetum*). Tel qu'il ressort du tableau 30, le microclimat sous forêt paraît assez différent de celui des sapinières et des associations ou formations des autres versants (sapinières, bétulaie, corylaie).

Tableau 30 Variation diurne du rayonnement, de l'hygrométrie et des températures de l'air dans l'*Ulmo-Tilietum* le 18 août 1969

Heures	Rayonnement (lux) hors couvert	ombre totale	Hygrométrie (%) hors couvert	sous couvert	Température sous couvert (°C)
7	4 000	200	75	80	18
8	4 200	200	75	80	18
9	32 000	3 000	70	80	19
10	36 000	4 000	60	75	20
11	44 000	6 000	35	70	22
12	49 500	10 000	32	60	26
13	49 500	10 000	32	55	30
14	51 200	7 000	30	55	34
15	49 500	7 000	30	50	34
16	49 500	7 000	40	50	34
17	47 000	5 000	56	60	30
18	16 000	3 000	70	65	25
19	4 000	2 500	75	80	23
20	200	200	75	85	19
20.15		200	85	85	19

2.2 *Sol*

Le sol de l'*Ulmo-Tilietum* (tableau 31), formé dans la plupart des cas aux dépens des résidus de moraine du grand glacier de la Pique ou des éboulis plus récents qui la recouvrent, offre trois horizons très nets. En surface, sous l'abondante couche de litière et de débris ligneux en décomposition qui peut mesurer jusqu'à 12 cm d'épaisseur, vient un horizon humifère, à structure particulaire-grumeleuse, marron grisâtre, renfermant la majorité des racines d'herbacées, les bulbes d'arum et de muguet et quelques petits cailloux peu usés; il est limité inférieurement par un lit à peu près continu de mycéliums, épais de 1 à 5 cm. La terre fine renferme des éléments quartzeux usés aux angles, ou schisteux peu ou non corrodés. La matière organique, abondante, est en agrégats solides, à microstructure stable et angles nets.

Dans l'horizon suivant, les agrégats, encore solides, offrent des angles plus émoussés et les éléments de la terre fine sont plus altérés-corrodés, mais seulement au contact des racines. Celles-ci appartiennent à la fois aux arbres et aux arbustes et se répartissent sur les 60 à 80 cm de l'horizon, qui est par ailleurs parcouru par de nombreuses galeries de rongeurs. La macrostructure, très stable, y est encore grumeleuse-nuciforme et la couleur est marron-brun clair.

Les pH sont parmi les plus élevés de la région; ils décroissent un peu de haut en bas du profil; les taux de matière organique sont élevés et l'humus est doux, la litière produisant une notable quantité de bases; le taux du fer est plus important en surface qu'en profondeur: le lessivage est faible. La perméabilité est bonne, comme la capacité de rétention. Les C/N élevés traduisent une

Tableau 31 Analyse physico-chimique des sols de l'*Ulmo-Tilietum*. L'astérisque représente le poids en % des racines égal à la différence 100 moins cailloux plus terre fine

Horizons	Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		Perméabilité sous 1 kg	Capacité de rétention à PF 2,8	pH	Matière organique	N	C/N	Fer total
					fin	gros	fin	gros							
	cm	%	%	%	%	%	%	%	cm/h			%	‰		‰
A_1	0–10	60*	37	8	30	7	17	38	9,5	37	6,7	13	3,9	20	50,1
A_2	10–20	50*	44	11	29	8	12	40	9	35	6,4	6	1,9	18	45,2

minéralisation assez rapide de l'azote, mais surtout un apport très important de matières ligneuses.

La moraine ou le schiste viennent ensuite sans horizon de transition.

La granulométrie de la terre fine avec le «V» caractéristique est, à peu de chose près, identique à celle des sols précédemment étudiés.

Un tel sol peut être rangé dans le groupe des sols bruns forestiers.

3. Valeur dynamique

L'association, ainsi définie et malgré les caractères encore primitifs du sol, constitue, à n'en pas douter, un stade terminal d'évolution vers lequel tendent la plupart des formations laissées en repos dans l'étage montagnard inférieur. L'*Ulmo-Tilietum* apparaît ainsi comme l'expression probable du climax de cette zone; ce climax s'enrichirait sans doute en sapin sur les versants septentrionaux, se transformant ainsi en une sapinière mixte, et resterait pur ailleurs. Le dynamisme du groupement est tel qu'il arrive même à conquérir les parties de la chênaie où le sol est assez profond, la transformant ainsi en une ormaie-tillaie à chêne, mais sans érable et sans frêne.

III. B. *Campanulo-Fraxinetum* nov. ass.

(Association à *Fraxinus excelsior* et *Campanula latifolia*)

1. Floristique

Le *Campanulo-Fraxinetum* (tableau 32, pochette *in fine*) est distinct de l'*Ulmo-Tilietum* d'abord par l'absence du tilleul, la faible représentation des érables, par l'abondance du frêne, du bois puant, par le très beau développement de la grande campanule, ensuite par la présence de tout un lot de différentielles mésohygrophiles ou hygrophiles qu'on retrouve dans les mégaphorbiaies telles *Spiraea*, *Heracleum*, *Hesperis*. Toutes ces espèces le distinguent également des autres forêts qu'on a étudiées jusqu'ici. Au contraire, beaucoup d'autres les rapprochent, telles les fougères, le fraisier, les anémones, la clématite, *Paris*. Il est curieux de retrouver ici *Oxalis acetosella*, souvent très abondant, mais chétif et se reproduisant végétativement. *Deschampsia caespitosa* se rencontre, ici ou là, dans l'association dont elle paraît exclusive, bien que ne figurant que dans un relevé du tableau. Bien souvent, le sol est couvert par larges plaques de *Marchantia* et *Mnium undulatum*, ces deux espèces ne figurant pas dans les relevés du tableau.

Deux sous-associations peuvent facilement être reconnues: l'une à mercuriale et aconit distincte par son groupe de neutromésophiles, l'autre à valériane, par ses espèces hygrophiles.

Le cortège floristique du *Campanulo-Fraxinetum* ne comprend que 4 espèces de fougères, 69 espèces de phanérogames (y compris *Deschampsia caespitosa*), réparties en 61 genres et 33 familles, et deux mousses seulement. La famille la mieux fournie est celle des rosacées (10 espèces); elle est suivie des renonculacées (7 espèces) et des ombellifères avec 5 espèces. Les genres *Prunus*, *Rubus*, *Fragaria*, *Aconitum* et *Ranunculus* sont chacun bispécifiques.

L'aire minimale est réalisée sur 64 m^2 avec 40 espèces pour la sous-association à aconit, et avec 27 espèces pour la sous-association à valériane. Celle-ci est donc plus pauvre et son milieu plus spécialisé.

La morphologie aérienne de l'association est marquée par une haute strate variant entre 5 et 15 m de haut, abritant une strate arbustive clairsemée à base de chèvre-feuilles et de sureau et une strate herbacée élevée de 0,80 à 3 m, très dense et délicatement colorée par les grandes corolles blanches ou violettes de *C. latifolia*, souvent dépassées par les grandes hampes des valérianes, de *Sonchus Plumieri* et d'*Heracleum*. L'abondance des deux aconits, des impatientes et d'*Hesperis* lui donne un cachet de luxuriance inconnu ailleurs que dans les mégaphorbiaies; quelquefois, la clématite abonde, donnant un aspect touffu à l'association qui est d'habitude très ordonné.

Dans le sol, la majorité des systèmes racinaires est concentrée dans les premiers 20 à 30 cm; seuls le frêne, le bois puant et l'orme exploitent les couches plus profondes.

L'association peut présenter des aspects variables suivant les espèces dominantes du sous-bois: *Mercurialis*, *Polygonatum*, *Lysimachia*, *Astrantia*, *Geum*, *Myosotis*, les fougères, par exemple, ou bien l'ortie. S'il n'a pas été possible de déceler à quoi correspondaient les premiers, on peut toutefois signaler que le dernier indique un milieu riche en matière organique d'origine animale (jusqu'à 68% du total). Aucune espèce de champignon supérieur ne croît dans le *Campanulo-Fraxinetum*.

Tel quel et comparé aux autres associations européennes, où le frêne joue un grand rôle, le *Campanulo-Fraxinetum* se rapproche surtout du *Pruno-Fraxinetum* (OBERDORFER 1953) appartenant à la sous-alliance *Alnion glutinoso-incanae* alsacien ou d'Europe centrale. Du *Pruno-Fraxinetum* il a l'aulne, le frêne, le bois puant et l'orme, plusieurs hygronitrophiles, plusieurs ubiquistes des forêts humides et quelques caractéristiques, telles *Impatiens* ou *Rubus caesius* qui est ici assez rare. Il représente certainement en Pyrénées centrales le *Fraxinio-Carpinion* médio-européen[Δ], bien qu'il ne possède ni charme ni *Rhamnus Frangula*.

On pourra noter aussi, sans pouvoir toutefois l'expliquer avec certitude, que *Poa Chaixi*, qui joue un certain rôle dans cette alliance, manque absolument dans le *Campanulo-Fraxinetum* et dans l'*Ulmo-Tilietum*; il est, au contraire, abondant dans les forêts à sapin et les frutiçaies de versant nord.

[Δ] Voir en bibliographie les travaux de NOIRFALISE, de TRAUTMANN et LOBMEYER.

La biologie de l'association est toute entière dominée par le comportement des arbres: dépourvus de feuilles en hiver et au printemps, ils laissent au macroclimat stationnel toute sa rigueur; l'été, ils forment un écran très dense et maintiennent l'hygrométrie. Et pourtant, c'est de la fin juillet à la mi-août que la strate herbacée est la plus fournie; la floraison commence à la mi-juillet par les herbacées les plus fragiles *(Geranium, Impatiens, Circaea, Myosotis)* qui peuvent monter à graine avant que ne se soient complètement épanouies les hampes des campanules et des aconits. C'est plus tard encore, lorsque tous ont fleuri et sont en voie de fructification, qu'*Heracleum* monte à fleur, fructifiant à la fin septembre.

La production de matière herbacée varie, d'après quelques mesures, entre 15 et 20 kg/m^2; ce qui est proche des valeurs obtenues pour les mégaphorbiaies.

La couverture herbacée se maintient jusqu'aux premières neiges et ne résiste pas au froid de novembre.

Tableau 33 Spectres biologique et biogéographique du *Campanulo-Fraxinetum* (valeurs en %)

Types biologiques		Eléments biogéographiques	
Phanérophytes:		Européens	14
macro	13	Eurosibériens-eurasiatiques	31
nano	11	Circumboréaux	12
liane	4	Paléotempérés	13
Chaméphytes	3	Paléoboréaux	1
Hémicryptophytes:		Atlantiques	1
rosettes	11	Subatlantiques	4
rampants et couchés	9	Subméditerranéens	1
dressés	13	Méditerranéens	1
cespiteux	1	Endémiques	3
Géophytes:		Cosmopolites	6
tubercules	9	Orophytes européens	13
rhizomes	20		
Thérophytes 1	3		
2	3		

Le spectre biologique (tableau 33) est moins riche que celui de l'*Ulmo-Tilietum* en phanérophytes (spécialement macro), hémicryptophytes et chaméphytes, mais par contre le surpasse en thérophytes, en géophytes (spécialement à rhizome); dans le détail, il renferme plus d'hémicryptophytes à rosette. Ces caractères traduisent sans aucun doute un microclimat moins favorable aux arbres, mais un milieu plus ouvert aux herbacées. Comparé à celui de la sapinière, de la hêtraie et de la chênaie, il est plus riche en macrophanérophytes, plus pauvre en hémicryptophytes (cespiteux entre autres), mais infiniment plus riche en géophytes.

Le spectre biogéographique est remarquable par le nombre élevé de paléo-

tempérés associé à un grand pourcentage d'eurosibériens et eurasiatiques: le *Campanulo-Fraxinetum* est ainsi, de toutes les associations forestières, le *Rhododendro-Betuletum* orophyte mis à part, celle qui est la plus ouverte aux influences nord-européennes et la moins «maritime» (au total 7% d'atlantiques et méditerranéens au sens large).

2. Ecologie

L'écologie de l'association est tout entière dominée par l'importance du facteur eau: il règle à la fois le climat et, en grande partie, les caractères du sol.

2.1 *Microclimat*

Le microclimat obéit aux grandes lois régissant les «creux» en montagne, les inversions de température y étant fréquentes; mais dans le détail, il est constamment réglé par la présence du cours d'eau ou de la nappe suintante qui se comporte comme un puissant évaporateur, ce qui entretient en toute saison une constante hygrométrie. Celle-ci atténue considérablement en hiver les phénomènes locaux d'ascendance, accroissant en même temps la rigueur du microclimat (*M* très bas), et les augmente en été, de sorte que si l'hygrométrie est maintenue, les températures sont également régularisées, comme le montre le tableau 34 ci-dessous. La comparaison des écarts entre *M* et *m* pour un même mois et pour l'année avec la sapinière (tableau 10, p. 39), la chênaie (tableau 24, p. 73) et l'*Ulmo-Tilietum* est fort suggestive à cet égard. La figure 10, page 91, résume l'évolution de *M* et *m* dans le *Teucrio-Quercetum*, l'*Ulmo-Tilietum* et le *Campanulo-Fraxinetum* durant l'année 1969.

Tableau 34 Variations des températures aériennes dans le *Campanulo-Fraxinetum* au Moulin de Saint-Aventin en 1969/70

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M	2	2	2	12	16	18	20	20	18	17	10	2
m	—10	—10	—10	—4	8	9	17	17	12	10	—2	—17?

Les variations journalières de température et d'hygrométrie de l'air sont portées au tableau 36, p. 92. Elles frappent par leur très faible amplitude. Ces températures régulières, jointes à la grande hygrométrie, constituent une nécessité de premier plan pour l'association: elles expliquent pourquoi celle-ci ne se rencontre jamais en versant sud, où le microclimat subit des variations saisonnières

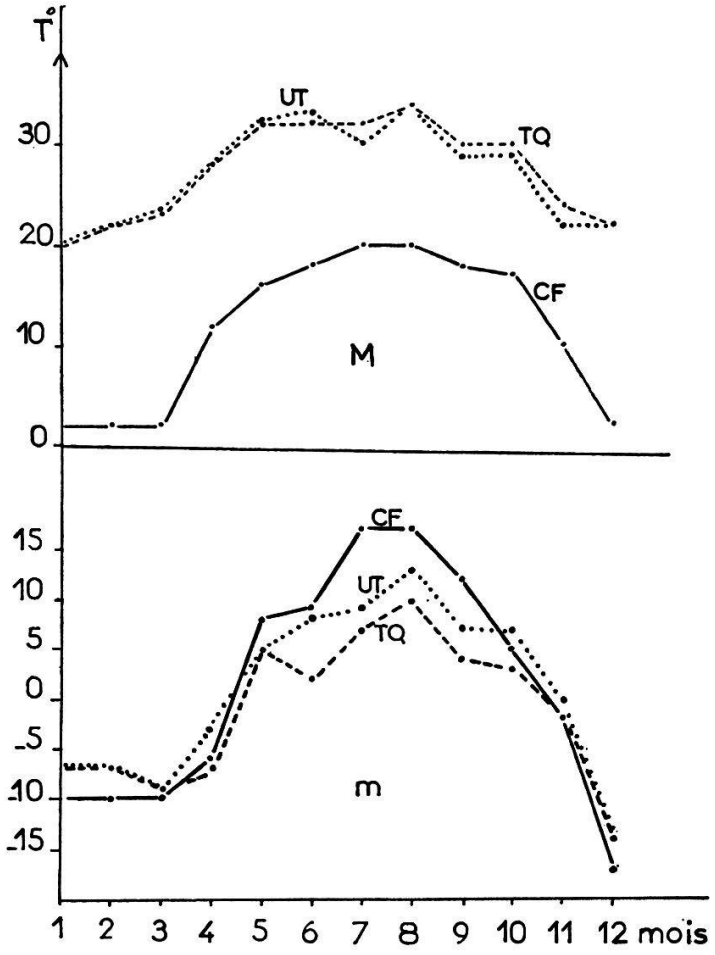


Fig. 10 Evolution des températures *M* et *m* dans le *Campanulo-Fraxinetum (CF)*, le *Teucrio-Quercetum (TQ)*, l'*Ulmo-Tilietum (UT)* durant l'année 1969/70

et journalières trop importantes. Elles justifient probablement aussi les particularités des spectres biogéographiques et la parenté avec le *Carpinion* médio-européen.

L'hygrométrie du sol ne descend au-dessous de 80% que dans la sous-association *aconitetosum* en août et septembre; dans la sous-association *valerianetosum* elle est toujours à saturation, la nappe suintant continuellement sur le sol et y maintenant des conditions anaérobies permanentes. Ces deux conditions éliminent absolument le tilleul et l'orme et défavorisent les érables. Par suite de la très grande quantité d'eau libre du sol et de la présence d'une abondante litière, les températures édaphiques (tableau 35) sont très régulières à 15 cm de profondeur et varient beaucoup moins que dans les autres groupements forestiers: le tableau 4 le montre. En surface, les courbes de *M* et *m* suivent les valeurs précédentes, mais avec un écart de 2° en plus en été et se stabilisent à 1° en hiver.

Tableau 35 Variation des températures édaphiques à 15 cm de profondeur dans le *Campanulo-Fraxinetum* de Saint-Aventin en 1969/70

Mois		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
15 cm	*M*	7	7	7	9	11	12	15	15	15	14	13	9
	m	7	7	7	8	10	12	13	14	15	13	10	7

La marche de la luminosité n'a pas pu être étudiée très régulièrement, mais les mesures ponctuelles et journalières effectuées plusieurs étés de suite ont montré qu'elle s'inscrivait dans les limites très voisines de celle de la corylaie. Le tableau suivant (36) résume les variations du rayonnement total dans la journée du 18 août 1968; on pourra les comparer avec celles du rayonnement en sapinière et dans les autres forêts, la journée ayant été ensoleillée exactement de la même manière.

Tableau 36 Variations de l'hygrométrie, de la température du rayonnement dans le *Campanulo-Fraxinetum* pendant la journée du 18 août 1968

Heures	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Valeurs (en lux)	200	3800	3800	2000	2000	2000	1000	900	800	720	420	300	200	100
Hygrométrie (%)	95	95	95	95	95	93	92	83	90	94	95	95	95	95
Températures (°C)	17	17	17	17	18	19	23	23	20	18	17	17	17	17

2.2 *Sol*

Bien que le calcaire manque dans toute la région et que le substrat du *Campanulo-Fraxinetum* soit la moraine glaciaire à argile bleue, la flore, on l'a vu, est à peu près exclusivement formée de plantes neutrophiles et neutro-basophiles: l'absence quasi totale des acidophiles est frappante: les pH ne sont, en effet, nulle part inférieurs à 6,7 dans les premiers 15 cm et se maintiennent, comme pour l'*Ulmo-Tilietum*, au-dessus de 6 jusqu'à 70 cm de profondeur, où ils descendent alors brutalement.

Le sol (tableau 37, p. 93) est composé d'horizons bien nets. Sous la couche d'hépatiques surmontant un A_0 à mull grumeleux, pouvant atteindre 10 à 15 cm, vient un premier horizon A_1, très noir, renfermant les rhizomes et un abondant feutrage de racines d'herbacées et d'arbustes, argilo-limoneux, mais à limons grossiers et sables fins assez abondants, ce qui est tout à fait particulier, à C/N voisin de 20 et à teneur en fer total relativement peu élevée. La structure est nettement motteuse, solide; la microstructure est massive. Cet horizon passe sans transition au A_2, encore humifère, marron, renfermant la plupart des racines d'arbustes et d'arbres et marqué de nombreuses taches de microgley.

Tableau 37 Analyse physico-chimique du sol du *Campanulo-Fraxinetum* au Moulin de Saint-Aventin (rel. 637). L'astérisque signale le poids de racines (différence 100 moins cailloux plus terre fine)

Horizons	Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		Perméabilité sous 1 kg	Capacité de rétention à PF 2,8	pH	Matière organique	N	C/N	Fe
					fin	gros	fin	gros							
	cm	%	%	%	%	%	%	%	cm/h			%	‰		‰
A_1	10–25	26	72*	14	42	13	25	6	1,7	49	6,7	18	2	23	51
A_2	25–70	40	57*	8	39	15	28	10	1,7	52	6,3	6	0,5	20	52

La structure, encore motteuse, est fort solide, les angles nets. La terre fine est un peu moins argileuse; elle est, cependant, encore fort peu perméable et elle possède une capacité de rétention élevée. La microstructure est massive sans retrait, comme la précédente.

Cet horizon passe progressivement à la moraine argileuse würmienne avec ses blocs roulés de toute nature.

Les taux de matière organique de ce profil sont relativement bas, comme ceux du fer; sans doute faut-il attribuer ce caractère à la pente assez forte qui entraîne un lessivage oblique important. En d'autres points, à pente faible, le mull grumeleux est très épais, A_1 accumule une grande quantité (jusqu'à 28%) de matière organique: les taux d'azote y sont élevés et les C/N inférieurs à 20. Dans tous les cas et contrairement à celui de l'*Ulmo-Tilietum*, le complexe est assez pauvre en bases échangeables. Ces caractères rapprochent beaucoup ces types de sols de ceux du *Carpinion* européen; ils expliquent l'absence d'arum, de mérisier, la faible représentation des érables, l'abondance de l'orme.

Si on compare les propriétés physiques de ce profil avec celles du sol précédent, on peut en déduire que le frêne, le prunier et l'aulne ont une plus grande aptitude à vivre dans les sols mal drainés que les espèces de l'*Ulmo-Tilietum*. Pour essayer d'expliquer la très stricte localisation de *Campanula latifolia* et de *Deschampsia caespitosa* à l'association, des cultures expérimentales ont été entreprises en pleine lumière et sol à pH supérieur à 7, avec ou sans humidité élevée, des plants ont été transportés dans l'*Ulmo-Tilietum*, dans la corylaie à lumière tamisée mais à sol acide (pH inférieur à 5), avec ou sans humidité élevée, avec ou sans hygrométrie constante. Toutes les plantes se sont maintenues en vie plus ou moins chétive la première année, ont passé l'hiver, ont repris leur végétation au printemps suivant, mais ont commencé à décliner et sont mortes avant l'automne. Il semble donc qu'on puisse caractériser l'écologie de ces deux espèces par les trois exigences primordiales:

- lumière atténuée durant la belle saison
- présence d'un mull (ou mull-moder) épais
- constance d'une hygrométrie aérienne supérieure à 80% et d'une quasi saturation permanente du sol.

Les deux volets de cette dernière se compensent d'ailleurs mutuellement; ainsi, en fonction de l'altitude, donc du microclimat, un gradient s'établit: le *Campanulo-Fraxinetum* est sur sol marécageux à 900 m d'altitude (Saint-Aventin), sur sol humide mais bien drainé à 1400 m (Oô et Bourg-d'Oueil). Un phénomène du même ordre explique que le *Campanulo-Fraxinetum* soit vraisemblablement le vicariant pyrénéen du *Pruno-Fraxinetum*: notre climat, plus «méridional» que celui d'Europe centrale, devant être compensé par une plus grande hygrométrie et une plus longue période de saturation édaphique.

Le *Campanulo-Fraxinetum*, très strictement inféodé aux conditions édaphoclimatiques décrites ci-dessus, n'offre pas beaucoup de passages latéraux à

d'autres associations: tout au plus est-il bordé sur quelques mètres d'un mince liseré d'*Ulmo-Tilietum* ou de corylaie lorsque le sol s'assèche, ou bien passe-t-il à l'aulnaie le long de certains cours d'eau. Il constitue ainsi, à l'étage forestier, un bel exemple d'association permanente en équilibre avec le milieu et ne pouvant, semble-t-il, évoluer vers un climax différent.

IV. Les formations à bouleau et à noisetier

Le bouleau et le noisetier ne sont pas considérés comme des essences forestières; pourtant tous deux peuvent former de beaux peuplements purs, le noisetier abondant surtout au-dessous de 1400 à 1500 m, le bouleau montant aisément au-dessus.

IV. A. La bétulaie

Le comportement du bouleau pose en vallée d'One des problèmes difficiles à résoudre. On en trouve à 600 m d'altitude, à 1500 m, à plus de 2000 m, aussi bien au sud qu'au nord, et tous les sols semblent lui convenir, pourvu toutefois qu'ils demeurent assez humides au plus fort de l'été. La plante semble ainsi fort plastique; en fait, à haute altitude le bouleau est à peu près toujours du *Betula verrucosa*, alors qu'au-dessous de 1200 m c'est souvent *B.pubescens*. Entre 1200 et 1750 m environ, ce sont des hybrides entre les deux espèces qui se partagent les deux stations, et il est souvent bien difficile, quand on n'a pas les châtons, de savoir à quelle forme on a affaire. Les formes les plus proches de *B. verrucosa* sont sur les stations les plus «dures», celles qui se rapprochent le plus de *B.pubescens* vivent, au contraire, dans les conditions plus favorables. En général, entre 1350 et 1600 m en vallée de Larbouste et en vallée d'Oô, semble s'être isolée une forme hybride encore proche de *B.pubescens* qui constitue de très beaux peuplements, abritant en sous-bois une opulente prairie. C'est cette formation qui sera étudiée ici.

1. Floristique

La bétulaie à brachypode (tableau 38) se présente donc, au mieux de son développement, comme une haute futaie dense ou claire de bouleau, recouvrant une strate très fournie de brachypode, dont la composition floristique est fort voisine de celle du *Centaureo-Brachypodietum*. S'il n'est pas possible de trouver des caractéristiques à cette association, tout au moins peut-on la définir par la réunion d'espèces appartenant aux *Vaccinio-Piceetea* et aux *Brachypodietalia*. Sur cet ensemble, se surajoutent deux groupes d'indicatrices, l'un plus affine des bois frais ou des associations subalpines, l'autre plutôt lié aux associations

montagnardes chaudes: ils délimitent deux sous-associations: à *Viola silvatica* avec *Pleurozium* et beaucoup d'*Hylocomium* et à *Calluna vulgaris*.

Des faciès à *Poa nemoralis*, à *P. Chaixii*, à *Calamagrostis arundinacea*, à *Chrysanthemum corymbosum*, à *Pteris aquilina*, à *Avena montana* doivent être signalés, sans qu'il soit possible d'en attribuer l'origine à une quelconque variation écologique.

Mal définie floristiquement, la bétulaie à brachypode ne peut pas, semble-t-il, être considérée comme une association; c'est plutôt comme un mélange ou un stade de transition. Elle représente un état d'évolution actuellement en équilibre et intermédiaire entre le *Centaureo-Brachypodietum* d'une part et le *Polysticho-Abietum* ou le *Fagetum* à chêne d'autre part. Les restes secs de bruyère, de genévrier commun ou de rhododendrons prouvent que cette bétulaie est passée par le stade du prébois à bruyère et genévrier et par celui de la rhodoraie. Il est probable que les bouleaux se sont installés, comme ils le font encore sur les lisières, dans la pelouse à brachypode.

Ainsi ils jouent, au-dessus de 1250 à 1300 m, le rôle que le noisetier remplit plus bas. Mais une fois grands, au lieu d'éliminer la strate herbacée, comme le fait le noisetier, ils en favorisent au contraire la croissance en atténuant la rigueur du climat.

Cette bétulaie constitue un stade préforestier, ou mieux, préclimacique. Ce stade est stabilisé depuis au moins 70 ans – de nombreux bouleaux de 10 à 15 m de haut ont des troncs de 50 cm de diamètre à 1 m du sol – et ne semble pas évoluer actuellement vers le *Polysticho-Abietum* ou le *Fagetum*. Par contre, il présente sur ses limites inférieures de nombreux mélanges territoriaux avec les hêtraies et les corylaies, dont la plupart manifestent un net dynamisme vers la hêtraie ou la hêtraie-sapinière. A ses limites supérieures, la bétulaie à brachypode passe insensiblement à une prairie à *Calamagrostis arundinacea* piquetée de *Betula verrucosa* qui constitue un stade initial du *Rhododendro-Betuletum*.

Ni les semis de hêtre ni ceux de sapin ne peuvent s'y installer, sans doute à cause des propriétés de la strate herbacée qui forme, entre l'air et le sol, un écran difficilement franchissable par les jeunes plantules. La bétulaie à brachypode, rebelle à la colonisation par le hêtre ou le sapin, se comporte comme une association climatique. C'est un peu l'analogue du *Betuletum pubescentis* à *Deschampsia flexuosa* et *Oxalis acetosella* médio-européen (MATUSZKIEWICZ 1963).

Par ses propriétés de couverture, elle constitue un puissant auxiliaire dans la lutte contre l'érosion.

La bétulaie, apparentée à la fois aux associations forestières et aux associations de pelouse, est riche de 67 espèces, non comptées les 4 mousses, la fougère et les 40 accidentelles. Les graminées sont les mieux représentées avec 10 espèces et 9 genres, puis viennent les papilionacées avec 8 espèces et 6 genres et les labiées avec 8 espèces et 7 genres, suivies des composées avec 6 espèces et 5 genres. L'abondance de ces familles est un des traits les plus frappants du cortège floristique: elle traduit bien l'origine prairiale du groupement. Contrai-

rement aux autres associations forestières, la bétulaie ne compte que 5 espèces de rosacées qui arrivent ainsi au cinquième rang.

L'aire minimale se situe à 50 m^2 pour 40 espèces.

Le spectre biologique est tout entier dominé par les hémicryptophytes; la très faible représentation des phanérophytes souligne le caractère très ouvert du peuplement et sa biologie particulière: on pourrait presque dire que la bétulaie à brachypode est plus une pelouse arborée qu'une forêt.

Le spectre biogéographique (tableau 39) ne présente rien de particulier, si ce n'est une assez grande ouverture sur l'Europe moyenne, allant de pair avec une représentation non négligeable (13%) des éléments atlantiques et méditerranéens au sens large.

Tableau 39 Spectres biologique et biogéographique de la bétulaie à brachypode (valeurs en %)

Types biologiques			Eléments biogéographiques		
Phanérophytes:			Orophytes:		
macro	2	7	alpino-pyrénéens	5	15
nano	5		ouest-européens	1	
Chaméphytes:			sud-européens	7	
frutescents et sous-frutescents	8	11	ibériques s.l.	2	
tapis	3		Européens		21
Hémicryptophytes:			Eurosibériens-eurasiatiques		25
dressés et scapeux	26	62	Circumboréaux		16
rosettes	10		Paléotempérés		5
cespiteux	10		Atlantiques		1
couchés et rampants	16		Subatlantiques		5
Géophytes:			Méditerranéens-atlantiques		1
rhizomes	7	12	Subméditerranéens		6
tubercules	5		Endémiques		2
Thérophytes		3	Cosmopolites		3
Mousses		5			

2. Ecologie

L'écologie du groupement n'a pu être suivie tout au long de l'année par suite de difficultés d'accès.

2.1 *Microclimat*

D'après les sondages ponctuels, le climat ne semble pas très différent de celui que connaît le *Polysticho-Abietum* des versants ouest à même altitude. Le microclimat estival apprécié dans la période du 17 au 23 août 1969 est caractérisé par la pénétration sous le couvert d'un rayonnement important, grâce au feuillage de *Betula* très mobile et léger, à feuilles le plus souvent verticales ou fortement inclinées. Ces qualités laissent ainsi subsister tout le long du jour une

juxtaposition permanente de nombreuses plages ensoleillées et quelques plages d'ombre dense. Le tableau 40 résume la marche du rayonnement à 1500 m d'altitude, un peu au-dessus du col de la Coume (relevé 628), pour le 20 août 1969. La marche de l'hygrométrie et des températures hors et sous couvert y figurent aussi: à part une pointe à 50% en début d'après-midi, l'hygrométrie diurne reste du même ordre que celle des sapinières, l'hygrométrie nocturne étant, dans l'ensemble, moins élevée. Les températures hors couvert, plus basses la nuit et le matin, sont plus élevées à la mi-journée et l'après-midi, les températures sous couvert sont nettement plus hautes.

Tableau 40 Variations journalières du rayonnement, de l'hygrométrie et de la température dans la bétulaie à brachypode dans la journée du 20 août 1969

Heures	Rayonnement (lux)			Hygrométrie	Températures	
	hors couvert	sous couvert		(%)	(°C)	
		plage ensoleillée	ombre totale	sous couvert	hors couvert	sous couvert
7	4 000	200	200	69	9	11
8	4 000	200	200	65	9	10
9	16 000	500	500	65	18	10
10	16 000	1 000	1 000	70	18	11
11	32 000	1 800	1 800	70	20	13
12	43 000	32 000	1 800	70	25	15
13	49 000	32 000	3 000	70	48	16
14	47 000	40 000	6 000	67	43	17
15	47 000	36 000	6 000	62	40	18
16	47 000	34 000	5 000	68	40	17
17	40 000	24 000	4 000	72	36	17
18	40 000	24 000	4 000	75	30	15
19	16 000	10 000	3 000	80	21	12
20	1 000	1 000	1 000	90	18	12
20.15	100	100	100	90	10	12

On note, en outre, que le couvert maintient, la nuit, des températures plus élevées de 2° que celles de l'extérieur; celles-ci commencent à descendre de 1° de 7 à 9 heures, en même temps que s'abaisse l'hygrométrie et que s'accroît brusquement le rayonnement. Ces variations sont comparables, mais en plus atténué, à celles qu'on avait signalées en haute montagne à propos des pelouses (NÈGRE 1969b) et des landes (NÈGRE 1970); elles ne se manifestent nulle part ailleurs en forêt. Ce caractère écologique rapproche ainsi la bétulaie à brachypode des pelouses, l'éloignant des forêts.

La marche annuelle des températures du sol, autant qu'on puisse en juger par les mesures de mai à décembre, appuient cette manière de voir.

2.2 *Sol*

Du point de vue pédologique, le sol présente trois horizons biogéniques surmontant l'argile bleue morainique des glaciers de la Pique ou l'éboulis schisteux plus récent. Il n'y a pas de A_0 formé, comme dans les profils précédents, par les débris de feuilles et de bois, mais sous le tapis herbacé, souvent très dense, vient tout de suite un A_1, brun-gris, riche en vers, à structure nuciforme agrégée, renfermant la majorité des racines de la pelouse et des cailloux de 0,1 à 7 cm de diamètre, usés aux angles, gélivés sans trace apparente de corrosion et peu perméable dans l'ensemble. Les sables offrent tous des faces nettes et des angles aigus attestant leur origine autochtone, les éléments plus fins ne sont pas tous issus des roches en place. La matière organique est bien liée aux éléments fins en de petits agrégats solides mais à angles mous.

L'humus acide, encore de type moder, est rapidement minéralisé, les C/N restant élevés; les teneurs en fer sont élevées, comme dans tout le profil.

A_2, ocre, très épais, renferme, outre les racines de tous les arbustes et des arbres, une foule de gros éléments gélivés, très altérés, aux angles arrondis, et des petits graviers à angles vifs et relativement peu attaqués. Les agrégats organiques ont une structure encore stable, assez comparable à celle du *Polysticho-Abietum*. Le pH est légèrement plus haut, la perméabilité un peu meilleure. L'argile et la matière organique sont peu abondantes en haut de l'horizon, plus abondantes à la base; un début de lessivage et d'accumulation ferait penser à une possible individualisation de deux horizons distincts.

AC, ocre-bleu, pourvu de nombreuses taches de gley, renferme encore quelques cailloux usés sur place et des racines en voie de décomposition, mais surtout une masse d'origine nettement morainique à éléments quartzeux fortement usés et allochtones. Le pH est ici de 6,5, les teneurs en fer sont plus élevées.

Au-dessous s'observe la moraine (à pH et teneur en fer voisins) ou le schiste.

Ce type de profil peut être attribué aux sols ocres de montagne actuellement en cours d'évolution vers le podzol; il passe en versant nord à une forme à horizons moins nets, moins acides, plus humifères et à structure nucellaire se rapprochant assez des sols du *Polysticho-Abietum*.

IV. B. La corylaie

Il n'est pas plus possible de parler d'une association à noisetier que d'une véritable association à bouleau. Le noisetier couvre en effet des pentes entières dans tout l'étage montagnard inférieur de 600 à 1300–1350 m environ, à toute exposition et sur n'importe quel type de substrat; elle est rare cependant au sud: à ces altitudes, les terres qui lui conviennent le mieux y sont (ou ont été encore récemment) cultivées, et l'*Ulmo-Tilietum* règne en maître dans les parties non cultivées.

Tableau 41 Analyse physico-chimique du sol de la bétulaie à brachypode (prélevé à Barguère) près du relevé 695. L'astérisque indique le poids des racines égal à la différence 100 moins cailloux plus terre fine

Horizons	Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		pH	Perméabilité sous 1 kg	Capacité de rétention à PF 2,8	Matière organique	N	C/N	Fer total
					fin	gros	fin	gros							
	cm	%	%	%	%	%	%	%		cm/h		%	‰		‰
A_1	0–15	36*	60	10	44	8	8	30	4,4	38	1,7	13	1,8	21	68,3
A_2	15–100	43*	55	8	35	9	9	39	4,8	31	2,3	9	0,6	22	62
				13	34			35				18			
AC	100–130	50	50	12	34	13	14	27	6,5	29	0,7	1	0,2	22	66

La corylaie envahit les pâtures abandonnées à brachypode et centaurée, les champs de fougère aigle, disputant la place à la juniperaie. Une fois ensemencé, le noisetier ne peut plus être exterminé, il résiste parfaitement aux écobuages et conduit inexorablement la végétation au prébois. Celui-ci, une fois adulte, évolue alors vers la chênaie, la hêtraie mixte ou pure, la sapinière à fougères, l'ormaie-tillaie.

1. Floristique

Le tableau 42 (pochette *in fine*) illustre bien les trois principaux types de corylaies. Tous ont en commun un lot de six espèces arborescentes thermophiles et sciaphiles appartenant, dans l'ensemble, aux *Querco-Fagetea* et dont la présence constitue un excellent caractère différentiel. Il s'y ajoute, suivant les stations, soit des thermophiles, habituelles compagnes de la chênaie, soit des espèces liées d'ordinaire à la hêtraie ou la sapinière, soit enfin les neutrophiles de l'*Ulmo-Tilietum*. Suivant l'état d'évolution et l'âge du peuplement de noisetier, un ensemble héliox́erophile allant de *Brachypodium pinnatum* à *Helianthemum canum* et un groupe sciahygrophile à mercuriale, *Mnium* et *Lysimachia* se partagent la strate herbacée, pendant que les mésophiles neutres ou acides complètent les ensembles significatifs pour l'écologie. Sans être constantes, les espèces suivantes appuyent les affinités écologiques. Avec le chêne, on rencontre souvent les thermophiles *Asperula cynanchica*, *Bupleurum ranunculoides*, *Asphodelus microcarpus*, *Teucrium pyrenaicum*, *Scabiosa pyrenaica*, *Achillea millefolium*; avec le hêtre, s'observent fréquemment les sciaphiles d'humus doux: *Rumex arifolius*, *Ranunculus auricomus*, *Stellaria nemorum*, *Carex silvatica*, *Aspidium Braunii*, *Pimpinella magna*, ou des sciaphiles indifférentes telles *Stachys alpina* et *Veronica chamaedrys*, ou encore les hygrophiles eutrophes comme *Saxifraga umbrosa*, *Meconopsis cambrica*, *Doronicum cordatum*, *Angelica Razuli*, *Adenostyles pyrenaica* et *Scrophularia pyrenaica*. Partout, *Galanthus nivalis* abonde sous le couvert clair en début de printemps. Les nombreuses compagnes ajoutent à la richesse floristique de la corylaie. Le tableau compte 101 espèces et 75 espèces accidentelles. Mais le caractère floristique le plus frappant de la corylaie est certainement son exceptionnelle mycoflore. Celle-ci vaut d'ailleurs au groupement d'être fortement parcouru et considérablement dégradé par l'homme les «années à champignons»: *Ammanita citrina*, *A.palombina*, *A.pantherina*, *A.phalloides*, *A.rubescens*, *A.vaginata*, *Boletus calopus*, *B.edulis*, *B.granulatus*, *B.luridus*, *B.scaber*, *B.satanus*, *B.subtomentosus*, *Cantharellus cibarius*, *C.cornucopiae*, *C.tubiformis*, *Clavarius div.*, *Clitocybe amethystina*, *C.infundibuliformis*, *Clitopylus prunulus*, *Entolome lividus*, *Hellebome crustiliniforme*, *Hygrophorus sp.*, *Lactarius volemus*, *Phallus impudicus*, *Piptoporus betulinus*, *Russula amaena*, *R.cyanoxantha*, *R.faetens*, *R.emetica*, *R.integra*, *R.lepida*, *R.Queletti*, la morille blanche, les pieds-de-moutons, etc.

Sous son apparente uniformité, la corylaie, même dans une localité bien précise, offre des variations de détail intéressantes. Par exemple, la pente nord

du versant de Tiron, entre la route de Gouron et le cours de l'One, est formée d'une succession de microravines et de microcroupes de 2 à 3 m de haut. Les creux sont à la fois plus humides et plus sombres, les bosses sont plus lumineuses et plus sèches. Dans les premiers, la corylaie évolue vers une hêtraie fraîche à fougères et *Chrysosplenium*; sur les secondes, elle passe au *Teucrio-Quercetum* et sur les flancs des thalwegs, elle tend vers l'*Ulmo-Tilietum*. La mycoflore suit de très près les changements de végétation: au fond des ravines, seuls descendent *Boletus scaber* et *Phallus impudicus*; sur les bords des ravines, nombreux sont encore les *Phallus*, les amanites citrines, les lactaires, les trémoulets *(B. scaber)*, les clavaires, le pied-de-mouton, la trompette noire, le clitocybe; sur les bosses, on cueille les bolets comestibles, *Lactarius volemus*, les ammanites phalloïde et vaginée, les russules (*R. cyanoxantha* et *amaena* entre autres), les chanterelles.

La corylaie, ainsi constituée, paraît assez spéciale aux Pyrénées centrales de Luchon: en effet vers l'est, dès le Val d'Aran et l'Ariège, elle s'enrichit davantage en espèces xérothermophiles comme le buis; vers l'ouest, dès la vallée de Sainte-Marie-de-Campan, par exemple, elle renferme encore le buis, à côté de *Daphne Laureola*, de *Cephalanthera ensifolia*, d'*Asplenium Adianthum nigrum*, d'autres plantes des hêtraies calcicoles, mais perd une bonne partie des acidophiles et des compagnes comme *Phyteuma betonicifolia*, *Cardamine Impatiens*, *Epilobium Durieui*, *Actaea*, *Conopodium mutabile*. Ces corylaies jouent cependant le même rôle que chez nous. Il semble bien d'ailleurs que partout où on les connaît, les fourrés de noisetiers, même lorsqu'ils sont bien stabilisés dans leur évolution, constituent des stades de transition entre la prairie ou la pelouse et la forêt: GENSAC (1967) leur attribue, par exemple, en Tarentaise la valeur d'un proclimax développé sur des sols limono-sableux à mull forestier peu acide ou à moder.

Dans le détail, on retrouve sur le terrain autant de types de corylaies qu'il y a de faciès de sapinière, de hêtraie et de chênaie: ce sont ces divers faciès que le tableau réunit.

Du point de vue morphologique, tous offrent tout de même quelques traits constants; les noisetiers adultes mesurent de 3 à 4 m de haut et maintiennent, grâce à l'écran formé par leurs couronnes denses et continues, un microclimat très particulier. Celui-ci permet la vie d'une strate arbustive, pouvant être assez dense, et d'une strate herbacée d'ordinaire clairsemée, mais pouvant couvrir totalement le sol.

La production de litière, très abondante, provient d'une part des chatons qui tombent au printemps, des feuilles et des fruits qui couvrent le sol dès les premiers grands froids de novembre.

La périodicité est aussi marquée que dans l'*Ulmo-Tilietum*. La floraison des noisetiers a lieu en hiver, généralement du 15 décembre au 15 janvier; dès le 1er avril, *Galanthus* déploie ses clochettes, bientôt suivi des primevères, pulmonaires et violettes. En mai s'échelonne le débourrage de tous les arbustes, celui du noisetier venant souvent en dernier. Après la première floraison printanière, la strate herbacée arrête son développement en mai et juin et ne le reprend qu'à

la mi-juillet: la floraison a lieu fin juillet, début août lorsque les températures sont suffisamment élevées, ce qui n'est pas le cas chaque année; les plantes des strates inférieures en sont alors réduites à la multiplication végétative.

Du point de vue dynamique, la corylaie est, comme ailleurs (cf. par exemple MERCE 1966), un des groupements les plus actifs de la région. Le *Centaureo-Brachypodietum*, abandonné par le pâturage, est conquis en quelques années par le noisetier qui peut éliminer facilement les genévriers et les hautes herbes à fougère aigle. Le fourré demande une dizaine d'années pour passer du stade buissonnant à peu près impénétrable au perchis élevé sous lequel on peut circuler sans trop de difficultés. Mais si le noisetier peut conquérir facilement les pacages abandonnés, il peut aussi s'installer sans peine dans les éboulis, les accumulations de blocs de toute nature, les murettes de soutènement, constituant un remarquable stabilisateur naturel des versants réglés.

Préparant la voie aux trois principales associations forestières de l'étage montagnard inférieur, il se mêle sur ses limites supérieures au bouleau, avec lequel il forme des peuplements mixtes entre 1250 et 1350 m.

Partout, sous le couvert du noisetier, le sapin peut s'ensemencer et croître d'une dizaine de centimètres par an en moyenne; ses accroissements en diamètre restent faibles. Le hêtre peut aussi s'introduire, mais sa croissance est plus lente, les brins restant longtemps chétifs; le chêne et l'orme ont encore plus de difficultés à s'installer, mais peuvent néanmoins y parvenir. Par contre le tilleul, les érables, les cerisiers, le frêne même semblent pouvoir y croître presque normalement.

Les spectres biologique et biogéographique ne méritent pas de mention.

2. Ecologie

De même que la composition floristique est assez hétérogène sous une apparente uniformité, de même l'écologie est assez variable à la fois d'une forme de corylaie à l'autre et dans le détail des divers aspects à l'intérieur d'une même forme.

2.1 *Microclimat*

A titre d'exemple, le tableau suivant réunit les mesures de températures effectuées à 750 et 900 m d'altitude dans deux individus de corylaie appartenant à la série de l'*Ulmo-Tilietum*.

Les températures de l'air (tableau 43, p. 105), à 1 m du sol, sont très voisines de celles qui ont été indiquées dans le tableau 3 pour la station hors-couvert de Tiron; seuls, les *M* de février à mai sont plus élevés de 1° comme les *m* de janvier et février. Il est remarquable de constater que *m* ne descend pas en juillet et août au-dessous de 8,5° et en septembre de 6°. L'amplitude journalière est faible, même au plus fort de l'été, comme on le voit sur le tableau 44,

page 106, surtout si on la compare à celle des températures mesurées hors du couvert, où elle est de 40 °C: les températures nocturnes sont supérieures sous couvert de 2 à 5° aux températures nocturnes prises à l'air libre.

Tableau 43 Variation des températures de l'air et du sol dans la corylaie pendant l'année 1969. Les températures *M* et *m* de 1970 ont été supérieures d'un degré en mars-avril-mai, les *m* de 1971 ont été inférieurs de 7 à 9° en janvier-février-mars.

Mois		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Air, station 3, 900 m	*M*	17	20	21	26	30	32	33	33	28	26	24	22
	m	—6	—6	—5	—3	3	4	8,5	8,5	6	3	—2	—14
Sol 15 cm, station 3, 900 m	*M*	3	3	7	7	12	15	18	15	14	12	10	4
	m	0	0	0	2	4	4	10	13	10	9	4	1
Sol 15 cm, station 2, 750 m	*M*	4	4	5	9	11	15	18	19	15	12,5	10	4
	m	0,5	1	2	4	4	7	10,5	14	11	9,5	6	1

Les températures du sol sont assez différentes d'une station à l'autre: à 750 m, les *m* n'atteignent pas zéro et s'élèvent plus rapidement, les *M* n'y descendent pas au-dessous de 4° et restent à 15° et au-dessus durant quatre mois au lieu de trois. Les *M* et les *m* restent distincts tout au long de l'hiver, comme dans la plupart des associations forestières étudiées, mais au contraire des associations de landes et de pelouses. L'amplitude de *M-m* est un peu plus forte au printemps et en début d'été à 900 qu'à 750 m.

L'hygrométrie de l'air, souvent à saturation, se maintient à peu près toute l'année au-dessus de 70% et ne descend à 60% qu'en fin d'été, au moment des coups de vent d'Autan. Même au plus fort de l'été, elle n'atteint 70% qu'en milieu de journée, comme l'indique le tableau 44, page 106, et encore l'amplitude y est-elle faible, comparée à celle des autres associations forestières. Elle s'abaisse très régulièrement et n'accuse pas le «V» qui se produit d'ordinaire en début de journée. L'humidité du sol ne descend jamais au-dessous de 85% et, dans les faciès à *Sanicula* et à *Lysimachia*, jamais au-dessous de 90%.

Le rayonnement à l'ombre totale est très faible durant tout le jour et ne dépasse 1000 lux que de bonne heure le matin, alors que les rayons pénètrent presque horizontalement entre les troncs. Seules les plages ensoleillées, qui sont très rares, reçoivent en matinée un rayonnement atténué (on notera d'ailleurs que le rayonnement extérieur total est inférieur à celui que reçoit l'*Ulmo-Tilietum* et même la sapinière, sauf de midi à 14 heures).

Tableau 44 Evolution du rayonnement des températures et de l'hygrométrie de l'air dans la corylaie du col de la Coume le 20 août 1969, à l'exposition est

Heures	Rayonnement (lux)			Température		Hygrométrie
	hors couvert	sous couvert		(°C)		(%)
		plage ensoleillée	ombre totale	hors couvert	sous couvert	sous couvert
7	24 000	600	600	12	17	76
8	32 000	14 000	4 000	12	20	77
9	39 000	32 000	920	35	18–20	72
10	41 500	40 000	920	40	20	70
11	46 500	40 000	920	42	19–20	70
12	48 000	40 000	920	50	20	70
13	49 500	24 000	800	48	19	70
14	48 000	12 000	600	46	17	72
15	48 000	600	600	42	17	75
16	43 000	600	600	38	17	76
17	32 000	600	600	28	17	80
18	24 000	200	200	20	15	85
19	8 000	150	150	18	15	90
20	2 000	100	100	10	14	90
20.15	200	100	100	10	12	90

Le microclimat de la corylaie adulte est donc caractérisé par une grande régularité thermique, les *m* restant élevés surtout en été, une humidité du sol et de l'air constante, une faible luminosité. Ces propriétés, jointes à l'abondance déjà soulignée des débris organiques produits par le noisetier, expliquent la richesse et la diversité de la mycoflore.

2.2 *Sol*

Les sols de corylaie sont aussi divers que les aspects floristiques: les uns, squelettiques sur éboulis de gros blocs, évoluent très lentement; d'autres, formés dans les fonds de thalweg à partir d'éléments fins, riches en matière organique, manifestent une nette hydromorphie et tendent vers les sols de marécage ou de mégaphorbiaie; les plus nombreux, sur les versants, évoluent à partir des éboulis de pente ou de la moraine würmienne vers des sols forestiers à mull-moder.

Dans de telles stations, le sol bien développé présente généralement quatre horizons. Sous la litière, épaisse et bien stratifiée, le A_1, peu caillouteux, marron noirâtre, sablo-limoneux, surtout formé d'éléments fins et de cailloux très corrodés ayant glissé le long de la pente, contient les racines des herbacées et un abondant feutrage mycélien; la matière organique assez abondante, grumeleuse, y forme des agrégats assez solides, aux angles nets incluant une foule de petits

Tableau 45 Analyse physico-chimique d'un sol de corylaie (Tiron, station 3). L'astérisque indique le poids des racines égal à la différence 100 moins cailloux plus terre fine

Horizons	Profondeur	Cailloux	Terre fine	Argile	Limons		Sables		Perméabilité sous 1 kg	Capacité de rétention à PF 2,8	pH	Matière organique	N	C/N	Fer total
					fin	gros	fin	gros							
	cm	%	%	%	%	%	%	%	cm/h			%	‰		‰
A_1	0–7	27*	70	2	36	5	21	36	5,1	35,5	6,5	13	2,3	32	49
A_2	7–80	36*	60	7	37	2	18	36	1,2	25	5,6	3,6	0,8	25	52
AC	80–120	63	57	9	35	9	17	30	0,2	–	6	tr	–	–	45

débris ligneux mal décomposés ou incendiés; elle offre, comme pour les forêts de sapin, un rapport C/N très élevé, dû à la lente décomposition des celluloses, et l'humus est à peine acide. A_2, plus caillouteux, brun clair, contient toutes les racines de graminées et celles des arbustes en même temps qu'un abondant feutrage de mycélium. La structure est motteuse-agrégée, solide, les angles des agrégats étant très vis et durs; les éléments quartzeux sont plus nombreux qu'en A_1; les cailloux et graviers issus de la moraine sont usés et corrodés; la terre fine est le siège d'une légère accumulation d'argile et de fer. AC, encore plus clair et plus caillouteux, est également plus riche en argile, mais plus pauvre en fer; il passe progressivement à la moraine dont tous les éléments quartzeux et autres sont fortement usés. Ce sol, quoique moins perméable, se rapproche, par ses caractères physiques, des terres de l'*Ulmo-Tilietum* dont il constitue sans doute un stade initial.

Conclusions

Comme l'avait déjà montré l'étude des landes, l'étage montagnard est moins original que les autres; les forêts confirment ce point de vue, bien qu'aucune des associations rencontrées n'ait été décrite à ce jour. Le tableau 46 (pochette *in fine*) résume l'essentiel de leur composition floristique.

Le *Rhododendro-Betuletum*, climax subalpin, englobe à la fois des forêts claires à bouleau, des pinèdes succédant à des rhodoraies ou des vacciniaies. Le *Vaccinio-Betuletum* est également subalpin, mais non actuel, et relique d'une période plus froide. Ces deux associations n'ont pas d'équivalent dans les autres chaînes européennes, sauf peut-être la sous-association *pinetosum*, un peu analogue du mélézin frais des vallées alpines centrales. Le *Rhododendro-Betuletum* manifeste un puissant dynamisme aux limites supérieures de la végétation arborée et se lance partout à la conquête de la montagne. Le pin à crochets est cependant limité dans son extension aux dépens des nardaies et des gispetières par un trop long enneigement. Le *Rhododendro-Betuletum* développe aussi bien des sols à mor que des sols ocres podzoliques.

Le *Polysticho-Abietum*, climax des versants nord, appartient aux *Piceetalia*; il succède au *Vaccinio-Festucetum*. Le *Fagetum* et le *Teucrio-Quercetum* représentent vraisemblablement ici le *Fagion* et le *Quercion roboris-sessiliflorae* et succèdent aux diverses formes du *Calluno-Violetum*. L'*Ulmo-Tilietum* est sans doute, avec le *Campanulo-Fraxinetum*, l'équivalent du *Fraxinio-Carpinion* européen: l'un et l'autre succèdent bien souvent directement aux prairies des vallées. Il semble bien que toutes ces associations constituent des climax locaux, comme le faisaient les associations de rochers et de pelouses. Peut-être faut-il excepter certaines chênaies et certaines hêtraies, qui semblent plutôt correspondre à des formations de substitution du *Fagetum* ou du *Polysticho-Abietum*. Faut-il voir dans ce phénomène les suites de l'action humaine, celles d'une modification climatique ou les deux à la fois? La question reste pendante.

La bétulaie à brachypode et la corylaie – et même certaines chênaies à brachypode – constituent des groupements actuellement stabilisés, mais n'ont pas de signification climacique. Leur rôle n'en est pas moins très important: établies sur le *Centaureo-Brachypodietum* ou le *Calluno-Violetum*, elles préparent très probablement, chacune à son niveau climatique, la voie aux climax.

Si le *Polysticho-Abietum* se classe parmi les plus riches de nos associations et le *Fagetum* en vieille futaie parmi les plus pauvres, les unes et les autres sont peu fournies en endémiques. Pour tenter de préciser quelque peu les relations floristiques entre les associations, on a utilisé les diverses méthodes déjà proposées

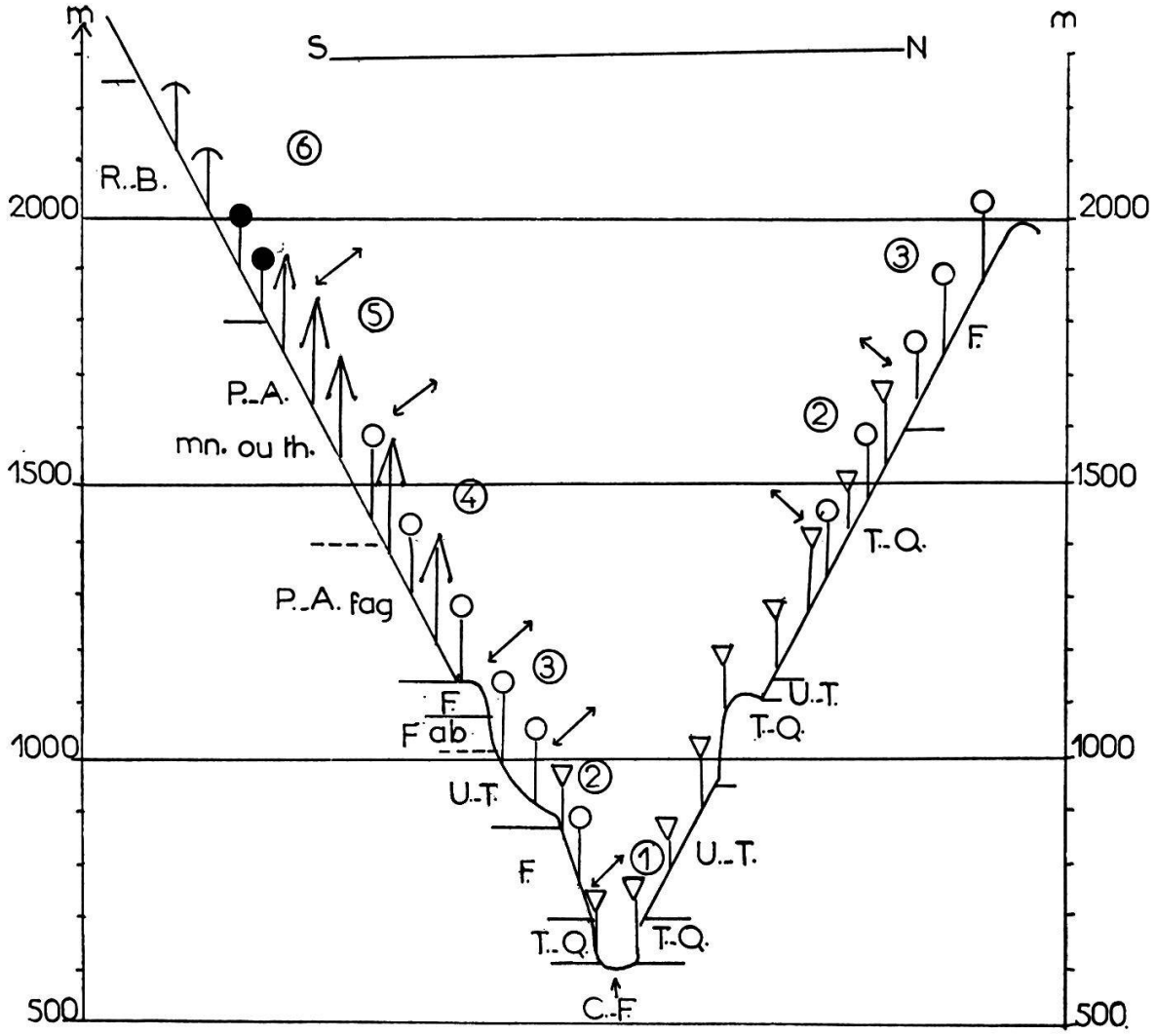


Fig. 11 Répartition de la végétation forestière en fonction de l'altitude sur les deux versants nord et sud de la vallée du Larbouste. Au-dessus de la ligne de pente, les espèces sont figurées (1 = chêne, 2 = chêne-hêtre, 3 = hêtre, 4 = hêtre-sapin, 5 = sapin, 6 = pin à crochets). Les associations sont indiquées, sous la ligne, par leurs initiales

(JACCARD, SZYMKIEWICZ, etc.). Les résultats n'ont pas été très parlants: tout au plus peut-on dire que le *Rhododendro-Betuletum* se singularise par l'exclusivité des éricacées, la grande représentation des renonculacées qui le rapproche ainsi du *Campanulo-Fraxinetum* et des graminées, qu'il partage d'ailleurs avec le *Teucrio-Quercetum*. Ce dernier est le plus riche en rosacées, étant très proche, en cela, de l'*Ulmo-Tilietum*. Le *Fagetum* se distingue de son côté par une relative abondance des légumineuses et des liliacées, le *Campanulo-Fraxinetum* par la faible représentation de la majorité de ces familles.

Les spectres géographiques font ressortir leur faible endémisme et leur grande richesse en éléments européens et eurasiatiques, le *Polysticho-Abietum* et le *Fagetum* étant les plus «atlantiques», le *Teucrio-Quercetum* la plus «méditer-

ranéenne », le *Rhododendro-Betuletum* la plus alticole, le *Campanulo-Fraxinetum* et l'*Ulmo-Tilietum* les plus tempérées de nos forêts.

Le grand nombre de mousses et géophytes à rhizome, surtout des fougères, est un caractère opposant le *Polysticho-Abietum* et le *Rhododendro-Betuletum* au *Campanulo-Fraxinetum* et à l'*Ulmo-Tilietum* qui sont, au contraire, pauvres en mousses et riches en géophytes à tubercules. Par rapport aux autres associations déjà décrites, celles-ci possèdent toutes des spectres biologiques plus étalés à fort contingent de phanérophytes qui soulignent leur plus grande organisation sociologique et leurs affinités avec les forêts européennes. Le grand nombre d'espèces de champignons dans le *Polysticho-Abietum* et dans la corylaie ajoute encore à la richesse des forêts: il semble bien que, contrairement à ce qu'on pourrait croire en première approximation, cette mycoflore soit aussi bien adaptée que la flore supérieure à des biotopes précis, chaque association ou groupement ayant en fait son cortège particulier de champignons.

Sur le plan de l'écologie, la présente étude a permis de préciser quelques points intéressants.

Les figures 11 et 12, pages 110 et 112, schématisent la répartition des espèces forestières et des associations en fonction de l'altitude et de l'exposition. Si la coupe sur les versants nord et sud est conforme au schéma déjà dressé par GAUSSEN, les transects ouest-est appelent quelques commentaires.

Au centre de la figure, la coupe du ruisseau d'Artigues, placée au travers d'une vallée nord-sud, elle-même ouverte au flanc méridional du chaînon externe, montre une opposition, à altitude égale, entre le *Teucrio-Quercetum* pur à l'ouest et le *Fagetum* à chêne, puis à sapin, puis le *Polysticho-Abietum* à l'est. Les pentes exposées à l'est portent donc la même végétation que la soulane, mais sans apparition de hêtre au sommet, les pentes regardant l'ouest abritent la même zônation, mais en plus condensée, que l'ubac et le *Polysticho-Abietum* n'y apparaît qu'à 1475 m environ, alors qu'il est parfaitement réalisé à 1100 m en ubac.

Enfin les replats, un peu plus étendus au sommet des croupes où s'accroche encore un peu de moraine glaciaire, sont couverts par la chênaie à bouleau, édaphiquement plus humide; les systèmes racinaires des chênes se déploient dans les premiers 50 cm de sol, ceux du bouleau exploitant les couches profondes.

Cette petite vallée est donc plus xérotherme que celle du Larbouste: elle le doit au fait qu'elle est doublement à l'ombre des pluies en régime de nord-ouest et en régime de sud-est.

La coupe de Goule-de-Courbe traverse la vallée glaciaire descendant de la crête des Six-Pics-Montségu vers Oô. Le versant exposé à l'ouest, celui du bois de Bosc, sous le vent d'ouest mais à l'ombre des pluies d'est, offre la même zônation que celle d'Artigues. Le versant exposé au levant reçoit, au contraire, les pluies venues de l'est, et le hêtre, favorisé par l'exposition générale au nord, y est au contact du bouleau, annonçant le *Rhododendro-Betuletum* qui existerait certainement immédiatement au-dessus, si la dégradation n'était pas aussi

poussée dans la région. Le contact *Fagetum–Rhododendro-Betuletum* est intéressant: il correspond à un télescopage des ceintures, le *Polysticho-Abietum* ne pouvant vivre ici par suite de la trop grande pente, du froid trop grand et certainement aussi de la trop grande sécheresse, le cap de la Pène mettant la contrée à l'ombre de la pluie de nord-ouest.

Le troisième transect, fait en travers du lac d'Oô, affirme cette disposition, la ceinture de hêtraie n'ayant pas plus de 50 m de haut en versant des Courts et venant directement au contact de l'*Irido-Festucetum* subalpin et non forestier. Le montagnard s'arrête ici au moins 250 m plus bas qu'à l'ubac du Larbouste. Sur le versant du Bassiéret, le *Rhododendro-Betuletum pinetosum*, élément subalpin moins xérotherme que l'*Irido-Festucetum*, succède à partir de 1650 m au *Fagetum*. Il n'est pas utile d'insister sur cette sécheresse relative de la vallée d'Oô-Espingo: elle a été soulignée depuis longtemps.

Cette répartition des associations n'est pas uniquement fonction de la pluviométrie: elle résulte également des températures hivernales. La figure 13, page 113, tente d'expliquer leurs relations qui sont réglées par les minimums hygrométriques d'été et thermiques d'hiver. La limite la plus importante de tout cet

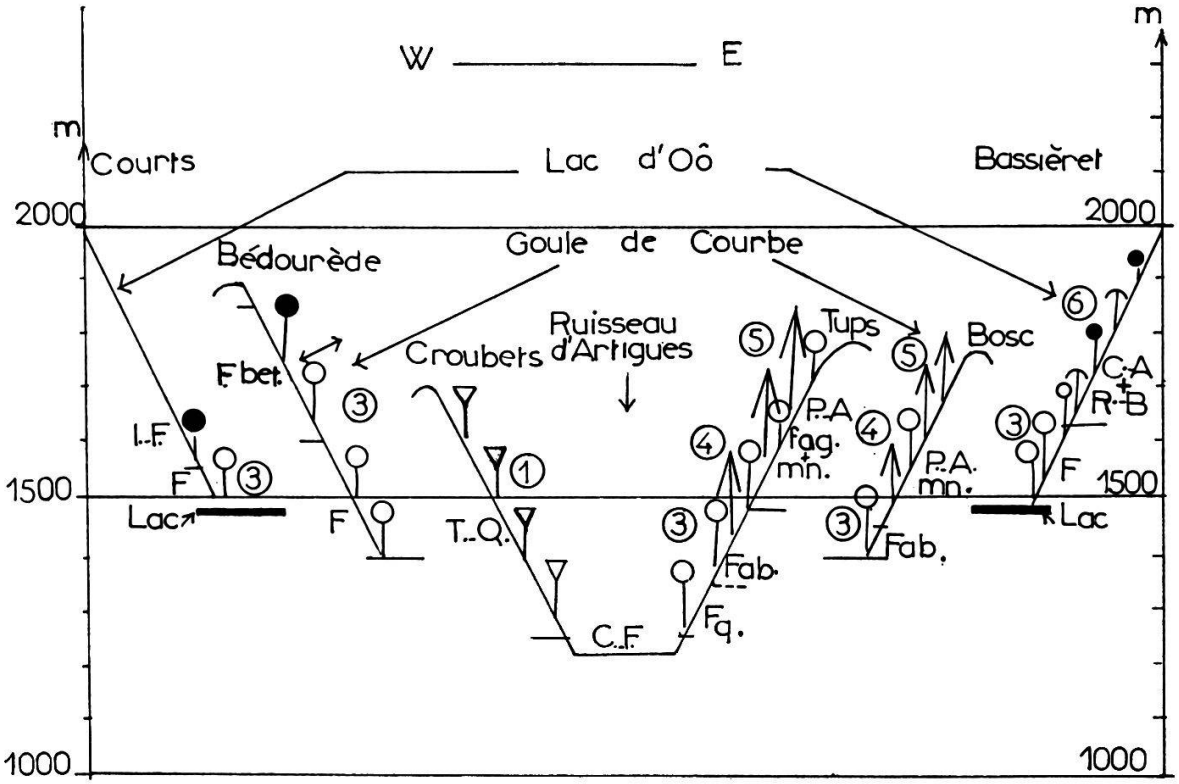


Fig. 12 Répartition de la végétation en fonction de l'altitude sur les deux versants ouest et est dans les vallées de Saint-Paul (ruisseau d'Artigues), de Gouaoux de Larbouste (Goule de Courbe) au lac d'Oô. Mêmes conventions qu'en figure 11 avec en plus: *C.-A.* = *Cotoneastro-Arctostaphyletum* et *I.-F.* = *Irido-Festucetum*

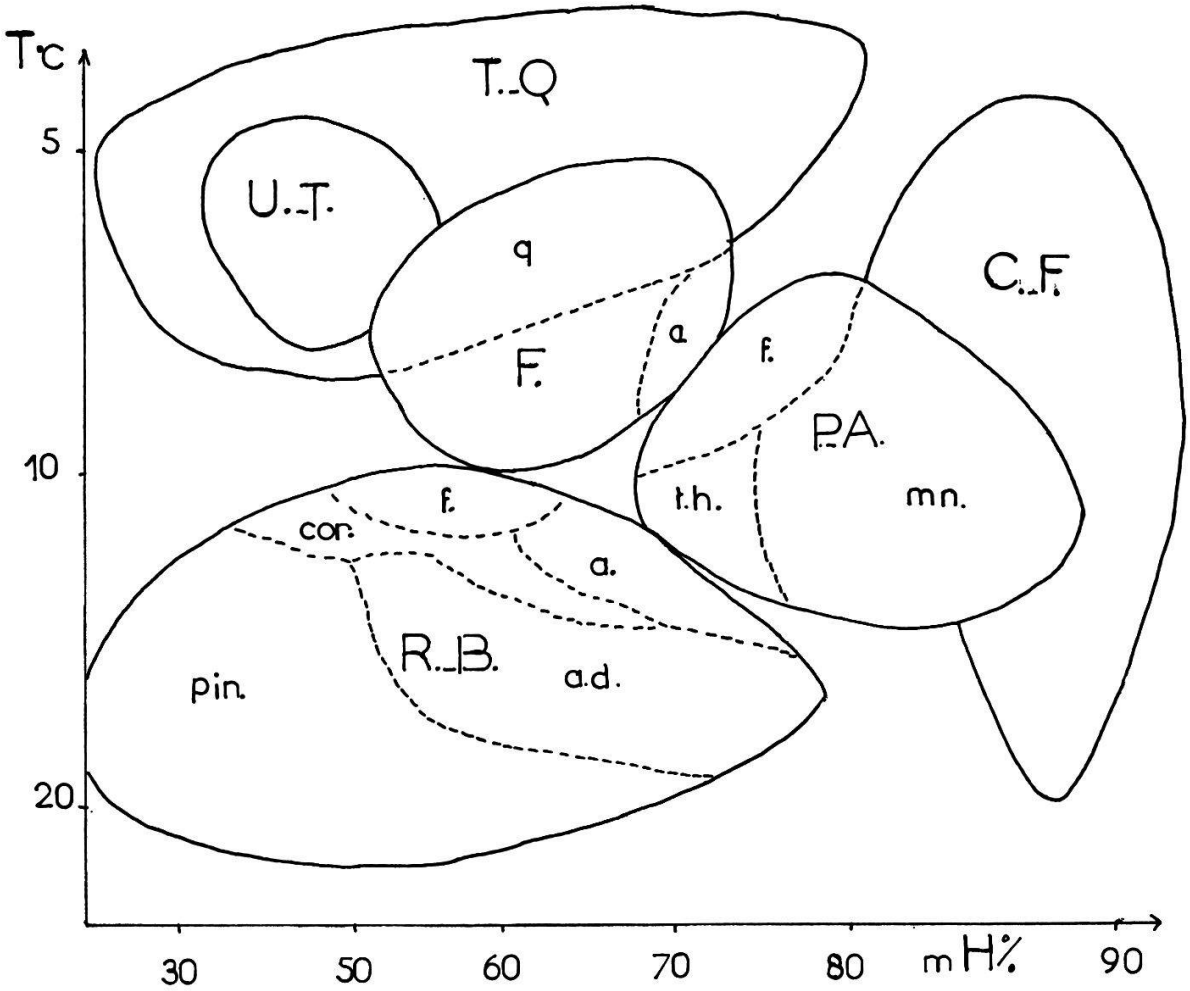


Fig. 13 Relations entre associations forestières en fonction de l'hygrométrie (mH%) estivale et des températures (°C) minimales d'hiver (abréviations = initiales des associations avec, en plus, les suivantes: a. = à sapin, f. = à hêtre, q. = à chêne)

ensemble est très probablement le pointillé séparant au sein du *Rhododendro-Betuletum* les sous-associations *pinetosum* et *adenostyletosum* en bas, de la sous-association *coryletosum* en haut: c'est par là, en effet, que devrait passer la séparation entre l'étage montagnard en haut et l'étage subalpin en bas.

Au passage, il convient de noter que les mesures hygrométriques et thermiques de l'air, prises à 1,20 m du sol, ont bien mis en évidence cette année, comme elles l'avaient fait pour les landes (NÈGRE 1970, pp. 76, 98), l'opposition entre versants sud et nord dans le Larbouste, au contraire de ce qu'on avait affirmé (NÈGRE 1969b, p. 105). Cela paraît bien correspondre aux indications de la végétation, différente d'un versant à l'autre. Pourquoi alors les mesures précédentes n'ont-elles pas fourni les mêmes indications? Comme aucun dispositif n'a été modifié, la seule hypothèse qu'on puisse avancer pour résoudre la question serait une variation climatique qui induirait un comportement différent des deux versants. Les observations ultérieures pourront peut-être permettre de se prononcer.

Les différences microclimatiques entre associations[△] peuvent être synthétisées d'une manière saisissante par les figures 14 et 15, réunissant les variations hygrométriques et thermiques de l'air suivies durant la période du 17 au 23 août 1969. On voit dès l'abord que *Campanulo-Fraxinetum* et *Teucrio-Quercetum* se situent aux deux antipodes: le premier n'admet qu'une faible et courte chute hygrométrique, corrélative d'une petite baisse de température à la mi-journée; le second subit une élévation rapide et durable de celle-ci et un important abaissement d'humidité relative. Le microclimat du *Fagetum*, voisin de celui du *Campanulo-Fraxinetum*, a des courbes très largement ouvertes et qui se rapprochent l'une de l'autre. L'*Ulmo-Tilietum* a une ambiance moins rude que celle du *Teucrio-Quercetum* (bien que les extrêmes soient identiques), mais beaucoup plus heurtée que celle du *Teucrio-Quercetum*. Les conditions du sous-bois de noisetier sont de même nature que celles du *Fagetum*, alors que celles de la bétulaie ressemblent à celles du *Polysticho-Abietum* (creux hygrométriques[▲] provoqués par les ascendances matinales et la tombée du jour en particulier). On notera, par ailleurs, l'abaissement thermique en début de journée dans le *Teucrio-Quercetum*: il est dû, comme dans les associations de lande, à l'arrivée du soleil et à la brutale évaporation des herbacées.

Le microclimat édaphique est bien différent aussi d'une association à l'autre: le sol gèle longtemps dans le *Rhododendro-Betuletum* et le *Polysticho-Abietum*, faiblement dans le *Fagetum*, avoisine zéro dans le *Teucrio-Quercetum* et l'*Ulmo-Tilietum*, mais reste très au-dessus dans le *Campanulo-Fraxinetum*.

Si importantes que soient ces différences des sous-bois, elles n'expliquent pas le comportement des principales espèces forestières: c'est, en effet, au niveau du sol nu, de la pelouse ou des frutiçaies qu'il faut rechercher les raisons qui justifient leur implantation. On peut les résumer comme suit.

Le chêne, xérothermophile, sensible aux grands froids automnal et printanier, est éliminé des sols profonds par l'orme et le tilleul thermo-hygro-semi-sciaphiles et des sols trop humides par les hygro-sciaphiles, que sont les érables, ou les hygro-héliophiles tolérants, comme le frêne. Le sapin, au semis résistant au froid humide mais aux mycorhizes très sensibles à la sécheresse estivale, doit céder la place dans tous les points où la partie supérieure du sol s'assèche trop; le hêtre, qui est peut-être différent de celui des Pyrénées atlantiques et qui peut vivre sans mycorhizes, le remplace alors, mais seulement là où le froid printanier et les abaissements thermiques nocturnes de l'été ne sont pas trop forts; en altitude, il est limité par les trop basses températures de printemps. Le pin à crochet les supporte très bien grâce à son tempérament cryo-xéro-héliophile. Le semis du noisetier a une biologie comparable à celle du hêtre, le bouleau à celle du sapin et, en partie, du pin à crochet.

[△] Les mesures intéressant le *Rhododendro-Betuletum* sont trop incomplètes pour être rapportées ici.

[▲] L'importante augmentation de l'hygrométrie en fin de journée ne constitue pas un caractère particulier: elle est due au changement du régime général qui s'est produit alors.

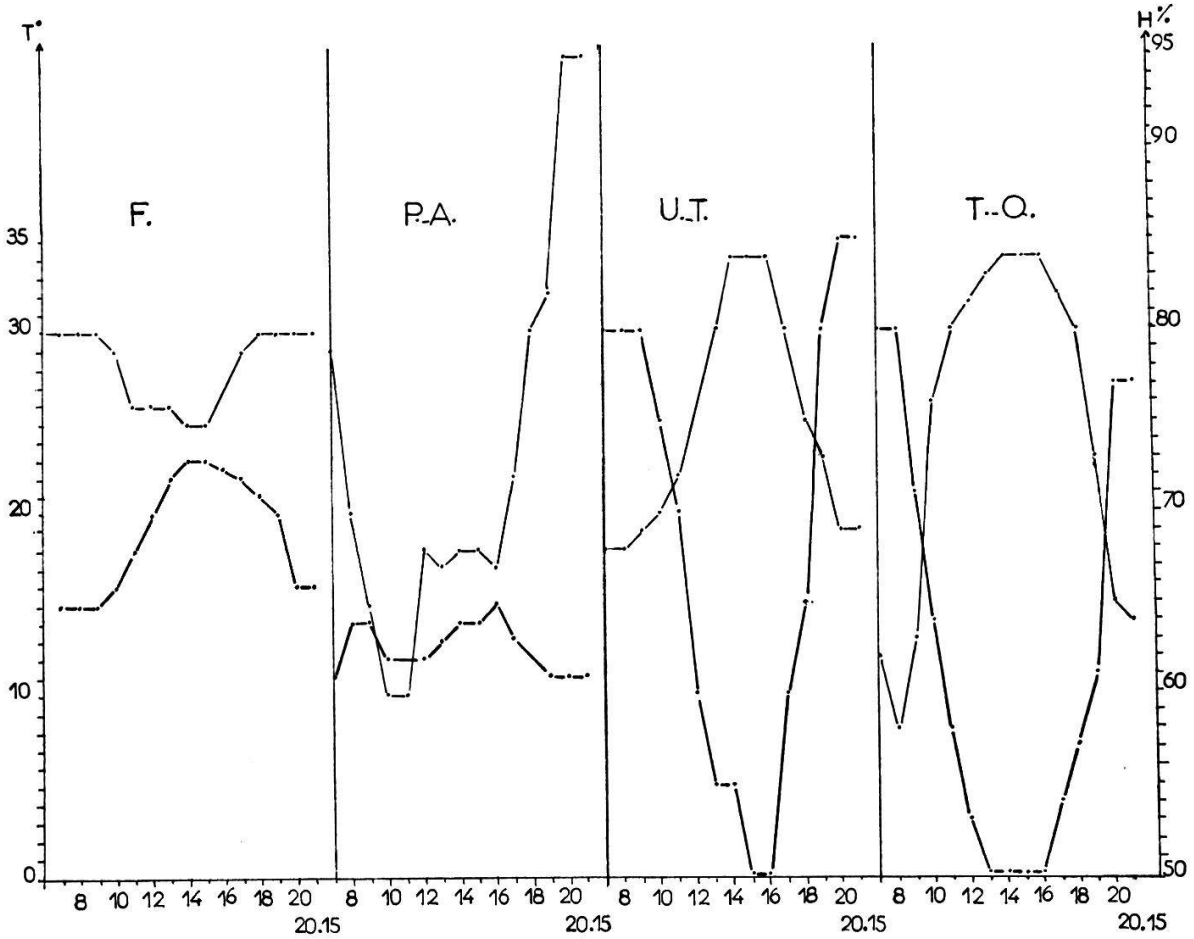


Fig. 14 Evolution journalière des températures et de l'hygrométrie de l'air dans le *Fagetum (F)*, le *Polysticho-Abietum (P.-A.)*, l'*Ulmo-Tilietum (U.-T.)*, le *Teucrio-Quercetum (T.-Q.)* du 18 au 21 août 1962

Au passage, on pourra remarquer que les périodes de végétation décroissent depuis les chaînons externes jusqu'au flanc de la chaîne principale et, bien sûr, de bas en haut des vallées. La croissance en longueur et les accroissements en diamètre varient dans le même sens. Ces derniers ne sont d'ailleurs pas constants; leur étude a mis en évidence, à partir du sapin et du hêtre, une séquence climatique, faisant intervenir deux périodes «arides» (ou tout au moins à printemps pluvieux mais été sec et chaud) pour la végétation, mais pas nécessairement sèches au sens du météorologiste en 1924–1934 et 1949–1959. Ces variations climatiques, assez importantes pour être traduites par l'accroissement des arbres, règlent probablement aussi l'intensité des fructifications, glandée du chêne en particulier, et diverses manifestations biologiques du règne animal, telles les pullulations de guêpes, de rongeurs, etc.

Sur le plan des climats généraux, il semble bien qu'on puisse retrouver dans les sols du domaine forestier la trace d'une alternance de périodes chaudes et de périodes froides, marquées par la superposition de matériaux grossiers et d'éléments plus fins dans les profils; celle-ci est assez analogue à celle qu'on a

déjà mise en évidence précédemment à propos des rochers, des pelouses ou des landes. Il est encore trop tôt pour établir des corrélations entre ces diverses successions, mais rien n'interdit de penser qu'on ne pourrait pas les mettre en parallèle avec les divisions du postglaciaire.

Du point de vue de la géomorphologie, il est intéressant de constater que tous les profils analysés présentent – à très peu d'exceptions près – des courbes granulométriques à «V» caractéristique dans la bande des limons. C'est la marque d'une action biogénique identique dans toutes les associations, à toute exposition et toute altitude: sans doute les températures du sol ne sont-elles pas assez souvent favorables à la vie des micro-organismes. Granulométrie et caractères morphologiques de la fraction sableuse sont ainsi en rapports étroits

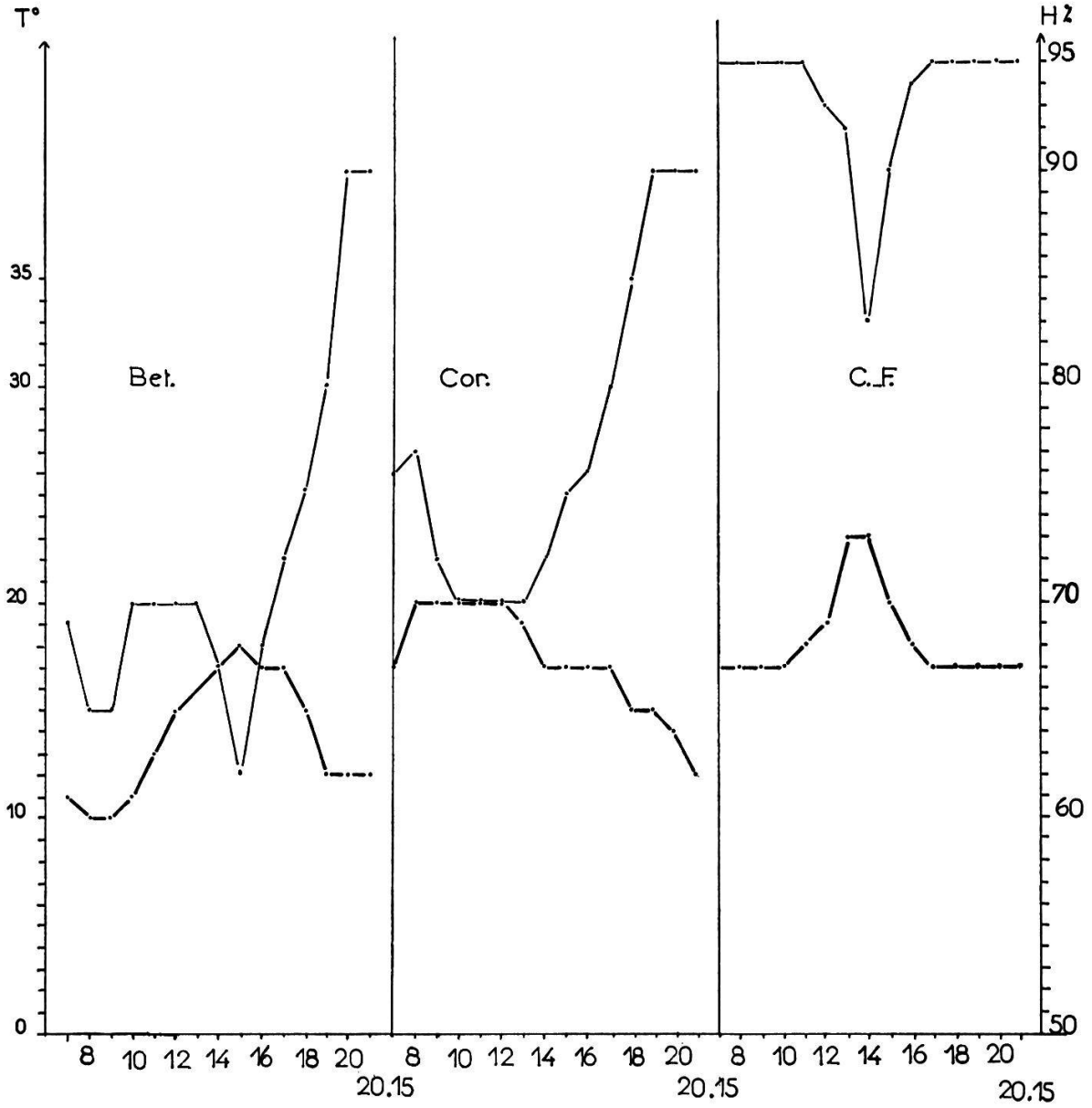
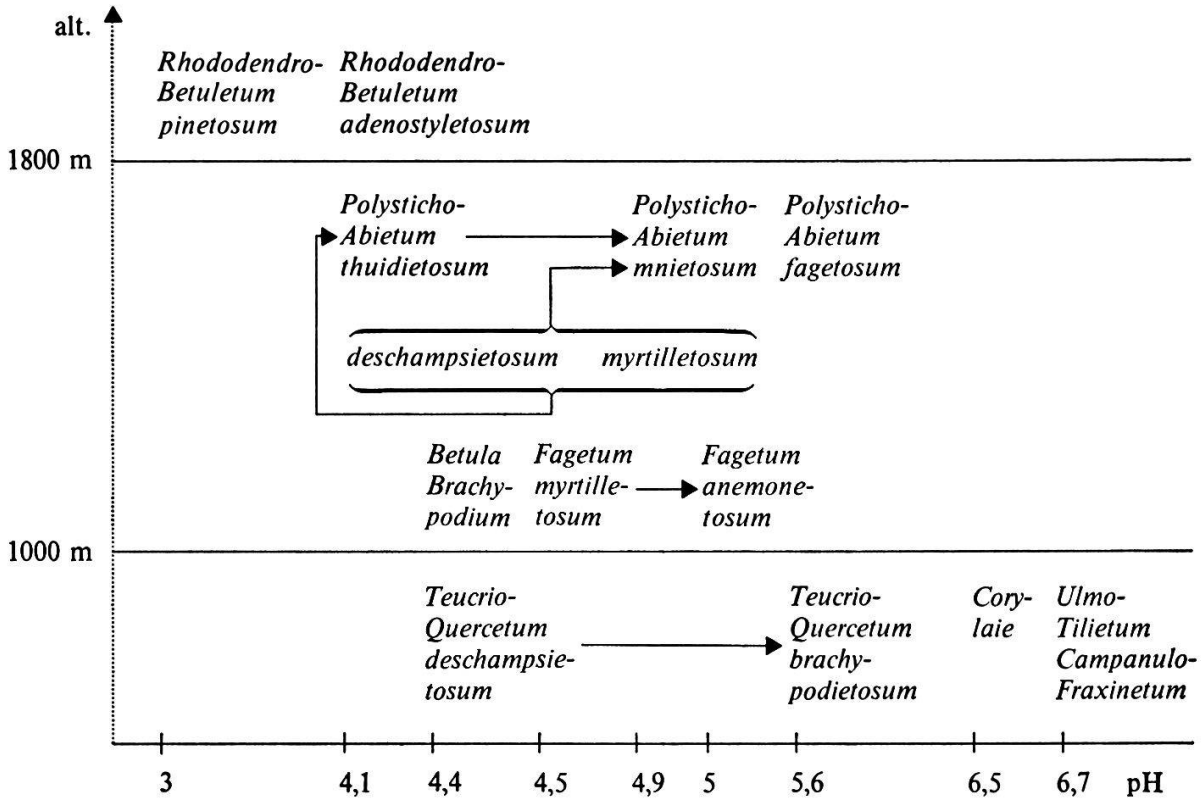


Fig. 15 Evolution journalière des températures et de l'hygrométrie de l'air dans le *Campanulo-Fraxinetum (C.-F.)*, la corylaie *(Cor.)* et la bétulaie à brachypode *(Bet.)* du 18 au 21 août 1962

avec le type du manteau d'altération: l'évolution des sols vers les types forestiers est partout bloquée.

Malgré ces caractères dominants, on peut cependant distinguer les sols à mor et les sols ocres à tendance podzolique du *Rhododendro-Betuletum*, des sols acides de montagne *(Polysticho-Abietum)* et des sols bruns forestiers à mull-moder de vallée *(Ulmo-Tilietum)*, ces derniers étant incontestablement plus riches en bases. Les associations s'enchaînent suivant la séquence de pH ci-dessous:



De toutes ces associations forestières, si la plus acidophile est sans conteste le *Rhododendro-Betuletum* à pin, les plus neutrophiles sont l'*Ulmo-Tilietum*, ennemi des extrêmes, et le *Campanulo-Fraxinetum*. Si on compare leur écologie et celle du *Polysticho-Abietum* à celle de leurs homologues de l'Europe moyenne, on constate qu'ici les sols restent, en été et dans l'ensemble, plus humides et plus frais qu'ailleurs, ce qui compense en quelque sorte le climat général plus méridional.

Sur tous ces caractères de fond, la micro-écologie et les multiples aspects de l'action humaine ont déterminé une foule de variations de détails qui ont sur le plan pratique une grande importance: elles devraient pouvoir servir de base à une exploitation très rationnelle de ces milieux; mais pour ce faire, une carte très précise devrait en être dressée; l'entreprise n'est ni surhumaine ni coûteuse.

Résumé

La présente étude des forêts en Pyrénées centrales succède à celle des rochers, des éboulis, des pelouses et des landes. Six associations, dont cinq nouvelles, sont décrites à la fois des points de vue floristique (caractère, classification, richesse, variations et passages latéraux, évolution, dynamisme vis-à-vis des associations précédemment décrites et des climax, productivité, stratification, spectre géographique), biologique (périodicité, croissance, spectres, aire minimale), écologique (microclimat aérien – en particulier variation du rayonnement, courbes thermiques saisonnières et journalières, amplitudes hygrométriques, comportement vis-à-vis des précipitations, influence de la neige – et édaphique avec ses courbes thermiques et hygrométriques), pédologique (morphoscopie, microstructure, analyse chimique et physique sommaire, origine et type). A ces six associations, qui englobent l'ensemble des forêts de sapin, de hêtre, de chêne, d'orme, tilleul et frêne, s'ajoutent les bois de bouleau et de noisetier, dont l'importance est grande pour la compréhension de la végétation forestière.

Cette étude qui doit déboucher sur des applications met l'accent davantage sur les propriétés pratiques des biocénoses – y compris les rapports entre mycoflore spécialisée et autres éléments – que sur les problèmes théoriques telle la classification; néanmoins leur appartenance aux grandes unités européennes est indiquée. L'abondance des mousses et des fougères en est un trait caractéristique.

L'établissement des forêts est directement fonction du microclimat hivernal et printanier au niveau du sol hors forêt: l'utilisation des diagrammes hygrothermiques a permis de préciser ce dernier. Des caractères particuliers ont pu être dégagés pour certaines parties des vallées, qui pourront conditionner un plan de rénovation économique régional.

Riassunto

Il presente studio sulle foreste dei Pirenei centrali segue quello sulla vegetazione delle rocce, dei detriti, dei pascoli e delle lande. Vi vengono descritte sei associazioni, delle quali cinque nuove; esse sono trattate sia dal punto di vista floristico (carattere, classificazione, consistenza, variazioni e passaggi laterali, evoluzione, dinamismo in rapporto alle associazioni precedentemente descritte e al climax, produttività, stratificazione, spettro geografico), che da quello biologico (periodicità, crescita, spettri, minimo areale), ecologico (microclima aereo – in particolare variazioni dell'irraggiamento, curve termiche stagionali e giornaliere, ampiezza igrometrica, comportamento rispetto alle precipitazioni, influenza della neve – ed edafico, con le sue curve termiche e igrometriche) e pedologico (morfoscopia, microstruttura, analisi chimica e fisica sommaria, origine e tipo). A queste sei associazioni, che comprendono l'insieme delle foreste di abete, faggio, quercia, olmo, tiglio e frassino, si aggiungono i boschi di betulla e di nocciolo, l'importanza dei quali è grande per la comprensione della vegetazione forestale.

Questo studio, che deve sfociare in applicazioni pratiche, mette in evidenza soprattutto le proprietà pratiche delle biocenosi – compresi i rapporti tra micoflora specializzata ed altri elementi – ed i problemi teorici, come la classificazione; è indicata, tuttavia, la loro appartenenza alle grandi unità europee. Uno dei loro tratti caratteristici è l'abbondanza dei muschi e delle felci.

L'instaurarsi delle foreste è in funzione diretta del microclima invernale e primaverile a livello del suolo esternamente alla foresta: è stato possibile precisare questo fatto utilizzando dei diagrammi igrotermici. Per certe parti delle vallate si è potuto mettere in evidenza alcuni caratteri particolari che potranno condizionare un piano di rinnovamento economico regionale.

Resumen

El presente estudio de los bosques de los Pirineos centrales es continuación del de las rocas, pedregales, praderas y landas. Seis asociaciones de las cuales cinco son nuevas se describen desde el punto de vista floristico (caracter, clasificación, riqueza, variaciones y tránsitos laterales, evolución, dinamismo respecto a asociaciones anteriormente descritas y a las climax, productividad, estratificación, espectro geográfico), biológico (periocidad, crecimiento, espectros, área minima), ecologico (microclima aéreo –y en particular variaciones de radiación, curvas termicas estacionales y diarias, amplitudes higrométricas, comportamiento en relación a las precipitaciones, influencia de la nieve– y edáficas con sus curvas termicas e higrotermicas), pedologico (morfoscopia, microestructura, somero análisis químico y físico, origen y tipo). A estas seis asociaciones que incluyen el conjunto de los bosques de abetos, hayas, robles, olmos, tilos y fresnos se suman los bosques de abedules y avellanos cuya importancia es notable para la interpretación de la vegetación forestal.

Este estudio que debe desembocar sobre las aplicaciones, insiste mas sobre las propiedades prácticas de las biocenosis –comprendidads las relaciones entre la micoflora especializada y otros elementos– que sobre los problemas teoricos, tales como la clasificación; no obstante está indicada su pertenencia a las grandes unidades europeas. Abundancia de musgos y helchos constituye un rasgo caracteristico.

La instalación de los bosques está directamente en función del microclima invernal y primaveral a nivel del suelo fuera del bosque: la utilización de diagramas higrotermicos ha permitido precisar este extremo. Para ciertas partes de los valles han podido ser deducidas caracteristicas particulares que podrán condicionar un plan de renovación económica regional.

Summary

The present study of forests in the Central Pyrenees succeeds to a previous one concerning rocks, screes, prairies and heath. Six associations, among which five are new, are described from several points of view: a floristic point of view (type, classification, abundance, variations and lateral passages, evolution, dynamism with regard to the previously described associations and climax, productivity, stratification, geographical spectrum); a biological point of view (periodicity, growth, spectra, minimal area); an ecological point of view (aerial microclimate—in particular variation of radiation, seasonal and quotidian thermic curves, hygrometric amplitudes, reactions to precipitations, influence of snow—and edaphic microclimate, with thermic and hygrometric curves); at last, a pedological point of view (morphoscopy, microstructure, succinct chemical and physical analysis, origin and type). In addition to these six associations including all the forests of firs, beeches, oaks, elm- an lime-trees, must be taken into account also the groves of birches and hazel-trees, which are very important for the understanding of the forest vegetation.

This study, which ought to lead to practical applications, tends to emphasize the practical proprieties of biocoenosis—including relations between specialized mycoflora and other elements—rather than theoretical problems such as classification; however their pertaining to the great european units is indicated. The abundance of mosses and ferns is then a typical feature.

The settling of forests is directly dependent on the winter and spring microclimate which prevails on the soil outside the forest and which could be described through hygrometrical curves. In certain parts of the valleys, some features have been underlined which could be determinant in the future for a regional economical transformation.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Wälder in den Zentralpyrenäen; bereits früher wurden Fels-, Schutt-, Wiesen- und Weidevegetationen bearbeitet. Sechs Assoziationen, wovon fünf neue, werden beschrieben und charakterisiert: – floristisch und morphologisch (Charakter, Klassifikation, Artenreichtum, unterschiedliche Ausbildungen und Übergänge zu verwandten Gesellschaften, Evolution, dynamische Stellung gegenüber früher beschriebenen Assoziationen und Klimaxgesellschaften, Produktivität, Schichtung, geographische Elemente), – biologisch (Periodizität, Wachstum, Lebensformen, kleinste typische Ausbildungsflächen), – klimatisch (Mikroklima der Luft [im besonderen Strahlungsschwankungen, jahreszeitliche und tägliche Wärmekurven, Schwankungen der Luftfeuchtigkeit, Verhalten bei verschiedenen Niederschlagsmengen, Einfluß des Schnees] und Mikroklima des Bodens mit Temperatur- und Feuchtigkeitskurven), und – bodenkundlich (Profilbeschreibung, Mikrostruktur, einfache chemische und physikalische Analysen, Entstehung, Typ). Zu diesen sechs Assoziationen, die alle Tannen-, Buchen-, Eichen-, Ulmen-, Linden- und Eschenwälder umfassen, kommen noch die Birken- und Haselgehölze, die für die Erfassung der Waldvegetation sehr wichtig sind.

Die vorliegende Arbeit ist mehr auf praktische Anwendung ausgerichtet; sie legt deshalb besonderes Gewicht auf entsprechende Charakterisierung der Biozönosen (so werden etwa auch die Beziehungen zur spezifischen Pilzflora einbezogen). Theoretische Probleme, wie etwa Klassifikation, treten in den Hintergrund. Immerhin wird auf die Stellung der Gesellschaften innerhalb der großen europäischen Einheiten hingewiesen. Die Häufigkeit der Moose und Farne ist dafür ein charakteristisches Merkmal.

Das Vorkommen der Wälder steht in direkter Beziehung zum Winter- und Frühjahr-Mikroklima der Bodenoberfläche außerhalb des Waldes; dieses kann mit hygrothermischen Diagrammen erfaßt werden. Bestimmte Talabschnitte zeichneten sich durch charakteristische klimatische Besonderheiten aus. Eine genaue pflanzensoziologische Kartierung könnte deshalb die Grundlage bilden für einen regionalen Wirtschaftsplan, der eine verbesserte Nutzung zum Ziele hätte.

Bibliographie

La bibliographie forestière s'est enrichie depuis 1940 d'une si grande foule d'ouvrages qu'il a fallu procéder à un choix. Aussi la présente liste n'est-elle pas exhaustive; elle est loin de contenir tous les ouvrages consultés: seuls ont été retenus les titres postérieurs à 1960 et, avant cette date, ceux qui présentaient des synthèses sur la végétation forestière d'une vaste contrée. Bien entendu, tous les articles cités dans le texte pour la première fois y figurent quelle que soit leur date de parution; les articles déjà cités dans les précédentes notes ne sont pas rappelés ici.

BACH, R., KUOCH, R., et MOOR, M., 1962: Die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften. Mitteilungen Flor.-Soz. Arbeitsgemeinschaft. Stolzenau., N.F, 9.

BARBERO, M., et BONO, G., 1970: Les sapinières des Alpes maritimes de l'Authion à la Ligurie et de la Stura au Tanaro. Veröff. Geobot. Inst. ETH., Stiftung Rübel, Zürich, *43*, 140–168.

BOREL, L., et SERRE, F., 1969: Phytosociologie et analyse des cernes ligneux: l'exemple de trois forêts du Haut-Var. Oec. Plant., *4*, 155–176.

BOULARD, P., 1967: Vie intense et cachée du sol. Coll. La Terre. Flammarion, Paris.

BRAUN-BLANQUET, J., 1967: Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblicken auf das weitere Ibero-atlanticum, 2. Teil. Vegetatio, *4*, 1–126.

BURRICHTER, E., 1969: Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. Abhandlung Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen.

CARBIENER, R., 1970: Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale: la forêt du lit du Rhin au niveau du fossé rhénan (*Fraxino-Ulmetum* Ob. 53). Intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles. Vegetatio, *20*, 98–148.

DJAZIRI, M. H., 1965: Contribution à l'étude des forêts primaires de la Caspienne. Bull. Inst. Agr. Stat. Rech. Gembloux, *33*, 1, 35–75.

DUPIAS, G., 1966, 1969, 1971: Divers «aperçus» sur la végétation du Burat, des Gabizos, du Crabère, du Maubermé. Le Monde des Plantes, *350*, *353*, *362*, *369*.

DUPONT, P., 1962: La flore atlantique européenne: introduction à l'étude du secteur ibéro-atlantique. Thèse Fac. Sc. Toulouse, 414 p.

DURIN, L., et GEHU, L. M., 1963: Sur les hêtraies naturelles du Nord de la France. C. R. Ac. Sc. *256*, p. 3749–3751.

DUVIGNEAUD, J., 1959: Articles divers sur les forêts des Ardennes et en particulier: La forêt alluviale du Mont-Dieu. Vegetatio, *8*, 198–332.

– 1961: La végétation de l'Entre-Sambre-et-Meuse: la hêtraie des sols calcaires. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, *93*, 161–174.

– 1962: Le Portugal central et septentrional: sa position phytogéographique, sa végétation. Nat. Belg., *43*, 147–175.

– et MULLENDERS W., 1962–1966: La végétation des côtes lorraines: la forêt du Mont-Dieu. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, *94*, 1, 73–102.

ELLENBERG, H., 1963: Ökologische Gruppen von Waldbodenpflanzen. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart, 943 p.

EMBERGER, L., 1967: Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. Mém. Soc. Bot. Fr., *1966*, 147–156.

FULLEKRUG, G., 1967: Phänologische Diagramme eines *Melico-Fagetum*. Mitt. Flor.-soc. Arbeitsgemeinsch., N.F. *11/12*, 142–158.

GARNIER, M., 1967: Climatologie de la France. Mémorial Météorologie Nationale, Paris, *50*, 294 p., 1 carte coul.

GAUSSEN, H., 1926: La végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, *55*, II, 559 p., 32 pl. et 2 cartes coul. h. t.

– 1942: Les caractères de la forêt pyrénéenne. Rev. Géogr. Pyr. et Sud-Ouest, *13*, 5–16.

GEHU, J. M., 1961: Les groupements végétaux de la Sambre française. Vegetatio, *10*, 2–6, 224 p.

- 1963: L'excursion dans le Nord et l'Ouest de la France de la Société internationale de phytosociologie. Bull. Soc. Bot. Nord Fr., *16*, 105–108.

GENSAC, P., 1967: Feuille de Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers. Les groupements végétaux au contact des pessières de Tarentaise. Doc. Carte Vég. Alpes, Grenoble, *5*, 7–62.

HARTMANN, F.-K., 1968: Über die pflanzengeographisch-systematische Abgrenzung und synökologische Stellung der Assoziationen und Subass. der Eichen-Hainbuchenwälder im westlichen und mittleren deutschen Berg- und Hügelland einschließlich des fränkisch-thüringischen Raumes. Fed. Rep., *79*, 1–2, 87–97.

- et JAHN, G., 1967: Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Ökologie der Wälder und Landschaften. I. Stuttgart.

KLÖTZLI, F., 1969: Zur Ökologie nordschweizerischer Bruchwälder. Ber. Geob. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *39*, 56–123.

KORNAS, J., 1968: Der Linden-Eichen-Hainbuchen-Wald *(Tilio-Carpinetum)* in den polnischen Karpaten. Fed. Rep., *77*, 2, 143–153.

LAPRAZ, G., 1967: Les groupements végétaux de la forêt d'Urlosenholz et de ses environs. Bull. Ass. Phil. Alsace et Lorraine, *12*, 2, 179–211.

MARION, J., 1956: *In* BEAUCORPS, G. DE, MARION, J., et SAUVAGE, CH.: Essai monographique sur une parcelle d'expérience dans la forêt de chêne-liège de la Mamora (Maroc). Ann. Rech.for.Maroc, Rabat. 273 p., nb. pl. et cartes coul.

MATUSKIEWICZ, W., 1963: Zur systematischen Auffassung der oligotrophen Bruchwaldgesellschaften im Osten der Pommerschen Seenplatte. Mitteil. Flor. Soz. Arbeitsgem., Stolzenau. N.F. *10*, 149–156.

MERCE, J., 1966: Le massif des Gabizos et de la haute vallée de l'Ouzom. Le Monde des Plantes, *353*, 11.

MEUSEL, H., 1968: Geobotanische Beobachtungen in den Südost-Karpaten. Arch. Naturschutz. u. Landschaftsf., Berlin, *8*, 175–210.

MEYER, P., 1949: Das *Mastigobryeto-Piceetum abietetosum* im schweizerischen Mitteland und seine forstlich-waldbauliche Bedeutung. Vegetatio, *1*, 203–216.

MOOR, M., 1960: Zur Systematik der *Querco-Fagetea*. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem., Stolzenau. N.F., *8*, 263–293.

NÈGRE, R., 1952: Observations phytosociologiques et écologiques sommaires sur la Cédraie de Kissarit (brigade forestière d'Aïn-Leuh, Moyen-Atlas central). Phyton, *4* (1–3), 59–71.

- 1968: La végétation du Bassin de l'One (Pyrénées centrales). Port. Act. Biol. (B), *9* (3–4), 196–290.
- 1969a: Le *Gentiano-Caricetum curvulae* dans la région luchonnaise (Pyrénées centrales). Vegetatio, *18*, 162–202.
- 1969b: La végétation du Bassin de l'One (Pyrénées centrales), deuxième note: les pelouses. Port. Act. Biol. (B), *10* (1–4), 1–137.
- 1970: La végétation du Bassin de l'One (Pyrénées centrales), troisième note: les landes. Port. Act. Biol. (B), *11* (1–2), 51–166.

NEUHAUSLOVA-NOVOTNA, Z., 1964: Zur Charakteristik der *Carpinion*-Gesellschaften in der Tschechoslowakei. Preslia, *36*, 38–54.

NOIRFALISE, A., 1956: La hêtraie ardennaise. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech., Gembloux. *24*, 2, 208–240.

- 1960: Les érablières de ravin en Belgique. Bull. Jard. Bot. de l'Etat, Bruxelles, *30*, 37–48.
- 1962: La hêtraie calcicole et ses taillis de substitution. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech., Gembloux, *30*, 3–4, 332–349.
- 1968: Le *Carpinion* dans l'Ouest de l'Europe. Fed. Rep., *79*, 1–2, 69–85.
- 1969: La chênaie mélangée à jacinthe du domaine atlantique de l'Europe *(Endimio-Carpinetum)*. Vegetatio, *17*, 1–2, 131–150.
- et DJAZIREI, M. H., 1965: Contribution à la phytogéographie de la Forêt Caspienne. Bull. Soc. Roy. Belgique, *98*, 2, 197–214.
- et SOUGNEZ, N., 1956: La chênaie de l'Ardenne verviétoise. Pédologie. Gand. *6*, 119–143,

- 1961: Les forêts riveraines de Belgique. Bull. Jard. Bot. de l'Etat, Bruxelles, *30*, 199–288.
- 1963: Les forêts du Bassin de Mons. Pédologie, *12*, 2, 200–215.
- et THILL, A., 1958: Les chênaies de l'Ardenne centrale. Bull. Inst. Ag. St. Rech. Gembloux, *26*, 4, 362–376.

OBERDORFER, L., 1953: Der europäische Auenwald. Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschland, Karlsruhe, *12*, 23–69.
- 1967: Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. Schriftenr. Vegetationsk., *2*, 7–62.

PURCELEAN, ST., 1968: Certari tipologice de sinteza asupra tipurilor fundamentale de pâdure din România. Publ. Cent. Doc. Tek. Pent. Ec. For., Bucarest.

REHDER, H., 1970: Zur Ökologie, insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet Schachen. Diss. Bot., *6*. Cramer Verl.

RICHARD, J. L. L., 1961: Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique. Thèse. Beiträge Geob. Landesaufnahme, *38*, 164 p.

RIVAS-MARTINEZ, S., 1968: Estudios fitosociologico de los bosques y matorrales pirenairos del piso subalpino. Inst. de Biol. Apl. Barcelone, 5–44.

ROGERS, D. J., 1970: A preliminary ordination study of forest vegetation in the Kirchleerau area of the Swiss Midland. Ber. Geob. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *40*, 2–78.

ROISIN, P., 1961: Reconnaissance phytosociologique dans les hêtraies atlantiques. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech., Gembloux, *29*, 3–4, 356–385.
- et THILL, A., 1962: Les forêts feuillues de la Famenne méridionale. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech., Gembloux, *30*, 1–2, 139–191.

SAUVAGE, CH., 1961: Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sc. Chér., Sér. Bot., Rabat, *21*, 462 p., nb. ill. h. t.

SEBALD, O., 1964: Ökologische Artengruppen für den Wuchsbezirk Oberer Neckar. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, *14*, 60–64.

SISSING, G., 1970: Dänische Buchenwälder. Vegetatio, *21*, 4–6, 245–254.

SOO, R., 1968: Neue Übersicht der höheren zönologischen Einheiten der ungarischen Vegetation. Acta bot. Ac. Sc. Hungaricae, *14*, 3–4, 385–394.
- 1969: Die Wälder und Wiesen West- und Südtransdanubiens und ihren Böden. Acta Bot. Ac. Sc Hungaricae, *15*, 137–165.

SOUGNEZ, N., et TOURNAY, R., 1963: Bibliographie belge des travaux de phytosociologie et de cartographie des végétations. Excerpta. Bot., B, *5*.

TRAUTMANN, W., et LOHMEYER, W., 1950: Gehölzgesellschaften in der Fluß-Aue der mittleren Ems. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgemeinsch., Stolzenau. N. F., *8*, 227–247.

TURC, L., GOBILLOT, TH., HLAVEC, R., et LECARPENTIER, C., 1963: Cartes d'évapo-transpiration potentielle: interprétation et utilisation. Bull. Techn. Génie Rural, *60*, 20 p.

TURMEL, J.-M., 1955: Le Pic du Midi d'Ossau. Ecologie et végétation. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., B, *5*, 208 p.

TÜXEN, R., 1965: Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgemeinsch., Stolzenau. N. F., *5*.
- 1960: Zur Systematik der west- und mitteleuropäischen Buchenwälder. Bull. Inst. Agr. et Stat. Rech. de l'Etat. Mém. H. S., 45–57.
- et OBERDORFER, E., 1958: Eurosibirische Phanerogamengesellschaften Spaniens. Veröff. Geob. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *32*.
- et coll., 1962: Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe moyenne et nord-occidentale. Melhoramento, *15*, 137–151.

VAN DEN BERGEN, C., 1965: La végétation de l'île Hoedic (Morbilhan, France). Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, *98*, 2, 275–294.

VOLOBUEFF, V. R., 1964: Ecology of soils. Isr. Prog. Sc. Transl., Jérusalem.

WRABER, M., 1965: O problemu vegetacijskga Klimaksa na Pohorju. Biol. Vestn., *4*.

Tableau n°1 — Rhododendro-Betuletum

Numéro des relevés	487	331	393	367	433	434	436	437	391	758	677	759	760	763	761	762	163	460	681	680	682	716	717	718	683	684	708	709	710	715	712	690	699	699[L]	700	701	706
Altitude m.s.m.	1900	2200	2000	2010	1850	1850	1960	1840	1750	1680	1780	1800	1750	1570	1860	1650	1850	2000	1750	1750	1800	1830	1820	1800	1750	1650	1650	1700	1750	1870	1900	1430	1450	1450	1450	1450	1300
Exposition	NNE	N	N	SSE	NW	N	N	NNW	NNW	NNW	N	N	N	N	N	N	N	NNW	N	N	N	N	N	N	N	N	ENE	N	N	N	N	NW	NE	NE	NE	N	N
Pente %	45	80	85	40	50	60	50	60	30	60	40	60	60	10	40	35	70	30	50	60	40	60	60	70	5-10	50	30	30	30	60	50	50	30	30	35	50	35
Couvert n/8	1	2	0	1	1	2	0	2	3	6	0	3	2	6	3	6	1	2	5	3	4	3	2	4	6	7	7	6	3	3	6	7	7	7	7	8	8
Couverture % arbres	2	35	1	20	45	80	.	45	60	80	10	.	50	95	60	70	40	25	70	30	20	45	0	70	90	100	75	80	80	35	90	10	95	90	100	95	95
Couverture arbustes (buissons exclus)	15	.	10	10	.	.	5	.	15	20	.	40	.	20	10	15	10	15	10	10	10	10	10	1	30	.	40	20	30	.	1	80	.	.	5	10	.
Hauteur arbres m.	2-3	3	2	10	2-3	1,5-3	2	3	3,5	3	5	.	3	3-15	3-4	4-8	2	3	2-25	2-6	3-5	3-4	0	3-6	.	5-30	3-25	3-40	3-15	3-8	3-4	4	3-15	3-15	3-25	5	3-25
Hauteur arbustes m	1	.	1	1	.	.	.	.	1-1,5	1	.	1,5	.	1-2,5	1	1,5	1	1-1,5	1-2	1-2	0,8-1	1	1-2	1	1-2	-	0,7-3	1-2,5	1-2	.	2	2	.	2	1	1,5	2
	pinetosum								faciés de transition								adenostyletosum															coryletosum					
																	Homogyne et Gentiane					Valeriane et Scrophulaire			Sapin et Hêtre												
Caractéristiques d'association :																																					
Betula verrucosa Ehrh. arbre	.	.	.	+	321	341	+	231	23	441	+1+	231	231	351	341	341	121	12+	+21	+	+	441	+1	231	121	+	231	341	131	341	341	241	241	+41	241	341	12
arbuste	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	231	.	231	.	.	.	.	.	.	341	.
plantule	.	.	+	.	421	331	2+1	2+1	.	.	2+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.
Sorbus aucuparia L. arbre	.	.	.	211	211	321	+	321	+3	221	+	+2	.	121	431	241	.	321	441	341	341	121	211	342	231	341	231	331	331	231	321	131	+	+	+	.	.
arbuste	321	.	+	.	111	211	.	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	121	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	12	.	2+1	.	.	+	.	.
Streptopus amplexifolius DC.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis arundinacea (L.) Roch.	221	.	211	21	311	311	+	331	.	341	.	.	541	451	331	55	.	211	321	11	231	+	331	431	11	23	.	.	221	321	331	.	331	231	331	12	.
Geranium silvaticum L.	.	.	+	+	+2	-	.	211	.	+1	111	311	12	311	.	.	1+1	112	211	212	321	221	231	23	211	331	.	121	12	121	231	+2	.	.	.	.	.
Rubus idaeus L.	.	.	+	.	211	2+1	+	211	223	111	.	231	11	.	+	221	221	221	+	+	.	.	221	.	+	431	+	331	.	.	.	221	.	.	.	+	.
Polypodium Dryopteris L.	+	.	211	.	311	3+1	2+1	211	521	331	+	211	12	.	.	413	31	+	431	421	421	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	421	.	.	.	+	.
Différentielles des sous-associations pinetosum:																																					
Calluna vulgaris (L.) Hull.	+	221	32	12	1+1	+	211	+	.	+	221	+	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Lycopodium Selago L.	.	+	+2	.	.	221	+	.																													
Pinus uncinata Ram.	221	321	21	422	+1	+2	231	+																													
Selaginella spinulosa Al. Br.	.	.	1+1	.	.	211	+																														
Daphne mezereum L.	.	.	.	+	+	+2	.	+																													
adenostyletosum :																																					
Adenostyles pyrenaica Lange	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	221	221	123	121	121	341	221	+	211	+	+	11	231	211						
Ranunculus platanifolius L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	221	221	+	+	+1	.	.	.	.	11	+1	+	321	.						
Epilobium Durieui Gay	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	.	.	.	.	311	11	211	.	411	311	311	311	311	311	.	311	2+1						
Euphorbia hiberrica L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	221	.	.	.	.	+	.	.	.	111	.	211	341	331	321	.	.	231	331	321	331	321						
Trollius europaeus L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	231	331	23	.	.	.	.	+	.	11						
Sonchus Plumieri L.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	231	.	+1	.	+	+	+	.	+	.	.	+	+1	231	231	.	+	.	.	.	.	+						
Valeriana pyrenaica L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	23	.	.	.	.	.	+								
Scrophularia pyrenaica Benth.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	231	22	.	.	.	.	+								
Aconitum Napellus (L.) Rch.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+1	.	.	.	.	211	.	+	.	+2	.	331	231	.	.	.	.	.								
Asperula odorata L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	123	.	.	.	.	14	+3	331	.	+3	.	.	14						
Fagus silvatica L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	+	231	+	+	1	.	.	+3+						
Abies alba Mill. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1+	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	+	351	131	241	+	131	+	+	+	+2+	+	+			
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	221	.	.	+	.	121	121	121	.	.	.	.	.	.	111	241	
plantule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1+1	.	311	+	211	
Prenanthes purpurea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	+1	.	+	+	.	+	1	.	121	+
Poa Chaixi Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	12	211	.	.	.	112	.	321	.	331	221	221	331	321	.	.	.	331	331	231			
Orobus tuberosus L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+2	.	211	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	112	.	.	431	12	.	12	311	211	.	12	+	321	321	431		
Viola silvatica Fries	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+1	.	.	.	2+1	+	.	.	.	.	311	.	321	321	231	+2	.	211	+	331	331	331	11		
Veronica officinalis L.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2+1	.	.	.	.	321	211	.	+	.	211	321	.	+1	.	.	213	2+	13	13		
coryletosum :																																					
Corylus Avellana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	341	441	45	341	341	55
Brachypodium pinnatum PB.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	221	2+	221	23	+14
Athyrium Felix-Femina Roch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	221	1+2	11	122	
Galium rotundifolium L. ssp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	311	+	+	.	+	.	411	112	411	+2	
ovalifolium Schott.																																					
Conopodium matabile Mieg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+1	+	+	.	411	3+1	211		
Polypodium Robertianum Hoff.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	331	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
Polypodium Phegopteris L.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	311	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
Caractéristiques des Vaccinio-Piceetea et acidiphiles diverses :																																					
Oxalis acetosella L.	3+1	.	+	.	2+1	3+1	41+	411	411	511	211	511	511	311	411	311	3+1	311	411	431	331	13	3+1	3+4	421	412	212	+3	311	13	3+1	521	531	521	531	321	412
Vaccinium Myrtillus L.	331	231	55	441	431	43	331	451	431	241	331	331	+	1+3	342	331	112	231	.	34	234	331	+	+	12+	.	331	341	431	341	121	452	331	311	331	44	431
Rhododendron ferrugineum L.	231	321	231	231	451	45	341	331	341	342	341	341	341	4	124	.	.	331	541	55	55	231	+	231	123	.	+	13	341	341	341	223	+	11	213	314	
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	11	.	211	31	3+1	3+1	3+1	311	311	21	.	.	211	332	+	11	211	+	312	331	231	321	.	.	321	.	321	321	211	321	.	321	331	431	431	323	321
Rosa alpina L.	.	12	211	211	+	311	.	+	11	331	321	331	.	.	211	231	211	+	441	11	331	231	.	231	221	.	+	121	321	331	231	231	+	.	+	.	
Hypericum Richeri Vill.	.	+2	.	311	+2	.	.	.	.	+	.	221	11	.	.	311	.	+	421	.	221	431	321	331	211	312	311	331	421	311	311	12	311	311	321	211	
Lonicera nigra L.	+	.	11	.	1+1	1+1	+	.	231	241	+	.	.	.	+	211	211	.	12	12	+	.	+	+	11	121	+	+	+1	.	+	.	+	.	.		
Arenaria montana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111	+	12	211	+	311	.	.	312	312	311	+1	.	.	311	312	321	311	21	.	+1	311	311	21	311	12	
Solidago Virga aurea L.	.	.	+	1+1	211	.	+	2+1	.	+	+	+	.	+	12	+	+	211	.	+	.	+1	221	321	+	.	.	.	+	.	.	11	.	.	.	12	
Homogyne alpina L.	+	+2	211	+	411	3+1	+	.	.	531	521	521	431	.	1+1	.	311	.	211	431	321	213	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	323	
Lilium Martagon L.	+	.	.	.	2+1	3+1	.	211	.	.	211	.	.	.	+2	+2	+	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	211	.	+	211	211	311	21	331	211	
Dianthus barbatus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	221	+	211	.	.	+	+	.	+	.	12	+	.	.	.	+	.	12	+	231	+	231		
Aconitum Lycoctonum L.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+2	.	.	+	+	211	+	+	+1	111	+	.	.	.	.	.	.	.	.	221						
Polytrichum formosum Hedw.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	23	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	2	3	.	.	.	14	4	.	.	+3
Vaccinium uliginosum L.	12	221	32	+	221	21	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	231	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Luzula maxima DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	231	+1	.	11	113	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	11	.	.	.	+	.	1+	.
Sorbus chamaemespilus (L.) Crantz.	.	.	.	.	221	+	+	+	.	.	.	121	.	.	.	.	+	.	.	.	.	131	.	.	.	.	.	.	.	.	321						
Viola cornuta L.	.	.	+	211	+	+	2+1	2+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula pilosa (L.) Willd.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	211	.	212	.	.	.	11	.	.	.	+
Sambucus racemosa L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+									
Digitalis purpurea L.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+											
Pyrola minor L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	213	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	13		
Compagnes :																																					
Hylocomium splendens (Hedw.) B.	1	5	2	.	3	35	+	.	3	3	544	3	5	3	.	5	5	2	3	312	.	.	.	3	13	2	2	3	3	3	2	35	324_a	3_a	24_a	3_a	1_a
Polystichum spinulosum Lam. et DC.	341	.	+1	.	221	211	321	331	431	231	+	.	+	+	.	+	+	+	211	211	221	.	.	12	+	121	231	231	331	+	+	.	+1	11	.	12	
Polystichum Filix-Mas (L.) Roth.	.	.	+2	+	211	2+1	322	+	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	331	21	+	332	231	231	121	+	1	1	.	.	.	122	+
Melampyrum pratense L.	2+1	.	1+1	311	+2	211	.	.	321	311	311	.	411	+	311	.	.	2+1	.	.	+	11	.	.	431	.	213	12	+	.	.	+	.	12	221	21	531
Potentilla Tormentilla (L.) Neck.	+	.	.	211	311	+	311	+	.	211	411	+	+	.	.	+	.	.	+2	521	421	421	.	.	+	.	.	.	.	12	311	+	.	+	.	+	
Rhytidiadelphus triquetar (Hedw.) Warnst.	.	.	.	.	2	3	+	.	.	1	.	.	1	2	1	1	.	2	+	.	.	2	.	.	213	.	.	.	2	3	3	3	24	5	24	2	121
Succisa pratensis Moench	.	.	+2	1+	311	.	+	221	.	231	321	431	221	.	1+1	331	.	+	.	321	321	321	12	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+
Knautia silvatica Duby	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	.	211	.	321	.	.	531	11	12	.	221	321	212	.	.	.	12	.	121	+	+	.	12		
Athyrium alpestre Nyl.	.	.	.	.	.	.	.	.	432	+	11	+	.	+	.	+	.	121	211	.	.	.	341	12	+	121	.	231	221	.	.	331					
Rumex arifolius All.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	+	.	+	211	331	211	.	+	211	211	11	.	211						
Gentiana Burseri Lap.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	+	211	.	.	.	+	.	211	+	221	211	331	.	.	.	+	.	.	.	+								
Ajuga reptans L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	11	.	.	+	.	.	+	+	311	+	.	.	.	11	212	312	11	+	.	.	.	+	.	+
Aspidium lobatum Sw.	.	.	+	.	.	1+2	.	+	.	.	+	121	.	.	.	+	312	.	.	.	.	+	.	+	.	.	121	.	.	.	+	+					
Thuidium tamariscifolium (Hedw.) Lindb.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	3	3	.	.	.	.	.	.	23	+	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.	2	3	.	3	.	3	431
Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt.	.	.	.	.	.	3	.	.	3	4	.	3	3	+	5	.	.	.	4	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	4	
Blechnum spicant Roth.	321	.	211	.	311	431	.	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	212	+	.	.	.	.	+	.	121	231	331								
Agrostis vulgaris L.	.	.	.	11	.	.	.	+	.	+	.	.	.	32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	421	221	231	12	.	.	.	+	+	.	.	12
Veratrum album L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	111	.	.	.	+1	+	+	.	.	.	.	.	+	+						
Phyteuma betonicifolium Vill.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	211	11	.	211	.	.	+	+	11	.	.	.	.	.	12	
Betonica officinalis L.	.	.	.	+	311	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	211	21	321	.	+1
Angelica Razulii Gouan	.	.	.	.	+	.	+	+1	.	+	.	+	.	.	.	+	.	2+1	.	+	.	+	121	.	.	+											
Fragaria vesca L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	11	12	213	.	.	.	.	+	+	+	+	+	
Salix aurita L.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	1	.	121	121	+	+	.	121						
Ranunculus auricomus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	211	.	.	.	.	.	.	.	321	22	.	.	.	21	.	12	221		.	.	.	+	12	
Dicranum scoparium Hedw.	+	.	.	.	+	+	.	.	3	.	+4	.	1	3	.	.	.	.	.	1	13																
Anthoxanthum odoratum L.	.	.	.	11	.	.	2+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	211	.	.	.	.	.	+	11	31	121	.	.	.	.	12	
Festuca rubra L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	431	.	+	+	.	.	2+1	.	.	.	211	311	.	.	431	.	.	.	.	12							
Aquilegia vulgaris L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	11	.	+	+	.	.	.	.	211						
Juniperus nana Willd.	.	+	.	+1	221	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+						
Saxifraga umbrosa L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	213	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	211	.	321				
Anemone Hepatica L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	12	+3	.	+	.	.	+	
Sorbus aria (L.) Crantz.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111	.	.	.	121	+	.	+	.	.	.	.	+		
Polygonum bistorta L.	.	.	.	.	+2v	3+1v	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	111	421	321																
Galium verum L.	.	.	.	.	1+3	+3	.	.	.	+	.	.	2+1	.	+	.	.	.	.	.	2+1																
Phleum alpinum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	411	.	.	112	.	+	+	11	12							
Veronica chamaedrys L.	.	.	.	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	211	+									
Festuca Eskia Ram.	.	.	211	.	.	33	+2	.	.	.	.	.	221	.	+	.	.	+																			
Mnium undulatum Hedw.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	212	.	.	.	.	.	.	4	324				
Galium anisophyllum Vill.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3+1	.	.	311	3+1	+	.	.													
Nardus stricta L.	+	.	.	.	+	.	.	211	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+3								
Gnaphalium silvaticum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	2	.	.	.	+	+									
Hieracium murorum L. s.l.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	12	+	.	.	.	.	.	+	+	
Thalictrum minus L.	.	.	.	.	+	1+1	.	.	.	.	.	321	11	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Lysimachia nemorum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	.	.	+	.	.	+3	.	.	.	.	.	.	.	.	+3
Paris quadrifolia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2					
Geranium Robertianum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	321	331						.	.	.	.	+	
Euphorbia amygdaloides L.	.	.	+	.	+	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	231																				
Astrantia major L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	211						
Polypodium vulgare L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	13	+3	113
Campanula rotundifolia L. s.l.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	+	+	.	+
Pinguicula grandiflora Lmk.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	+	+							
Pulsatila alpina L.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+3							

Le tableau renferme en outre les espèces suivantes :

Présentes trois fois : Arnica montana (393, 434, 690), Crepis lampsanoides (682, 717, 683), Helleborus foetidus (391, 690, 700), Orchis mascula (758, 716, 717), Scilla Lilio-Yacinthus (433, 434, 437), Sedum Anacampseros (436, 761, 684) .

Présentes deux fois : Dactylis glomerata (717, 712), Festuca spadicea (331, 367), Gentiana lutea (680, 708), Hypericum quadrangulum (677, 460), Jasione sp. (367, 716), Luzula pediformis (716, 710), Myosotis silvatica (718, 712), Orobus luteus (717, 712), Pedicularis pyrenaica (163, 716), Pulmonaria sp. (762, 683), Ranunculus amplexicaulis (716, 715), Salix pyrenaica (759, 760), Senecio adonidifolius (677, 682), Stellaria nemorum (681, 683), Veronica Ponae (716, 715) .

Présentes une fois : Achillea (706), Brunella grandiflora (700), Carex silvatica (712), Centaurea nigra (700), Crataegus sp. (699), Doronicum cordatum (681), Draba (700), Epilobium spicatum (684), Fragaria collina (708), Gentiana campestris (460), Gentiana Kochiana (367), Lapsana communis (681), Lonicera alpigena (712), Plagiochila asplenoides (690), Polygala vulgaris (700), Pyrola secunda (718), Ranunculus Thora (367), Ribes petraeum (709), Soldanella alpina (433), Stachys alpina (710), Viola bicolor (433), Vio canina (682).

Les relevés ont été faits aux points suivants :

163, Mail de la Tute ; 331, Hounts secs ; 367, Val d'Arrouge ; 391, Tuc Salavané ; 393, Verrou d'Espingo vers Arrouge ; 433-434, Verrou du lac d'Espingo de part et d'autre du déversoir ; 436, 437, 460, Chemin du lac d'Oo à Espingo ; 487, Cascade du lac d'Oo ; 677, Superbagnères ; 680, Tremplin de Superbagnères ; 681, Bois de la balise des Tremplins ; 682, Teleski d'Arbésquens ; 683, Chemin de Superbagnères à Gourzon-Soubirous ; 684, Bois du Mail de la Tute ; 630, Jugnet ; 699 à 701, Bois de Pardiac ; 706, Bois de l'Auédau ; 708 à 710, Bois d'Echères ; 712, Bois de Litoursère ; 715 à 717, Bois de Bédoure ; 718, Bois de la Lit ; 758, Tuc Salavané ; 759, 760, Mail de l'Ourp ; 761 à 763 Médassoles .

Tableau n° 4 - Polysticho -Abietum

Numéro	656	733	741	749	756	743	671	719	752	753	655	670	654	687	688	629	625	686	631	658
Altitude m.s.m.	1250	1300	1400	1530	1500	1500	1450	1600	1550	1470	1300	1420	1350	1400	1300	1420	1420	1450	1370	1100
Exposition	N	W	W	NNW	NNE	NNW	N	N	NNE	NNE	N	N	N	N	N	N	NE	N	N	N
Pente %	70	30	45	60	30	60	50	60	60	40	50	45	10	15	20	45	45	50	45	50
Couvert n/8	8	7	8	8	8	1	8	8	8	8	7	6	7	7	7	7	4	7	5	5
	Sous-association à Thuidium										Sous-association à Mnium									
Caractéristiques d'association :																				
Abies alba Mill. arbre	55	55	451	55	251	+2+	55	55	351	251	351	341	351	351	351	+3+	.	351	241	131
arbuste	.	.	111	.	+	.	.	.	211	.	.	231	.	+	221	.	.	+	+	.
plantule	.	.	1+	.	311	11	3+1	.	411	3+1	.	411	.	+	+2	.	.	.	.	.
Fagus silvatica L. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+21	+	131	+	131	.	.	241	121	.
arbuste	.	.	121	+1+	1	.	+	.	121	+	.	.	.	+	122	.	.	+	+	.
plantule	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.
Asperula odorata L.	+	211	+	+	.	421	231	.	+	113	221	431	541	531	431	.	.	531	321	221
Luzula maxima DC.	11	+	+	+	.	441	+	-	+	.	441	.	+	+1	+1	121	11	14	221	.
Prenanthes purpurea L.	11	.	.	+	.	+	+	+	-	+	+	11	+	+	221	.	.	.	+2	.
Veronica officinalis L.	.	221	+	.	+	.	.	2+3	111	211	.	321	.	.	.	.	.	+	+	.
Galium rotundifolium L. ssp. ovalifolium Schott.	311	3+1	+	.	+	.	.	.	321	421	311	.	321	.	.	.	.	.	311	.
Viola silvatica Fries	.	321	321	.	.	+	+	.	211	.	.	.	321	.	112	.	.	.	+	211
Scilla Lilio-Yacinthus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Différentielles :																				
Thuidium tamariscifolium (Hedw.) Lindb.	4	3	3	3	4	3	4	2	1	+	2	x	1	2	.	.	.	.	12	.
Dryopteris Robertiana (Hoffm.) Chrs.	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	112	.	.	.	.	.	.	+	.
Pyrola secunda L.	312	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Blechnum spicant Roth.	.	.	.	.	331	.	.	+	+	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Monotropa Hypopitys L.	.	.	.	+	.	.	312	.	.	+										
Mnium undulatum Hedw.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	1	4	4	4	3	3	3	3	14	3	3
Lysimachia nemorum L.	.	.	.	.	.	441	.	.	221	.	231	212	221	331	431	231	11	+	+	.
Scrophularia pyrenaica Benth.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	321	321	.	.	.
Impatiens Noli-Tangere L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	321	211	321	.	.	+	.	.
Sanicula europaea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	321	331	321					
Circaea lutetiana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	321	211	421	311	1	+	12
Adenostyles pyrenaica Lange	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	221	231	122	121	112	.	.
Sonchus Plumieri L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	112	221	+	112	.	.
Valeriana pyrenaica L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211	421	13		
Saxifraga umbrosa L.	.	.	.	.	.	221	.	.	.	.	331	.	+	.	.	.	.	+	.	+1
Ranunculus platanifolius L.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	+	.	+	.
Doronicum cordatum Lam.	.	.	.	.	.	.	421	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	431	.
Salix aurita L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+
Quercus petraea (Matt.) Lieb. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
plantule	1+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
Teucrium Scorodonia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamintha Clinopodium (L.) Moris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aria Crantz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Espèces des Vaccinio-Piceetea :																				
Hylocomium splendens Hedw.	21	4	2	3	4	2	3	5	5	3	.	3	2	+2	2	.	.	4	34	3
Epilobium Durieui Gay	.	+	.	+	.	211	.	.	+	.	+	211	+	311	311	+2	11	311	+	21
Solidago Virga aurea L.	+1	.	+	.	.	.	+	+	.	.	211	2+1	+	11	331	.	.	.	+1	+
Vaccinium Myrtillus L.	124	114	+	+	331	.	+	33	+	241	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Orobus tuberosus L.	.	+	.	.	+	+2	.	+	.	.	11	.	+	211	.	.	.	+	.	12
Sorbus aucuparia L. arbre	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	231	.	.	221	.	.
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
plantule	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.
Rhytidiadelphus triqueter (Hedw.) Warnst.	3	+	+	1	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera nigra L.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	11	+	1	221	.	.	.	12	121
Pleurozium Schreberi (Willd) Mitt.	3	3	2	3	3	5	.	3	+	3	2	4	2	.	.	.	.	.	14	.
Sambucus racemosa L.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	12
Luzula pilosa (L.) Vill.	.	.	+	.	.	11	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Melampyrum pratense L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Digitalis purpurea L.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
Pyrola minor L.	.	.	.	.	.	.	.	.	213	.	.	11	.	.	.	.	.	+	.	.
Lilium Martagon L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Poa Chaixi Vill.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosa alpina L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Dryopteris Linneana Chrs.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula verrucosa Ehrh.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Rhododendron ferrugineum L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Espèces des Querco-Fagetea :																				
Fragaria vesca L.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	1+1	+	431	+	311	221	.	.	211	+	231
Geranium Robertianum L.	.	.	.	.	.	21	.	.	.	.	+	211	321	431	321	.	12	213	+	321
Anemone Hepatica L.	.	+	+	113	.	+	211	.	.	.	.	12	+11	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia amygdaloides L.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	11	211	321	.	.	211	.	12
Pulmonaria vulgaris Merat	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.
Corylus Avellana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	121	.	+	.	.	.	.	23
Helleborus foetidus L.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	211
Fraxinus excelsior L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	111	.	11
Stellaria nemorum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	411	431	.	.	.	221	.
Ilex Aquifolium L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	11	121	.	.	.	.	.	.	11
Tilia vulgaris L. s.l.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	121	.	.	.	.	+
Mercurialis perennis L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	221	211	.	.	.	.	.	.	11
Paris quadrifolia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
Ribes petraeum Wulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.
Hedera Helix L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	231	.	.	.	.	.	.	.	321
Daphne laureola L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+12
Compagnes :																				
Oxalis acetosella L.	211	311	311	321	411	311	312	511	421	511	421	.	421	321	432	121	211	313	312	.
Polystichum Filix Mas L.	121	+	+	+	.	231	+	11	.	.	331	221	121	11	12	+	+	12	+	231
Rubus gr. Koeleri Weihe	+	+	+	+	+	231	+	.	+	+2+	231	341	221	131	231	332	231	231	+2	331
Athyrium Filix Femina Roth.	+	.	+	+	.	341	+	.	+	+	341	211	431	341	441	.	+	431	+	.
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	321	3+1	+	.	3+1	12	223	411	1	.	.	211	.	.	.	.	.	.	221	.
Arenaria montana L.	.	+	+	.	.	321	.	.	.	.	.	2+1	+	321	321	11	211	.	.	.
Ranunculus auricomus L.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+2	221	221	321	331	321	212	.	+	.
Polystichum spinulosum DC.	+	+	+	.	.	231	.	+	.	.	.	.	+	11	221	342	341	+	+	.
Hieracium murorum L. f. nemorense Jord.	.	+	+	.	.	.	11	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	111	.
Lapsana communis L.	.	.	+	.	.	211	+	+	.	.	+	21	321	1+1	311	.	.	.	+	.
Rubus idaeus L.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	112	231	+	341	+	.	431
Ajuga reptans L.	.	+	+	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Agrostis vulgaris With. (+ Poa nemoralis L.)	.	.	.	.	.	311	.	.	.	+	.	.	12	.	.	.	.	12	.	.
Phyteuma betonicifolium Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	211	.	.	.	+	.
Myosotis silvatica Hoffm.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	.	.	.	+	+3	222	321	12	.	.	.
Plagiotheca undulata (L.) Dum.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2	.	.	.
Hypericum gr. Richeri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria collina L.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Aspidium aculeatum Sw.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	221	+	.	.	.	.	.	.	+
Plagiotheca asplenioides (L.) Dum.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Ptilium Crista castrensis Hedw.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	211	.	+	.	+	.	221

Numéro	684	685	624	657	629	630	625	620	613	661	605	663	659	622	612	678	614	615	619	667	709	489
Altitude m.s.m.	1650	1500	1440	1200	1420	1352	1650	1300	1450	1550	1500	1550	1600	1400	1400	1650	1550	1550	1240	1470	1600	1492
Exposition	N	N	N	N	N	N	N	N	N	NNE	W	NNE	SSE	E	W	N	W	W	N	SSE	ENE	N
Pente %	50	10	45	20	45	40	45	30	10	60	25	30	30	45	45	45	10	15	20	50	15	30
Couvert n/8	7	6	7	7	7	4	7	4	7	6	7	6	6	7	6	6	7	6	6	7	8	8
	Sous-association à hêtre																			Sous-association à chêne		
Caractéristiques d'association :																						
Abies alba Mill. arbre	141	351	551	55	351	+5+	241	+5+	241	131	231	231	341	241	131	441	231	241	251	131	131	232
arbuste	.	+1	.	11	.12	.	211	211	+	231	+	121	11	+	231	.	+	+	231	221	121	1+1
plantule	.	+	+	321	211	+	+2	3+1	3+1	+2	.	11	.	2+1	3+1	+1	.	.	2+1	1+	+1	+
Fagus silvatica L. arbre	131	.	.	.	+	.	.	+	131	241	441	341	441	+3+	131	+	+	+	131	341	251	431
arbuste	.	.	.	.	.	.	+	+	231	+	+1	331	431	+	341	11	441	442	.	+	341	
plantule	.	541	.	.	.	.	+	.	3+1	+	.	11	.	+	411	311	.	.	+	+1	.	11
Asperula odorata L.	331	331	421	431	421	311	421	12	321	321	211	421	321	.	21	211	1+2	.	.	233	531	x
Luzula maxima DC.	.	+	333	.	12	233	12	+	+	323	332	112	.	+	.	+2	221	.	1+1	.	211	311
Prenanthes purpurea L.	+	211	+	.	+	+	+	321	311	+	+	11	.	221	11	+	.	11	+	.	+	+1
Veronica officinalis L.	.	.	+2	.	+2	211	2+1	2+1	211	211	2+1	211	+	+	211	+	.	.	2+3	133	.	.
Galium rotundifolium L. ssp. ovalifolium Schott.	.	.	312	.	+	+	+2	421	11	321	211	211	.	221	2+1	.	+1	311	311	112	12	
Viola silvatica Fries	321	321	+	421	.	+	+	.	+	321	1+1	321	311	.	.	221	12	.	.	311	321	
Scilla Lilio-Yacinthus L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1+	.	.	.	.	x	211	211				
Différentielles :																						
Thuidium tamariscifolium (Hedw.) Lindb.	.	.	+	.	.	.	.	+	2	2	.	2	.	.	+	2	.	2	2	2		
Dryopteris Robertiana (Hoffm.) Chrs.	+	+	.	+2	.	.	.	.	.	+	+1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrola secunda L.	.	+	+2	.	.	.	.	+														
Blechnum spicant Roth.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	113
Monotropa Hypopitys L.																						
Mnium undulatum Hedw.	.	.	.	.	.	.	.	.	+4													
Lysimachia nemorum L.	.	331	.	+3	.	212	.	221	11	+	1+1	+1	+	.	+	14	.	.	.	+	231	
Scrophularia pyrenaica Benth.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	
Impatiens Noli-Tangere L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Sanicula europaea L.																						
Circaea lutetiana L.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.			
Adenostyles pyrenaica Lange	211	11	.	.	.	.	.	.	332	.	+1	+	.	.	+	231	11	11				
Sonchus Plumieri L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Valeriana pyrenaica L.																						
Saxifraga umbrosa L.	.	211	.	211	.	.	.	.	211	+	.	+	.	.	.	212	+2					
Ranunculus platanifolius L.	+	.	.	.	.	.	1+1	.	+	.	+1	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+
Doronicum cordatum Lam.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	121	.	.	.	.	+	.
Salix aurita L.	331	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	121	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Quercus petraea (Matt.) Lieb. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+31
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3+	+	+
plantule	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+
Teucrium Scorodonia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211		
Calamintha Clinopodium (L.) Moris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+1	
Sorbus aria Crantz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2
Espèces des Vaccinio-Piceetea :																						
Hylocomium splendens Hedw.	.	3	451	3	441	5	5	5	x	+	5	.	2	4	125	.	5	5	5	.	.	4
Epilobium Durieui Gay	311	311	+	+	+	11	+	1+	11	+	+	+11	.	.	+	111	+	.	.	.	+	
Solidago Virga aurea L.	.	+	+	11	.	211	.	+	111	.	+	.	.	+	211	+	11	+1	+	321	.	+11
Vaccinium Myrtillus L.	.	.	.	.	.	.	323	11	211	332	323	341	321	223	221	121	332	341	23	223	331	421
Orobus tuberosus L.	.	.	+	+3	112	321	+3	+	321	+	321	+	.	11	+	+	+2	+	321			
Sorbus aucuparia L. arbre	.	.	+	.	+	.	211	+	+	+	+	.	.	+	+	.	+	+	.	.	+	.
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	121						
plantule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	311						
Rhytidiadelphus triqueter (Hedw.) Warnst.	.	4	3	3	134	.	+	+	+	2	1	.	2	+	1	.	1	1	13	.	.	2
Lonicera nigra L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+11	+	.	+	.	+
Pleurozium Schreberi (Willd) Mitt.	.	.	+2	.	12	.	+	.	.	.	.	.	1	+3								
Sambucus racemosa L.	+	.	.	.	.	.	.	211	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	
Luzula pilosa (L.) Vill.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1+1	.	+	+
Melampyrum pratense L.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	114	.	.	+	+	211	+2	+	311	211		
Digitalis purpurea L.	.	.	.	+	+	+	.	321	.	114	.	.	.	+	.	.	.	.	+			
Pyrola minor L.	.	213	1+3	.	.	.	211	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Lilium Martagon L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	211	+	1+1	.	.	211	+
Poa Chaixi Vill.	221	.	.	.	.	.	+2	.	.	+	.	121	.	.	.	.	.	.	.	.	331	
Rosa alpina L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+
Dryopteris Linneana Chrs.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	22	.	.	.	12	2					
Betula verrucosa Ehrh.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Rhododendron ferrugineum L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	112	.	.	+2	.	.	.	.	.	+
Espèces des Querco-Fagetea :																						
Fragaria vesca L.	12	221	12	321	.	2+1	+	211	+	+	+	211	211	+	11	321	+	.	.	211	+	.
Geranium Robertianum L.	331	311	.	312	.	.	+	.	.	+	.	211	.	.	.	311	.	.				
Anemone Hepatica L.	.	.	+	+	+	.	.	.	11	212	.	211	.	.	+	.	+					.
Euphorbia amygdaloides L.	.	11	.	211	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	11	.	.	.	.	.	+
Pulmonaria vulgaris Merat	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+2	+	121	211	.	.	.	+	.	.	+	211	+
Corylus Avellana L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+1	+	.	.	.	.	.	+	331	+
Helleborus foetidus L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.			
Acer pseudoplatanus L.	.	+	.	+	+																	
Fraxinus excelsior L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Stellaria nemorum L.	.	211	.	.	.	.	.	314	.	.	.	.	.	.	.	111	.	.	+			
Ilex Aquifolium L.	.	.	.	+																		
Tilia vulgaris L. s.l.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Mercurialis perennis L.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Paris quadrifolia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	.	+	.	+	.	.			
Ribes petraeum Wulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Hedera Helix L.	.	.	.	341																		
Daphne laureola L.	.	.	.	+																		
Compagnes :																						
Oxalis acetosella L.	412	421	411	311	421	321	411	311	311	421	521	422	421	322	211	213	421	331	431	112	42	412
Polystichum Filix Mas L.	332	221	11	+	+	.	+	12	+	121	211	331	221	+	12	331	+	.	11	+	12	+
Rubus gr. Koeleri Weihe	.	+1	+2	221	+	+	211	331	.	+1	.	121	11	.	.	.	+2	.	221	221	+	
Athyrium Filix Femina Roth.	121	431	11	.	.	+	+	331	11	211	221	211	111	.	.	221	231	11	121	.	.	+
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	.	13	11	.	331	331	331	431	322	322	321	323	12	221	312	211	311	321	231	331	.	312
Arenaria montana L.	312	21	211	.	+	213	311	+	11	211	211	311	.	213	+	311	2+1	+	1+	321	321	
Ranunculus auricomus L.	.	12	13	+	.	+	+	11	+	11	+	+	.	.	+	231	2+1	+	+			
Polystichum spinulosum DC.	121	221	231	.	.	+	11	11	.	+	.	221	.	+	.	.	.	.	232	.	.	+
Hieracium murorum L. f. nemorense Jord.	.	.	.	11	312	211	11	321	311	211	.	311	.	211	211	12	.	111	211	321	211	
Lapsana communis L.	.	+	+	312	.	+	.	+	.	311	.	.	.	.	+	.	.	.	+3	.	+	
Rubus idaeus L.	.	.	221	.	+	+	+3	+	.	+3	+2	.	.	+	+	.	.	.	.			
Ajuga reptans L.	.	+2	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	13	.	.	14	.	211	
Agrostis vulgaris With. (+ Poa nemoralis L.)	.	2	+	.	.	+2	.	+	.	.	.	.	+	.	+1	+	.	321	1+1			
Phyteuma betonicifolium Vill.	.	.	.	+	.	.	1+1	.	211	11	.	11	.	.	211	.	.	+2	+	+		
Myosotis silvatica Hoffm.	.	212	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	2+1	.	.	.	.	.	+	
Plagiotheca undulata (L.) Dum.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+			
Hypericum gr. Richeri	312	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+2	.	+	.	+	+	
Fragaria collina L.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	211		
Aspidium aculeatum Sw.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
Plagiotheca asplenioides (L.) Dum.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+		
Ptilium Crista castrensis Hedw.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+		
Urtica dioica L.																						

Le tableau renferme en outre les espèces ci-dessous :

Présentes cinq fois : Anthoxanthum odoratum (719,743,678,612,667), Arrhenatherum elatius (613,614,619,654,658), Betonica officinalis (741,659,661,667,747), Geranium silvaticum (743,655,678,614,747), Knautia silvatica (654,605,686,687,688).

Présentes quatre fois : Stachys alpina (624,661,684,667), Vicia Sepium 212 (670), 231 (658), 113 (657), +4 (661).

Présentes trois fois : Angelica Razuli (684,686,688), Campanula patula (743,670,620), Campanula rotundifolia (733,622,657), Crepis lampsanoides (686,687,707), Dicranum scoparium (719,624,625), Euphorbia hiberna (623,628,684), Gentiana lutea (615,661,663), Geum urbanum (658,686,687), Neconopsis cambrica (655,634,747), Orysopsis miliacea 431 (684), 321 (686), 221 (688), Polygonatum multiflorum (654,637,659), Prunus Avium (655,670,657), Prunus Padus (655,678,657), Pteris aquilina (654,605,661).

Présentes deux fois : Actaea spicata (749,638), Aspidium lobatum (741,749), Brachypodium silvaticum (663,687), Brunella vulgaris (686,687), Calamagrostis arundinacea (684,489), Calluna vulgaris (653,667), Cardamine Impatiens (620,629), Dactylis glomerata (743,620), Dryopteris Phegopteris (654,489), Glechoma hederacea (741,657), Heracleum sp. (655,658), Lamium Galeobdolon (733,747), Prunella grandiflora (741,658), Spiraea Ulmaria (628,657), Veronica montana (686,687).

Présentes une fois : Aconitum Napellus (659), Alchemilla vulgaris (743), Aquilegia vulgaris (678), Arabis bracissaeformis (659), Asplenium Adianthum nigrum (659), Asplenium Trichomanes (749), Barbarea vulgaris (623), Campanula Trachelium (659), Carex silvatica (743), Conopodium mutabile (678), Cornus sanguinea (658), Crepis blattaroides (687), Dianthus barbatus (663) Epilobium spicatum (687), Eurhynchium striatum 3 (749), Festuca rubra (678), Galium Mollugo (658), Geum urbanum (658), Hieracium Pilosella (661), Homogyne alpina (678), Lilium croceum (658), Lilium pyrenaicum (707), Lithospermum purpureo-caeruleum (750), Melandrium sp. (686), Polygala nicaeensis (659), Primula officinalis (659), Rumex arifolius (685), Sedum Anacampseros (687), Silene nutans (622), Solanum dulcamara (658), Succisa pratensis (615), Ulmus campestris (687), Valeriana officinalis (612

Les relevés ont été pris aux endroits ci-dessous :
489 : Environs de la Régulatrice du Lac d'Oô ;
605 à 615 : Bois de Bosc ; 619 à 631 : Bois de Sarradaus - Picade et Taillade ;653 à 670 : Sarrat d'Osque ; 654 à 658 : Maïl de la Cougne ; 659 : Gourron - Soubirous ; 661 - 663 : Bois de Perdigues ; 667 : Fontaine de Cuéou ; 671 : Bois de Devant Casse ; 678 - 683 : Superbagnères ;
684 - 686 : Maïl de la Tute ; 687 - 688 : Bois d'Artigue - Ardoune ; 689-701 : Bois de Pardiac ; 707 à 710 : Bois d'Echère ; 719 : Bois de la Lit ; 733 : Bois d'Artigues ; 741 : Bois de Barbat ; 743 : Bois d'Auédole ; 749 : Bois de Tremesséouès ; 752 : Bois de Sérias ; 753 : Bois de Bousquet ;
756 : Bois Grand.

Tableau n° 13 - Fagetum -

N° du relevé	764	488	750	617	533	606	607	608	610	755	740	601	665	662	664	666	723	742	653
Altitude m.s.m.	1500	1580	1500	1600	1450	1600	1600	1600	1480	1400	1350	1390	1450	1600	1430	1500	1500	1470	1350
Exposition	SSE	WNW	ESE	E	ENE	E	E	E	E	E	W	E	SSE	SSE	W	SE	W	S	N
Pente %	20	35	70	45	60	25	10	10	50	40	35	15	40	10	70	15	40	70	15
	Sans semis ni régénération		PUR Avec semis sans régénération			Avec semis avec régénération							AVEC SAPIN						
Arbre dominant :																			
Fagus silvatica L. arbre	551	255	251	351	55	141	231	121	241	251	251	251	351	351	451	451	351	351	41
arbuste	.	.	.	.	.	331	331	341	331	331	.	.	.	121	.	+	231	+	
plantule	.	.	.	.	11	+	+	311	2+1	211	.	211	321	+	311	112	.	211	+
Acidophiles (Quercetea roboris et Vaccinio-Piceetea) :																			
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	211	321	211	+1	+	+	+	332	332	+	+	+	211	211	323	223	431	221	31
Vaccinium Myrtillus L.	+	.	.	.	.	+	+	232	232	231	+	+	441	551	+	223	12	+	+3
Veronica officinalis L.	.	+	1	112	+°	+	+	121	.	+	+	.	.	.	323	+12	.	+	+
Solidago Virga aurea L.	+	+2	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	211
Oxalis acetosella L.	.	121	.	+	+4	.	.	.	.	.	+	+	+	+	323	321	311	.	13
Orobus tuberosus L.	+	+	.	.	+°	+	+	.	.	.	+	+	.	.	323	212	311		
Abies alba Mill. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	121	+	121	
" " " arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	321	.	.	+	+	221
" " " plantule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	211	11
Luzula multiflora Lej.	221	+	.	.	+°	.	.	+	224	.	+	.	.	.	+	.	+1	.	11
Prenanthes purpurea L.	11	1+1	.	.	+°	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	321		
Galium rotundifolium L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	113	.	+3	421	2+1
Luzula pilosa (L.) Willd.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	113	+			
Hypericum pulchrum L.	112	.	.	.	.	+	+	1+	+										
Melampyrum pratense L.	.	.	.	.	.	+	.	13	+1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	121
Sorbus aucuparia L.	.	.	.	.	.	+	+	+	+										
Différentielles :																			
Anemone Hepatica L.	321	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+1	.	+	
Leucanthemum corymbosum G.G.	211																		
Viburnum Lantana L.	+3																		
Lathraea clandestina L.	.	.	.	+	231														
Betula pubescens Ehrh.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+21										
Asperula odorata L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	323	321		
Quercus petraea (Mat.) Lieb. arbre	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	121	241	
plantule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Hedera Helix L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	221
Ilex aquifolium L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	221
Neutro-mésophiles (Fagetalia, Cephalanthero-Fagion, Eu-Fagion, Fraxinion) :																			
Viola silvestris (Lmk.) Rchb.	+	.	+	+	+°	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+	+	321	211
Poa nemoralis L.	.	1+1	+	+	+°	.	+	.	+1	+	.	+	+	.	113	+	.	211	
Polystichum Filix mas Roth.	+	+	.	+	+°	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+
Helleborus foetidus L.	.	+	+	+	+°	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	
Athyrium Filix femina Roth.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+			
Euphorbia amygdaloides L.	+1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	
Corylus Avellana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	131	232
Fragaria vesca L.	311	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+								
Compagnes principales :																			
Betonica officinalis L.	+	.	+	+	+°	+	+	1+	2+1	+	+	+	+	.	+2	+	.	311	
Arenaria montana L.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	1+2	.	.	.	211	.	+	+	11
Brachypodium pinnatum (L.) P.B.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	431	
Phyteuma spicatum L. s.l.	+	+	.	+	.	.	+	+	11	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	
Crepis lampsanoides D.C.	.	1+	.	.	.	.	+	112	211	.	.	.	.	311	.	.	21	311	
Lapsana communis L.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	
Rubus gr. Koehleri Weihe	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	211
Cardamine Impatiens L.	.	.	.	+	+°	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+			

Outre les espèces portées sur le tableau, les plantes suivantes se rencontrent encore (avec croix) dans plusieurs relevés. Acidophiles : Calamagrostis arundinacea (488,723,764), Calluna vulgaris* (608,723,764), Dryopteris Robertianum (533), Lonicera nigra (662, 764), L. periclymenum (653,662), Poa Chaixi (653,662,666), Pteris Aquilina (664,723,755), Sambucus racemosa (488). Neutro-mésohygrophiles et eutrophes : Anemone nemorosa* (533), Acer pseudoplatanus (764), Prunus Avium* (764), Daphne laureola* (764), Fragaria collina*(601), Fraxinus excelsior (764), Lilium pyrenaicum* (755), Mercurialis perennis* (742,764), Neottia nidus-avis* (533), Orobus luteus (764), Paris quadrifolia* (666,755), Polygonatum multiflorum* (653), Pulmonaria officinalis* (666, 755, 764), Ranunculus auricomus (617), Ribes rubrum (653), Rosa canina (764), Scilla Lilio-yacinthus* (488,533,723), Tilia platyphyllos* (653), Veronica montana (617), Espèces sans affinités édaphiques particulières : Ajuga reptans* (606, 764), Epilobium Durieui* (533, 617), Gentiana lutea (608,610), Myosotis alpestris (607,764), Saxifraga umbrosa (533,617), Scrophularia pyrenaica (653,607), Senecio Adonifolius (608,610), Stellaria nemorum* (617,653), Trifolium pratense (608, 764), Vicia sepium (533,617), Actaea spicata (755), Angelica Razuli (488), Anthoxanthum odoratum (608), Aspidium Brauni (617), Aspidium lobatum (617), Blechnum spicant (653), Conopodium mutabile* (607), Dactylis hispanica (764), Doronicum cordatum (653), Knautia silvatica (610), Laserpitium Nestleri (764), Pinus montana (764), Primula officinalis (764), Ranunculus platanifolius (601), Sonchus Plumieri (488).

Les mousses suivantes sont aussi fréquentes, mais sans jamais dominer : Hylocomium splendens, Mnium undulatum, Pleurozium Sehreberi, Polytrichum formosum, Rhytidiadelphus sp.

Les relevés ont été faits aux points suivants : 488 Oô, 533 Val d'Astau au bois d'Antanoue, 601 Caubous, 602 Les Tucs, 606 à 608 Bois de Bédourèdes, 610 Gouaoux, 617 Bois d'Antanoue, 652-3 Sarrat d'Osque, 662 Perdigues, 664-5 Cap de Pouy, 666 Estarbaqué, 723 Souverdède, 740 Sarrat de Culège, 742 Coume d'Aouède, 750 Les Costes, 755 Le Bousquet, 764 Astau.

Tableau n° 22 - Teucrio-Quercetum petraeae

	cépée					futaie									
	jeune		vieille			à Br. pinn.			à Corylus				à Fagus		à Betula
Numéro	604	734	735	736	737	739	722	726	603	721	731	727	728	730	729
Altitude m.s.m.	1300	1630	1550	1500	1400	1120	1450	1630	1300	1500	1450	1600	1530	1530	1550
Exposition	S	SSE	SSE	E	S	SSW	S	S	E	S	S	S	WSW	E	S
Pente %	30	70	60	60%	30	45	45	45	35	40	40	45	40	45	10
Couvert n/8	3	2	7	7	7	7	7	4	7	3	8	8	8	6	8
Couverture arbre (%)	.	.	.	.	.	90	100	60	100	60	100	80	100	75	100
" " arbuste (%)	100	100	90	95	100	.	1	.	.	70	.	90	40	30	80
" " herbe (%)	30	50	.	70	.	100	40	90	30	70	55	35	30	40	25
Hauteur arbre (m)	.	.	.	.	.	3-8	3-20	10-20	15-30	6-15	25	25	15-20	10-25	15-25
" arbuste (m)	1,5	2	4	4-6	3	.	1	.	.	1-3	3	2-3	.	1-4	1,5
Caractéristiques d'associations :															
Quercus petraea (Mat.) Lieb. arbre	.	.	.	.	.	251	331	351	221	341	151	241	341	341	421
arbuste	331	331	452	431	432	.	.	.	.	.	23	.	.	+1+	
plantule	.	.	+1	+	.	11	+	+	+	.	.	+1	221	1+	21
Teucrium Scorodonia L.	311	311	211	321	311	12	321	371	331	211	.	211	321	321	211
Rosa canina L.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+			
Différentielles															
de la cépée à bruyère :															
Calluna vulgaris (L.) Hull.	433	331	221	+	.	+	+	224	+	+1	121	+	221	221	+
Anthericum Liliago L.	321	211													
Viola canina L.	211	+1													
Veronica saxatilis Scop.	311	+1													
des peuplements agés :															
Poa nemoralis L.	.	+	+	321	331	+	321	221	321	321	23	322			
Anthoxanthum odoratum L.	.	.	.	.	11	431	331	331	+	331	321	211	12	.	+
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	.	211	.	321	231	331	431	.	221	-	431	421	431	431	421
de la futaie sur Corylaie :															
Corylus Avellana L.	.	.	+	+	+	.	+	+	351	341	34	451	.	.	+
Valerianella officinalis L.	.	.	2+1	221	11	.	.	.	113	311	12	311			
de la futaie avec hêtre :															
Fagus silvatica L. arbre	.	.	.	.	.	.	+1+	.	+	+	.	.	331	(+)	+
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	121	+
plantule	.	.	.	.	.	+	+	+	+1	.	.	.	221		
Vaccinium Kyrtillus L.	.	213	221	+	+3	.	221	224	.	.	.	+	421	232	434
Sorbus aucuparia L. arbre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	241
arbuste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321		
plantule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
de la futaie avec bouleau :															
Betula verrucosa Ehrh. arbre	+3	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	351
arbuste	.	.	.	.	.	-	-	+	.	.	.	.	+	.	11
Rubus idaeus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211
Rubus gr. Koeleri Weihe.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Acidophiles (Vaccinio-Piceetea et Quercetalia roboris)															
Betonica officinalis L.	1+1	.	1+1	11	211	33	12	11	211	211	211	211	21	+	311
Hierecium murorum L. var. nemorense Jord.	+	.	+11	211	221	.	211	211	11	11	+	+2	+	+	
Arenaria montana L.	+	211	211	+	+	.	.	.	211	211	311	211	.	311	421
Melampyrum nemorosum L.	.	11	421	211	311	.	.	321	13	.	331	.	211	411	+
Pteris Aquilina L.	+	.	.	121	12	+1	.	.	+	.	121	+	+	+	121
Genista pilosa L.	.	341	221	+	+	121	+	+	231	.	.	.	+	212	
Hypericum pulchrum L.	.	.	.	211	211	.	212	+1	.	12	211	311	211	.	21
Veronica officinalis L.	.	221	.	.	+	.	.	11	+2	.	21	.	+	314	+
Prenanthes purpurea L.	.	.	(+)	+	.	.	+	211	.	.	+	.	311	321	+
Solidago Virga-aurea L.	.	.	+	+1	321	.	211	.	+	.	.	.	.	+	+
Fragaria collina L.	.	+	.	+	+	.	.	.	221	.	.	.	.	.	
Digitalis purpurea L.	.	.	(+)	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	
Galium rotundifolium L. ssp. ovalifolium Schott.	.	.	.	211	.	.	.	.	+	12	.	+			
Orobus tuberosus L.	.	.	+	221	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Poa Chaixi Vill.	.	.	11	.	+										
Luzula maxima DC.	.	.	+												
Aspidium lobatum SW.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Epilobium Duriaei Gay.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Monotropa Hypopitys L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Festuca silvatica Vill.	.	.	.	.	.	+	.	.	+						
Compagnes neutrophiles appartenant aux Querco-Fagetea :															
Viola silvatica (Lam.) Reich.	+	.	112	.	+	11	.	+	+2	11	.	311	211	.	21
Lonicera nigra L.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+					
Lapsana communis L.	.	.	.	(+)	.	.	11	.	221						
Crataegus monogyna Jacq.	+	.	.	.	.	+	.	.	+						
Calamintha Clinopodium (L.) Moris	.	.	.	.	.	.	32	.	.	211					
Campanula Trachelium L.	.	.	.	.	.	.	.	.	212	.	+				
Prunus spinosa L.	.	+2	.	.	.	.	.	.	+						
Fragaria vesca L.	.	.	.	211	.	.	.	.	+						
Acer pseudo-platanus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Ribes petraeum Wulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Ranunculus nemorosus DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Arabis brassicaeformis Wallr.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Veronica montana L.	.	.	.	.	.	.	+	.							
Sorbus aria Crantz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
Anemone Hepatica L.	.	.	.	+	.										
Helleborus foetidus L.	.	.	.	+	.										
Geum urbanum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Cardamine Impatiens L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Sanicula europaea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Compagnes appartenant aux Brachypodietalia pyrenaica :															
Brachypodium pinnatum (L.) PB.	+4	214	13	331	+2	433	331	331	-	331	341	441	211	-	324
Phyteuma spicatum L. s.l.	.	.	+	+	+	.	2+1	311	.	+	11	211	12	211	+
Calium vernum Scop.	.	311	.	.	321	.	.	11	.	.	412	.	.	.	311
Silene nutans L.	212	+	.	.	+	12	+	+1	.	11					
Avena sulcata Gay.	1+1	421	+	.	.	.	+	331	.	.	+	.	11		
Festuca rubra L.	.	+	.	.	+	11	.	12	.	.	211	.	211	1+	
Dianthus monspessulanus L.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+1	+				
Centaurea nigra L.	+	.	.	.	+	31	.	+	.	+1	.	+			
Brunella grandiflora (L.) Jacq.	.	.	+	+	.	32	321	.	.	.	+				
Campanula glomerata L.	.	.	.	+1	+1	.	+	.	.	12					
Helianthemum grandiflorum (Lam.) DC.	11+	+	.	.	+	221									
Genista sagittalis L.	121	.	.	.	+	.	+1+	.	.	+1					
Serratula macrocephala Bert.	.	.	.	.	.	.	221	.	.	+					
Pimpinella Saxifraga (L.) Huds.	2+1	.	.	.	11	+									
Bupleurum ranunculoides L.	.	.	.	.	.	+									
Brunella hastifolia Brot.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+				
Briza media L.	.	.	.	.	.	32	.	.	.	211					
Autres compagnes de haute présence :															
Silene inflata Sm.	1+2	211	+1	211	211	+1	.	.	+2	211	211	321	.	.	11
Campanula rotundifolia L. s.l.	.	2+1	+2	.	+	12	+	+	.	+	.	+	+	11	+
Hieracium Pilosella L.	.	.	+3	.	.	11	.	+	.	.	.	+	+	312	
Potentilla Tormentilla (L.) Neck.	211	.	.	.	.	.	+	.	.	+1	211	.	+	.	+
Gentiana lutea L.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+	
Dactylis glomerata L.	.	.	.	+	+	12	.	.	.	121					
Succisa pratensis Moench	.	.	.	.	+	.	.	.	.	12	12	+			
Juniperus communis L.	+13	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+				
Conopodium Mutabile Mieg.	+	.	.	.	1+	+									
Achillea millefolium L.	2+1	.	.	.	.	+	.	.	.	+1					
Holchus lanatus L.	.	3+1	311	.	211										

Les espèces suivantes se rencontrent encore :

- deux fois : Astrantia minor (731,736), Jasione montana (722,726), Knautia silvestris (736,739), Polystichum Filix-Femina (727,737), Rumex arifolius (722, 729), Thrincia hispida (730,734), Thymus varians (604,739), Trifolium pratense et ochroleucum (736,739), Vicia Gracca (735,3).

- une fois : Asplenium Adianthum nigrum (3), Brunella vulgaris (722), Carlina acaulis (739), Chrysanthemum Delarbrei (721), Galeobdolon sp. (729), Galium anisophyllum (739), Galium verum (739), Geranium sp. (736), Hippocrepis comosa (736), Hypericum perforatum (604), Laserpitium Nestleri (736), Lotus pratensis (739), Melandrium inflatum (603), Orchis sp. (604), Phaca alpina (604), Polypodium vulgare (603), Polytrichum sp. (729), Primula officinalis (729), Tragopogon sp. (604).

Les relevés ont été pris sur 100 (étendus à 400 puis 900) mètres carrés aux points suivants :
603 et 604, bois des Croubets au N de Mayrègne
721 et 604, bois du Bousquet des Coumes au N de Cirès
726 à 731, bois de Raduc au NE de Caubous
734 à 737, bois de Réouère au N de Saint-Paul
739, bois de Trébons.

Tableau n° 27 - Ulmo-Tilietum

N° du relevé	767	771	772	768	769	770	773
Altitude m.s.m.	900	700	750	900	950	900	960
Exposition	W	S	SSW	NW	SW	ENE	N
Pente %	70	75	60	60	70	70	40
	prun.			ger.			
Caractéristiques d'association :							
Ulmus montana With. arbre	332	241	341	331	331	341	341
arbuste	.	431	11	.	431	231	231
Tilia platyphyllos Scop. arbre	241	131	331	341	441	131	+
arbuste	322	111	+	.	231	+	
Prunus Avium L. arbre	121	241	231	.	+21	231	231
arbuste	.	+	.	+	+		
Acer platanoides L. arbre	121	+	121	+31	121	341	341
arbuste	.	.	221	.	221	231	
Acer campestre L. arbre	221	231	+	231	231	121	+
arbuste	.	221	+1	.	231	+	.
Acer pseudoplatanus L. arbre	+	.	+	.	.	+	
arbuste	.	.	+	.	.	121	
Différentielles des sous-associations neutro-mésophiles :							
Crataegus monogyna Jacq.	221	231	221	+	.	+	+
Cornus sanguinea L.	331	231	21	+	+	+	
Clematis Vitalba L.	231	431	2+1	.	+	12	
Tamus communis L.	321	121	+1	+	.	312	
Ligustrum vulgare L.	431	221	12	+			
Prunus spinosa L.	112	211	+				
Lithospermum purpureo-caeruleum L.	.	421	+11				
Evonymus europaeus Scop.	.	311	1+				
Pimpinella magna L.	.	+	211				
méso-hygrophiles eutrophes :							
Geranium purpureum Vill.	.	.	.	+	311	311	321
Geum urbanum L.	.	.	.	11	+	311	321
Astrantia major L.	+	.	.	211	.	421	+
Circaea lutetiana L.	.	.	.	.	.	2+4	1+
Lysimachia nemorum L.	.	.	.	.	+	.	341
Aconitum Lycoctonum L.	.	.	.	.	131	+2	+
Espèces du Campanulo-Fraxinetum :							
Fraxinus excelsior L. arbre	231	231	321	121	121	331	331
arbuste	.	321	+	.	.	+	
Prunus Padus L. arbre	221	.	.	.	.	.	321
arbuste	.	121	.	.	.	+	
Arum maculatum L.	.	.	+	+			
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	.	.	.	.	++	.	121
Campanula latifolia L.	.	.	.	.	.	.	+
Acidiphiles (Quercetea roboris et Vaccinio-Piceetea).							
Solidago Virga aurea L.	.	+1	+	+1	.	+	
Quercus petraea (Matt.) Lieb.	+21	+	x				
Betonica officinalis L.	+	.	.	211	.	+	
Prenanthes purpurea L.	+	.	.	.	+		
Lonicera nigra L.	+	.	.	+			
Orobus tuberosus L.	.	.	.	11	+		
Pteris Aquilina L.	.	.	.	+	.	+	
Galium rotundifolium L.	.	.	.	2+1			
Abies alba Mill.	.	.	.	131			
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	.	.	.	211			
Luzula pilosa (L.) Willd.	.	.	.	+			
Ilex aquifolium L.	.	.	.	+			
Espèces des Querco-Fagetea :							
Corylus Avellana L.	131	241	241	241	121	131	231
Fragaria vesca L.	2+1	.	2+1	+	11	2+1	+
Viola silvestris (Lmk.) Rchb.	311	.	+	211	.	311	311
Lonicera xylosteum L.	+12	+	.	+	+	+	+
Mercurialis perennis L.	+2	321	531	431	421	421	
Pulmonaria officinalis L.	311	1+1	11+	2+1	312	211	
Hedera Helix L. arbuste-liane	341	1+1	211	231	231	+	
" " " au sol	.	241	341	.	.	231	
Polystichum Filix mas Roth.	.	+	1+	1+1	121	121	231
Rubus Koeleri Weihe	.	121	11	211	131	+	+
Helleborus foetidus L.	+	.	+	+	+	1	
Arabis brassicaeformis Wallr.	.	.	+	+	+1	.	+
Paris quadrifolia L.	.	.	+	+	.	.	+
Anemone hepatica L.	.	.	.	211	2+1	.	+
Polystichum spinulosum Lem. et DC.	.	.	.	211	+	.	221
Rosa canina L.	211	.	.	.	.	+	
Euphorbia amygdaloides L.	.	.	+	.	+		
Sanicula europaea L.	.	.	.	311	.	+	
Fragaria collina L.	.	.	.	+	.	.	+
Lonicera etrusca Sant.	.	+					
Compagnes :							
Brachypodium pinnatum (L.) P.B.	321	1+1	211	+	+	311	+
Lapsana communis L.	211	2+1	1+1	2+1	3+1	3+1	321
Crepis lampsanoides D.C.	+	.	+	+	+	+	+
Campanula Trachelium L.	+	.	+	211	+	+	
Chaerophyllum Cicutaria L.	+	2+1	.	.	+	212	
Calamintha Chinopodium (L.) Moris	+	.	+	+	.	321	
Ajuga reptans L.	+	.	.	212	.	+	+
Vicia Sepium L.	+	.	.	+	.	2+1	
Knautia silvatica Duby	+	.	.	+	.	+	
Phyteuma betonicifolium L.	.	.	+	+	.	+	
Stachys alpina L.	.	.	+	+	.	211	
Calamintha officinalis Moench.	311	.	+2				
Asplenium Adianthum nigrum L.	+	.	.	+			
Oxalis acetosella L.	.	.	.	.	11	.	431
Arenaria montana L.	.	.	.	.	+	211	
Aquilegia vulgaris L.	.	.	.	.	.	331	1+

En outre les relevés suivants renferment avec + :
767 : Cephalanthera ensifolia, Geum silvaticum, Juniperus communis.
771 : Polygonatum multiflorum.
768 : Aspidium lobatum, Campanula rotundifolia, Cardamine impatiens, Conopodium mutellina, Hypericum Richeri.
769 : Actaea spicata, Ranunculus platanifolius, Saxifraga umbrosa.
770 : Myosotis silvestris.
773 : Aspidium Brauni , Sambucus nigra.

Les relevés ont été pris aux points suivants : 767 : La Colonne ; 768 : Tour de Castel Blancat ; 769 : Saccourvielle ; 770 : Bois de la Conatèle ; 771 : Paysas ; 772 : Pont d'Une à Trébons ; 773 : Autarrouy.

Tableau n° 32 - Campanulo-Fraxinetum

- N° du relevé	637	638	639	640	774	776
Altitude m.s.m.	850	900	900	900	950	1400
Exposition	N	N	N	N	N	NE
Pente %	30	30	30	45	1	70
	a c o n i t.				v a l e r.	
Caractéristiques d'Association :						
Fraxinus excelsior L.	341	341	331	341	331	342
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	+11	+	+	231	351	+
Prunus Padus L.	231	231	232	232	+12	+
Campanula latifolia L.	421	431	421	331	(x)	331
Caractéristiques de l'Ulmo-Tilietum:						
Ulmus montana With.	231	341	341	341	+	342
Acer platanoides L.	11	+1	+11	+	+	+
Acer campestre L.	+	+	+	+		
Différentielles des sous-associations:						
Aconitum Napellus L.	111	111	221	221		
Mercurialis perennis L.	321	221	11	321		
Helleborus foetidus L.	+	211	11	221		
Polygonatum multiflorum (L.) All.	11	321	221	331		
Chrysosplenium oppositifolium L.	.	.	.	.	341	214
Valeriana pyrenaica L.	.	.	.	+	211	341
Sonchus Plumieri L.	.	.	.	.	.	122
Différentielles de l'association par rapport à l'Ulmo-Tilietum (espèces des Mégaphorbiaies et nitrophiles):						
Spiraea Ulmaria L.	113	+	+	331	541	541
Urtica dioeca L.	+	+	+	+	211	532
Rubus idaeus L.	223	+	11	322	+	+
Stachys alpina L.	211	+11	+	11	322	
Athyrium Filix femina Roth.	321	11	11	211	212	
Scrophularia pyrenaica Benth.	+	+	221	.	+	311
Chaerophyllum Cicutaria Vill.	213	.	+2	221	.	311
Ranunculus platanifolius L.	+	+	+	+		
Circaea lutetiana L.	1+	2+1	112	+1		
Lysimachia nemorum L.	+	.	+	+	331	
Equisetum maximum L.	+	.	.	+	+1	
Heracleum Sphondylium L.	+	.	+	.	+	
Impatiens Noli-tangere L.	.	1+1	+	+		
Hesperis matronalis L.	+	.	.	.	.	+
Astrantia major L.	.	.	.	.	+	311
Aconitum Lycoctonum L.	.	.	.	.	+	211
Caractéristiques du Fraxinion :						
Geranium purpureum Vill.	+	321	312	321	311	321
Sambucus nigra L.	+11	+	111	121	+	+
Geum urbanum L.	+	11	.	.	311	311
Virburnum Opulus L.	+	+	+	+		
Arum maculatum L.	.	11	11	+		
Ranunculus auricomus L.	.	.	.	+	+	
Populus tremula L.	+					
Caractéristiques des Unités supérieures (Querco-Fagetea, Fagetalia, Fagion, Cephalanthero-Fagion, Carpinion) :						
Corylus Avellana L.	+1	12	+	11	.	+
Lamium Galeobdolon (L.) Crantz	+	+1	11	211	.	2+
Polystichum Filix mas Roth.	211	+	+	221	.	211
Stellaria holostea L.	+	+	+	+	+	
Clematis Vitalba L.	+	+	+2	221		
Pulmonaria officinalis L.	221	.	+	+	.	1+
Fragaria vesca L.	+	+1	+2	+		
Polystichum spinulosum Lam. et DC.	+	+1	11	+		
Rubus caesius L.	.	+	+	+	+	
Cornus sanguinea L.	+	.	+	+		
Paris quadrifolia L.	11	211	221			
Anemone Heratica L.	+1	.	+2	+		
Lonicera Xylosteum L.	(+)	+	.	+		
Viola silvestris (L.) Lmk.	+	+	+			
Asperula odorata L.	.	+	.	+	.	124
Calamintha grandiflora L.	+					
Ribes petraeum Wulf.	+					
Rosa canina L.	+					
Geranium silvaticum L.	311					
Crataegus monogyna Jacq.	.	11				
Prunus spinosa L.	.	.	+			
Lonicera etrusca L.	.	.	.	+		
Lithospermum purpureo-caeruleum L.	.	.	.	.	.	+
Sanicula europea L.	.	.	.	.	.	+
Compagnes :						
Oxalis acetosella L.	421	421	311	431	1+	
Arenaria montana L.	+2	+2	+	+	+4	
Primula officinalis Jacq.	221	221	.	11	.	311
Brachypodium pinnatum (L.) P.B.	+	+	+	+		
Knautia silvatica Duby	+	+	+	+		
Glechoma hederacea L.	+	11	.	321	.	+
Myosotis silvatica L.	+	.	+1	+	.	531
Lapsana communis L.	2+1	+	211			
Arrhenatherum elatius (L.) M. et K.	+	.	.	.	+	1+2
Dactylis glomerata L.	+	+	.	+		
Aspidium Braunii Spen.	+	.	+	+		

Outre ces espèces les relevés contiennent avec croix:

637 : Actea spicata, Ajuga reptans, Arabis bracissaeformis, Aspidium lobatum, Barbarea vulgaris, Chelidonium majus, Cirsium monspessulanum, Crepis lampsanoides, Lathyrus luteus, Melandryum macrocarpum, Pteris Aquilina, Solidago Virga-aurea.

637 et 638 : Campanula Trachelium

638 et 640 : Fragaria colline

774 : Carex silvatica, Deschampsia caespitosa

776 : Epilobium Durieui, Vicia sepium.

774 et 776 : Rumex arifolius

Les relevés ont été pris aux points suivants : 637 : Moulin de Saint-Aventin ; 638 : Plagnères de Saint-Aventin ; 639 : Hourmagne ; 640 : Route de Hougua ; 774 : Autarrrouy ; 776 : Bourg d'Oueil.

Tableau n° 38 -- Bois à Bouleau et Brachypode

Numéro des relevés	689	694	703	747	757	698	692	697	702
Altitude m.s.m.	1420	1500	1500	1450	1590	1460	1450	1420	1520
Exposition	W	W	W	WSW	S	SW	SSW	SSW	SSE
Pente %	45	50	45	45	50	15	70	50	35
Couvert n/8	4	4	6	7	4	7	3	3	7
Couverture % arbre	70	80	80	100	70	100	65	60	100
herbe	100	100	100	100	100	100	100	100	95
mousse	15	15	20	10	0	10	-	-	40
Hauteur des arbres m.	4-15	3-10	3-15	3-6	35	3-15	.	1,5-6	3-20
Espèces arborescentes :									
X Betula pubescens X B. verrucosa Ehrh. arbre	351	231	241	+	141	451	121	431	
" " " arbuste	.	.	342	351	+	.	.	+2	241
Corylus Avellana L.	+	341	32	121	+	+	331	121	551
Espèces des Brachypodietalia :									
Brachypodium pinnatum P.B.	342	321	331	55	441	541	+	441	211
Betonica officinalis L.	431	211	321	432	421	321	211	331	321
Anthoxanthum odoratum L.	+1	431	221	+	431	12	211	321	221
Dianthus monspessulanus L.	2+1	321	221	211	231	.	211	12	321
Brunella grandiflora (L.) Jacq.	321	.	112	221	221	211	.	211	211
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	541	11	431	+	113	323	.	113	431
Agrostis vulgaris L.	+	221	321	32	232	311	.	221	311
Conopodium mutabile Mieg.	+	.	311	211	312	+	+1	11	+
Briza minor L.	+	211	12	+	.	211	.	221	
Helianthemum grandiflorum (Link.) DC.	221	+	.	+	231	.	321	231	
Trifolium pratense L.	231	321	+2	211	221	.	.	221	
Galium vernum Scop.	.	311	.	.	411	311	.	+	311
Centaurea nigra L.	+	.	.	+	311	.	+	11	
Trifolium ochroleucum L.	11	+	.	+	.	.	.	331	
Aquilegia vulgaris L.	+	.	+	+	.	.	+		
Galium anisophyllum Vill.	311	.	.	+	.	.	311	21	
Thymus varians R.N.	.	.	.	.	.	+	+	+	11
Différentielles de la variante à Viola silvatica:									
Viola silvatica Fries	2+1	12	+11	+					
Poa nemoralis L.	11	331	11	33					
Oxalis acetosella L.	+	+4	+2						
Pleurozium Schreberi Hedw.	2	3	.	2					
Rhododendron ferrugineum L.	+	.	124						
Polystichum Filix-Mas Roth.	.	121	+						
Rumex arifolius All.	.	+	+						
Poa Chaixii Vill.	.	.	221						
Différentielles de la variante à Calluna vulgaris									
Calluna vulgaris (L.) Hull.	+	+	131	+	+2	.	331	121	331
Silene nutans L.	+	.	+	+	.	.	.	112	211
Genista pilosa L.	.	.	+	.	231	.	341	+	231
Avena montana Vill.	.	.	121	.	321	.	321	321	321
Bupleurum ranunculoides L.	.	.	.	.	211	.	211	11	
Sorbus aria Crantz	.	.	.	.	.	.	331	.	+
Teucrium Scorodonia L.	.	.	.	.	211	.	+11		
Genista sagittalis L.	.	.	.	.	.	.	.	+	1+3
Festuca ovina L.	.	.	.	.	.	.	.	12	231
Pteris Aquilina L.	.	.	.	.	.	341			
Anthyllis Dilenii Schult.	.	.	.	.	.	.	.	12	
Vincetoxicum officinalis Moench	.	.	.	.	.	.	.	231	
Chrysanthemum corymbosum L.	.	.	.	.	.	.	.	321	
Anthericum Liliago L.	.	.	.	.	.	.	.	211	
Espèces acidiphiles et des Vaccinio-Piceetea :									
Vaccinium Myrtillus L.	12	+4	221	.	+3	+	+	.	331
Orobus tuberosus L.	21	321	321	121	.	11	12	.	331
Hypericum quadrangulum L.	311	+	211	211	.	.	+	.	12
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.	+	112	.	.	+1	.	331	123	
Arenaria montana L.	+	211	1+1	+	.	.	.	.	311
Rhytidiadelphus triqueter (Hedw.) Warnst.	2	+4	124	.	.	.	.	.	4
Hylocomium splendens Hedw.	.	2	213	.	.	1	.	.	2
Quercus petraea (Matt.) Lieb.	+	+	.	.	.	.	+	+2+	
Viola canina L.	+	.	.	+	+	21			
Rosa alpina L.	.	311	+	.	.	.	+	+	
Polytrichum formosum Hedw.	.	+3	+4						
Sorbus aucuparia L.	.	121	.	.	.	.	.	.	11
Galium rotundifolium L. ssp. ovalifolium Schott.	.	.	311						
Pinus uncinata Ram.	+								
Luzula pilosa (L.) Willd.	.	+							
Autres compagnes :									
Potentilla Tormentilla Neck.	421	3+1	311	3+1	2+1	+	.	+1	3+1
Succisa pratensis Moench	321	.	+	+	+	+	12		
Melampyrum pratense L.	.	312	311	.	.	311	+	+2	+
Campanula rotundifolia L. s.l.	.	+	11	.	3+1	+	.	+	+
Juniperus communis L.	231	.	.	121	.	+	.	+1	+
Hieracium murorum L.	+	.	+	+	+	.	.	.	+
Ajuga reptans L.	211	11	221	211	.	+			
Phyteuma betonicifolium Vill.	.	+	+	11	.	+	.	+2	
Lotus corniculatus L.	.	221	.	+	221	+	.	21	
Pimpinella magna L.	+	.	.	+	+	.	.	+	+
Veronica officinalis L.	+12	.	12	+	.	.	.	.	321
Rhinanthus mediterraneus (Stern.) S.	.	124	.	.	412	.	421	321	
Hieracium Pilosella L.	.	.	221	.	1+3	.	.	+1	221
Brunella hastifolia Brot.	+	.	211	+	.	.	.	.	+
Genista tinctoria L.	11	+	.	.	+	.	+		
Knautia silvatica Duby	.	221	.	.	+	321	.	.	+
Chrysanthemum leucanthemum L. s.l.	.	+	+	.	.	.	.	2	+
Laserpitium Nestleri Sorg-Will.	.	+1	.	+	.	.	211	+1	
Astrantia minor L.	.	.	112	+	.	+	.	.	+
Anemone hepatica L.	+	.	11	+					
Alchemilla vulgaris L.	+	.	+	+					
Galium verum L.	521	.	.	.	+	.	211	!	
Gentiana lutea L.	.	.	+1	.	.	.	+	.	+
Achillea millefolium L.	.	.	.	.	221	.	.	21	1
Scabiosa pyrenaica All.	.	.	.	.	321	.	12	12	

Le tableau renferme en outre les espèces suivantes :

Présentes deux fois : Campanula glomerata (694,697), Campanula patula (694,747), Carex pallescens (689, 702), Dactylis glomerata (694,698), Euphorbia amygaloides (703, 747), Euphrasia hirtella (757,697), Fragaria collina (703, 692), Geranium silvaticum (689,698), Helleborus foetidus (694,702), Holchus lanatus (689, 747), Polystichum spinosum (703,702), Sonchus Plumieri (757,698).

Présentes une fois : Arabis bracissaeformis (702), Arnica montana (703), Asperula cynanchica (697), Asphodelus pyrenaicus (692), Aspidium lobatum (702), Betonica Alopecuros (692), Brunella vulgaris (689), Carduus defloratus (692), Carlina acaulis (757), Festuca rubra (757), Fraxinus excelsior (747), Gentiana campestre (757), Globularia nudicaulis (692), Hippocrepis comosa (697), Hieracium amplexicaulis (694), Jasione (757), Meum Athamanticum (702), Minium affine (689), Paris quadrifolia (694), Pedicularis foliosa (692), Plantago lanceolata (697), Ranunculus auricomus (694), Ranunculus platanifolius (702), Salix aurita (697), Silene vulgaris (703), Teucrium pyrenaicum (697).

Les relevés proviennent des localités ci-dessous :

689,692, Fontaine Barbouride ; 694-5, Barguère ; 697, Saint-Julien ; 698, Col de la Coume ; 702, Salit ; 747, Cap de Rouquet ; 757, Tuc Salavané.

Tableau n° 42 - Corylaie

Numéro du relevé	603	646	648	673	674	649	669	602	618	650	651	765	745	675	704	632	633	634	635	636	641	644	645	644
Altitude m.s.m.	900	1000	1000	1000	.	1070	1350	.	1300	1150	1250	1330	1300	.	1430	850	850	850	200	800	1050	1100	1100	1100
Exposition	E	SE	E	SSE	SSE	NE	S	W	E	N	N	W	W	E	W	N	E	N	N	N	N	N	N	N
Pente %	35	60	40	60	70	30	50	35	50	40	40	50	70	30	20	45	20	30	30	50	25	20	.	1
Couverture % arbre	100	100	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
herbe	30	.	40	70	80	40	.	10	50	.	45	.	40	40	45	100	30	45	30	40	40	70	70	90
mousse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	50	.	1	2					
Différentielles des Corylaies :																								
Corylus Avellana L.	551	21	431	341	451	331	431	551	351	451	331	55	33	431	33	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Crataegus monogyna Jacq.	+	21	211	221	221	231	+1	2+↓	+	231	+	+	23	221	.	+	11	+	+	11	11	211	221	+
Ilex Aquifolium L.	.	+	321	+	.	331	11	+1	.	331	431	.	.	+	.	+3	.	221	221	221	121	231	221	321
Acer campestre L.	.	.	+	331	231	+	221	.	.	.	+	.	+	231	.	+	+	+	+	+	+			
Lonicera Xylosteum L.	.	+	211	.	+	211	+	.	.	.	.	.	+1	.	.	+	.	.	11	221	.	.	+	+
Hedera Helix L.	.	.	.	321	+	.	.	.	.	33	431	.	.	+1	.	241	231	231	231	231	.	221		
Thermophiles :																								
Quercus petraea (Matt.) Lieb.	121	221	+11	341	221	231	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	+↓		
Prunus spinosa L.	+	12	11	321	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	11	12	+	.	+	
Teucrium Scorodonia L.	331	+	+12	.	.	+	321	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+				
Melampyrum pratense L.	3	+	+3	+	.	12	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+					
Campanula Trachelium L.	212	.	.	311	.	.	.	.	.	.	.	.	21	211	.	.	11	.	+					
Calluna vulgaris (L.) Hull.	+	221	231	.	.	+3																		
Chrysanthemum corymbosum L.	.	.	.	+	311																			
Hélio-xérophiles :																								
Brachypodium pinnatum P.B.	.	35	431	432	332	323	351	2+1	+	.	13	431	43	221	221	14	+4	+	+4	+	+	.	+	
Betonica officinalis L.	211	321	421	+	321	321	211	1+1	+	21	.	2+1	2+	−	.	11	11	.	+					
Brunella grandiflora (L.) Jacq.	.	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	321									
Centaurea nigra L.	.	+	+2	+	.	+	211																	
Festuca rubra L.	.	12	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+2					
Agrostis vulgaris L.	.	321	331	.	.	331	.	221	321															
Thymus varians R.N.	.	221	211	+	.	+																		
Helianthemum grandiflorum (Link.) DC.	.	331	12	+	.	.	+																	
Pimpinella Saxifraga L.	.	121	+	.	1+	+																		
Genista pilosa L.	.	221	221																					
Genista sagittalis L.	.	11	121																					
Helianthemum canum (L.) Baum.	.	+	331																					
Scia- hygrophiles :																								
Sanicula europaea L.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	321	331	+	.	.	.	11	321	+	+	321	321	.	221	
Mercurialis perennis L.	.	.	.	.	+	221	+	.	.	23	431	.	.	431	.	321	211	321	211	321	+1	+		
Lonicera Periclymenum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	321	+	.	+	.	11	21	1+	11	+	11	321	121	12
Mnium undulatum Hedw.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	324	.	.	2	3	.	.	3	.	.	.	2	4
Lysimachia nemorum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	231	.	.	332	.	.	+	13	.	.	.	+	
Impatiens Noli-tangere L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	431
Forestières indifférentes :																								
Fagus silvatica L.	+	.	.	.	.	.	2+1	221	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+			
Asperula odorata L.	.	.	.	.	.	.	.	213	.	.	+4	.	.	324	.	.	.	.	+					
Myosotis silvatica (Ehrh.) Hoffm.	.	.	.	.	.	.	.	321	321	.	.	.	.	.	331									
Forestières neutrophiles :																								
Acer platanoides L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	+	
Astrantia minor L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	121	+	+	+1	+			
Ligustrum vulgare L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	+	+	+	.	12	+1			
Listera ovata (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+1	+	+
Neutro-mésophiles :																								
Fragaria vesca L.	+	+	11	311	321	.	+2	+	+	12	.	+	11	221	+	+	+	+	11	11	221	211	221	+1
Rosa canina L.	+	+	+1	211	211	221	+	.	.	221	12	.	32	321	.	+	+	211	12	+	+	.	+	
Helleborus foetidus L.	.	.	+	11	+	+	.	.	+	+	.	+	.	12	.	211	+	+	.	211	+	11	11	+
Fragaria collina L.	221	211	.	.	211	.	.	221	.	+1	12	.	12	+	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+
Lapsana communis L.	221	.	.	112	.	.	.	.	+	.	.	.	12	211	12	.	+	.	+	211	211	311	321	311
Tilia platyphyllos Scop.	.	.	.	221	121	.	+	.	.	11	.	.	14	241	.	+	13	+	+	+	+31	.	+	
Geum urbanum L.	+	.	.	11	+	.	.	.	+	.	.	.	11	11	.	.	+	+	.	+	+	.	+	+
Calamintha Clinopodium (L.) Moris	.	+	+3	321	321	321	321	.	+1	321	321	.	.	.	+/S	+S	.	+3	+					
Anemone hepatica L.	.	.	.	.	.	.	.	321	.	.	+	432	.	321	321	212	.	11	.	321	211	321	221	+
Pulmonaria officinalis L.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	22	211	.	.	11	.	211	21	321	11	221	.	+	211	
Fraxinus excelsior L.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	13	+	.	.	+	.	+	+	+21	.	+	131
Euphorbia amygdaloides L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	211	211	.	11	211	.	+	+	11	211	11				
Paris quadrifolia L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+1	.	+	+	+	211	11	.	211	11	+	11	
Vicia Sepium L.	211	.	.	221	.	.	+	221	214	.	.	211	.	11	.	.	+	.	.	+				
Geranium Robertianum L.	.	.	.	12	+	.	.	.	+	.	.	+	21	11	331	.	.	+	.	.	.	.	321	
Cornus sanguinea L.	.	.	.	231	211	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	12	23	+	.	121	.	+	.	+
Prunus Avium L.	.	.	.	.	.	.	+	211	.	221	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+
Ulmus montana With.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	131						
Tamus communis L.	.	.	.	421	1+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	12				
Ribes petraeum Wulff.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+									
Cephalanthera rubra (L.) Rich.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+				
Acidophiles mésophiles :																								
Solidago Virga aurea L.	+	.	.	+	+	.	+	.	+	+	221	+	+	+	.	12	+	.	+	+	.	+		
Abies alba Mill. (arbuste dominé)	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+1	+	+	11	+	+	121	+	
Abies alba Mill. (plantule)	.	.	.	.	.	.	.	2+1	.	.	.	.	.	1										
Orobus tuberosus L.	+	.	+	.	12	+	.	211	.	+	+	.	.	.	312	+	.	.	+	.	.	+		
Galium rotundifolium L. ssp. ovalifolium Schott.	+	.	.	+	2+1	11	2+1	311	.	+1	411	.	.	.	311	.	.	.	2+1	311				
Prenanthes purpurea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	
Betula pubescens x verrucosa Ehrh.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	131
Vaccinium Myrtillus L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
Acidophiles :																								
Pteris Aquilina L.	+	341	431	+	321	431	+	211°	.	321°	11°	.	+	.	.	11°	+	+	1+	+°	+°	+	+°	+
Arenaria montana L.	211	.	.	.	+2	.	.	321	+	211	.	+	31	312	321	+	12	211	321	321	311	311	312	
Deschampsia flexuosa L.	221	.	.	221	+	+	.	211	+	.	211	+	321	211	311	14	+							
Compagnes :																								
Viola silvatica Fries	+2	.	+	321	311	+	321	321	321	12	11	311	321	431	321	+2	211	11	+	+	221	211	211	211
Poa nemoralis L.	321	.	.	321	.	321	221	.	.	321	321	+	32	221	.	211	11	.	+	212	.	.	+	
Polystichum Filix-Mas (L.) Roth.	.	.	.	.	.	.	.	211	.	.	+	+	.	21	12	11	+	+	+	+	.	+	+	+
Rubus gr. Koeleri Weihe	.	12	222	+	.	.	.	.	.	221	221	.	12	.	.	+	+	221	231	231	+	.	11	
Oxalis acetosella L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	321	3+	+3	411	311	.	211	321	311	331	421	422	321
Knautia silvatica Duby	.	12	11	.	321	112	+	.	.	+11	.	.	.	211	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+
Phyteuma betonicifolium Vill.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	+	.	2+	2+1	.	.	+	.	.	+	+1			
Ajuga reptans L.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	234	.	.	+	+	211	.	.	+	
Cardamine Impatiens L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+	+	.	+	.	+	.	211
Veronica officinalis L.	+2	.	.	.	.	.	+1	.	1+2	.	.	.	+	211	321	.	.	.	.	.	12	.	+	
Primula officinalis L.	+	.	.	+1	+	.	.	.	+	.	.	.	11	+	.	.	.	+	.	+				
Polystichum spinulosum Lam. et DC.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+
Athyrium Filix-Femina (L.) Roth.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	21	221	.	12	+1	.	.	+	+	+
Polypodium vulgare L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	11	+	+	.	+2				
Aspidium lobatum Sw.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+1	12	.	.	.	.	.	.	.	+
Glechoma hederacea L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	12	+	.	.	.	.	.	.	221	+	+	.	.	.	+
Epilobium Durieui Gay	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	+	+	+2	311	.	.	.	.	.	+	+		
Asplenium Adianthum nigrum L.	2+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+1	.	+	+	.	.	+				
Hieracium murorum L.	11	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	211	.	+							
Actaea spicata L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	11	.	.	.	+	.	.	+			
Juniperus communis L.	.	+1	+	+2	121	.	.	.	.	.	.	.	+											
Arabis bracissaeformis Wallr.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	331	.	.	.	+					
Campanula rotundifolia L. s.l.	.	+	+1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+										
Rhytidiadelphus triqueter (Hedw.) Warnst.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+4	3	.	.	1	.	1	.	.	13			
Polygonatum multiflorum All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	11	.	.	.	+	+	.	+
Clematis vitalba L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+
Pleurozium Schreberi (Willd) Mitt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	24	.	.	.	.	3	.	1						
Conopodium mutabile Mieg.	.	+	11	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3+1									
Thuidium tamariscifolium (Hedw.) Lindb.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	3	.	3						
Hypericum quadrangulum L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	211									
Astrantia minor L.	.	.	.	.	.	.	321	.	.	211	.	+	.	+										
Crepis blattarioides L.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+										

Le tableau renferme en outre les espèces ci-dessous :

Présentes quatre fois : Melandryum (603,618,632,633), Ranunculus auricomus (618,765,675,704), Urtica dioica (602,618,704,645).

Présentes trois fois : Aspidium Braunii (765,645,644), Lotus corniculatus (646,648,649), Potentilla Tormentilla (646,648,649), Serratula microcephala (648,674,669), Stellaria nemorum (618,633,644). Trifolium pratense (646,648,704).

Présentes deux fois : Acer pseudoplatanus L. (603,675), Achillea millefolium (646,674), Anthoxanthum odoratum (603,648), Asphodelus microcarpus (674,669), Bupleurum ranunculoides (673,674), Briza minor (646,648), Brunella vulgaris (645,704), Cynosurus elegans (649,618), Dactylis glomerata (602,765), Doronicum cordatum (651,633), Galium vernum (646,648), Hylocomium splendens (745,641), Hypericum perforatum (646,673), Lamium Galeobdolon (675,633), Lathyrus luteus (650,675), Meconopsis cambrica (618,765), Plantago lanceolata (646,648), Poa Chaixi (602,704), Rumex arifolius (602,632), Sambucus racemosa (632,633), Saxifraga umbrosa (618,765), Silene vulgaris (603,646), Stachys alpina (618,675), Symphytum tuberosum (669,675), Valeriana officinalis (603,674), Veronica chamaedrys (602,618).

Présentes une fois : Aceras anthropophorum (673), Aconitum Napellus (765), Adenostyles pyrenaica (675), Agrimonia Eupatoria (673), Alnus glutinosa (641), Angelica Razulii (765), Arabis turrita (633), Asparagus acutifolius (649), Asperula cynanchica (673), Carex silvatica (745), Chaerophyllum Cicutarium (673), Cicerbita sp. (673), Circaea lutetiana (644), Daphne laureola (645), Dianthus barbatus (704), Dianthus monspessulanus (648), Galium Mollugo (602), Geranium silvaticum (602), Hieracium pilosella (648), Hippocrepis comosa (673), Inula (673), Lathyrus pratense (673), Lathyrus articulatus (646), Monotropa (673), Ononis sp. (673), Pimpinella magna (649), Plagiochila undulata (632), Polytrichum sp. (618), Poterium Magnolii (646), Ranunculus sp. (675), Rubus idaeus (618), Scabiosa pyrenaica (673), Scrophularia pyrenaica (745), Sideritis sp. (673), Silene nutans (673), Succisa pratensis (646), Teucrium Chamaedrys (673), Teucrium pyrenaicum (673), Viburnum Lantana (745).

Les relevés ont été pris aux points suivants : 602, Tuc de Mayrègne ; 603, Bois des Croubets ; 618, Montée à Esquierry ; 632 à 633, Tiron ; 644-5, Regards ; 644 bis, Coume de Carriou ; 646, Ruisseau de Revès ; 648-9, Tirion ; 650-1, Sarrat d'Osque ; 669, Mail de la Cugne ; 672, Bois de Sarrou ; 673-4, Gaurron ; 675, Mail d'Estaraqué ; 690, Jugnet ; 704, Salit ; 705-6, Auédon ; 745, Fontaine de Hontaliet ; 765, Astau .

Tableau n° 46 - Comparaison des principales associations forestières.

+ Optimum
x bon état
- mauvais état
. rare
  absent

	Rhododendro-Betuletum				Polysticho-Abietum					Fagetum		Teucrio-Quercetum		Ulmo-Tilietum			Campanulo-Fraxinetum		
	Betula verrucosa Ehrh.	Sorbus aucuparia L.	Streptopus amplexifolius DC.	Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.	Geranium silvaticum L.	Rubus idaeus L.	Polypodium Dryopteris L.	Abies alba Mill.	Fagus silvatica L.	Asperula odorata L.	Luzula maxima DC.	Prenanthes purpurea L.	Veronica officinalis L.	Galium rotundifolium L. ssp.	ovalifolium Schott.	Scilla Lilio-facinthus L.	Lathraea clandestina L.	Quercus petraea (Mct.) Lieb.	Teucrium Scorodonia L.
CARACTERISTIQUES D'ASSOCIATION																			
Rhododendro-Betuletum :																			
Betula verrucosa Ehrh.	+	+	+	-	-	-	-	-	-										
Sorbus aucuparia L.	+	+	x	-	-	-	-			.									
Streptopus amplexifolius DC.	+	x																	
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.	+	+	+								.								
Geranium silvaticum L.	+	+	x																
Rubus idaeus L.	+	x	-	-	x	x	.	.	x	-									
Polypodium Dryopteris L.	+	x	-																
Polysticho-Abietum :																			
Abies alba Mill.	.	-	-	+	+	+	x			x									
Fagus silvatica L.		-			x	+	x	+	+		-								
Asperula odorata L.		-		+	+	+	+	.	.										
Luzula maxima DC.				+	+	+	+				.								
Prenanthes purpurea L.		.	.	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-				
Veronica officinalis L.	.	-	-	+	x	+	x	-	-	-	-	-	-						
Galium rotundifolium L. ssp.																			
ovalifolium Schott.			x	+	x	+	x	-	-	-	-	-	-	.	-				
Scilla Lilio-facinthus L.						+		.	.	.									
Fagetum :																			
Lathraea clandestina L.									+										
Teucrio-Quercetum :																			
Quercus petraea (Mct.) Lieb.							x	.	.	.		+	+	.					
Teucrium Scorodonia L.							x					+	+						
Rosa canina L.								.	.			x	x	.	.	.	.		
Ulmo-Tilietum :																			
Ulmus montana With.							.							+	+		x		-
Tilia platyphyllos Scop.				.	.	.	.			.	.			+	+				
Prunus Avium L.							.	.						+	+				
Acer platanoides L.														+	+		-		-
Acer campestre L.														+	+		-		
Acer pseudoplatanus L.				.	.	.	.	.					-	x	x				
Campanulo-Fraxinetum :																			
Campanula latifolia L.															-		+		+
Fraxinus excelsior L.					.	.	.	.			.			x		x	+		+
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.															-		x		x
Prunus Padus L.							.							-	-		+		+
DIFFERENTIELLES DES SOUS-ASSOCIATIONS																			
Calluna vulgaris (L.) Hull.			-	-				.	.	.		x	-						
Lycopodium Selago L.	x																		
Pinus uncinata Ram.	+								.										
Selaginella spinulosa Al. Br.	+																		
Daphne mezereum L.	-																		
Adenostyles pyrenaica Lange		x																	
Ranunculus platanifolius L.		x																	
Epilobium Durieui Gay		x			-		x		-		.				-			.	
Euphorbia hibernica L.		x																	
Corylus Avellana L.			x				.		-		-		.	.		x	x		x
Brachypodium pinnatum PB.			x																
Athyrium Filix Femina Roth.			x		-		+		x		-		-		-		.		.
Conopodium mutabile Mieg.			x																
Thuidium tamariscifolium (Hedw.) Lindb.		-		-	+		-		-		-								
Dryopteris Robertiana (Hoffm.) Chris.		x			+		-		-				.						
Pyrola secunda L.				.	+				x										
Blechnum spicant Roth.	+	x			+						.								
Monotropa Hypopitys L.					+														
Mnium undulatum Hedw.		-	-	-	-	+													
Lysimachia nemorum L.		-		.	x	+		x		.									
Calamintha Clinopodium (L.) Mor.												+							
Sorbus aria Crantz	.	-										-							
Anemone Hepatica L.	.	-		.	.	.	.	.	-		-					-	x		-
Leucanthemum corymbosum G.G.												+							
Viburnum Lantana L.												-							
Anemone nemorosa L.									.										
Anthericum Liliago L.													x						
Viola canina L.													x						
Veronica saxatilis Scop.													x						
Poa nemoralis L. var.									-	-	-		-		x				
Anthoxanthum odoratum L.		-		-		-		-		.			-		x				
Crataegus monogyna Jacq.													-		-	x		-	
Cornus sanguinea L.																+		-	
Clematis Vitalba L.																+		-	
Tamus communis L.																+		-	
Ligustrum vulgare L.																x		-	
Prunus spinosa L.													-		-	x			
Lithospermum purpureo-caeruleum L.																x			
Evonymus europaeus Scop.																+			
Pimpinella magna L.																x			
Geranium purpureum Vill.																		+	
Geum urbanum L.																		+	
Astrantia major L.																		x	
Circea lutetiana L.																		x	
Aconitum Lycoctonum L.																		x	
Aconitum Napellus L.																			
Mercurialis perennis L.									.		.					x		+	
Helleborus foetidus L.					.	.	.	.		.	.	.	-			-		-	
Polygonatum multiflorum (L.) All.																			
Chrysosplenium oppositifolium L.																			
Valeriana pyrenaica L.																			
Sonchus Plumieri L.																			

	Rhododendro-Betuletum				Polysticho-Abietum					Fagetum		Teucrio-Quercetum		Ulmo-Tilietum			Campanulo-Fraxinetum		
	Betula verrucosa Ehrh.	Sorbus aucuparia L.	Streptopus amplexifolius DC.	Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.	Geranium silvaticum L.	Rubus idaeus L.	Polypodium Dryopteris L.	Abies alba Mill.	Fagus silvatica L.	Asperula odorata L.	Luzula maxima DC.	Prenanthes purpurea L.	Veronica officinalis L.	Galium rotundifolium L. ssp.	ovalifolium Schott.	Scilla Lilio-facinthus L.	Lathraea clandestina L.	Quercus petraea (Mct.) Lieb.	Teucrium Scorodonia L.
EUTRO-BASOPHILES (QUERCO-FAGETEA)																			
Polystichum Filix mas Roth.	-			-		-	-	x		x		x	-	-	-	-			
Fragaria vesca L.					-	-	-	-	-	x		x		x	x	x	-		-
Pulmonaria officinalis L.								.	.	.		.		.	.	.			
Lapsana communis L.					.			-	-	x		-		.	.	.	-		-
Euphorbia amygdaloides L.	.				.			-	-	x		-		-	-	-			
Viola silvestris (L.) Lemk.					-		-								-	-	-	x	
Rubus Koeleri Weihe								-	-	+	+	x		-		.	.		
Paris quadrifolia L.					.	.	.			-		-					.		
Ranunculus auricomus L.					-		-	.	.	x		-				.			
Polystichum spinulosum Lam. et DC.								-	-	x		-		.					
Lonicera xylosteum L.												.					-	-	-
Ribes petraeum Wullf.										.		.		.			.		-
Hedera Helix L.										-		-				.			
Rubus bracisseformis Wallr.														.					-
Campanula Trachelium L.														.					
Geranium Robertianum L.					.	.	.	-	-	x		x		.					
Senicula europea L.																			-
Cardamine impatiens L.										.									
Stellaria nemorum L.							.			x	x	-							
Daphne laureola L.								-		-	-	-				.			
Sambucus nigra L.																			
Arum maculatum L.																			
Lamium Galeobdolon (L.) Crantz.																			
Rubus caesius L.																			
Geranium silvaticum L.																			
Lonicera etrusca L.																			
Stellaria Holostea L.																			
Lonicera Periclymenum L.																			
ACIDOPHILES (VACCINIO-PICETEA)																			
Arenaria montana L.					x		x	-		x		x	-		.		-	x	
Oxalis acetosella L.	-				+		x	+		+		+	-		-		-		
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	x				x		x	x		-		+	-		x		x	x	
Solidago Virga-aurea L.	x				x		x	-		x		x	x		-		-	x	
Vaccinium Myrtillus L.	x				x		x	x		-		+	+		x		x	x	
Orobus tuberosus L.					-		x	-		-		-	-		-		-	-	
Lonicera nigra L.	-				x		x	-		x		-	-		.		.		
Luzula pilosa (L.) Willd.	.				.		-	-		-		-	-		-		-		
Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt.					-		-	+		x		x	-		.		.		
Hylocomium splendens Hedw.	+				+		x	+		x		x	-		.		.		
Betonica officinalis L.	-				.		x								-		-	x	
Fragaria collina L.							.	.		.		.	.		.		.	-	
Rhytidiadelphus triqueter (Hedw.) Warnst.	-				-		-	x				x	-		.		.		
Poa Chaixi Vill.					x		x	-				-	-		.		.	-	
Hieracium murorum L. v. nemorense Jord.								-		.	.	x	x		-		x	x	
Melampyrum pratense L.	-				-			-		-		x			-		-		
Pteris Aquilina L.															.		.	.	
Rhododendron ferrugineum L.	x				x		-	-				-	-						
Rosa alpina L.	x				x		-	-		-		-	-						
Lilium Martagon L.	x				-		x			-		-		.					
Sambucus racemosa L.					-			-	-	x		x	-		.				
Digitalis purpurea L.							-	-	-	-		-					-	-	
Aspidium lobatum Sw.	.				-		.	.		.					.			-	
Pyrola minor L.					-		-	-	-	-	-	-							
Ilex Aquifolium L.								.	.	.		.			.				
Polystichum dilatatum DC.	x				x		-												
Hypericum Richeri L.	-				x		x												
Homogyne alpina L.		x			x		-												
Polytrichum formosum Hedw.		-			-		-												
Hypericum pulchrum L.															-			x	
Dianthus barbatus L.					-		-												
Vaccinium uliginosum L.	x				-														
Luzula maxima L.					-		-												
Sorbus chamaemespilus (L.) Crantz	x				-														
Viola cornuta L.	-				-														
Dryopteris Linneana Chrs.										-		-							
Luzula multiflora Lej.															-	-			
Melampyrum nemorosum L.																		x	
Genista pilosa L.																		x	
Festuca silvatica Vill.																		x	
COMPAGNES PRINCIPALES																			
Knautia silvatica Duby																			
Ajuga reptans L.						x		-		-		-		-			-		
Brachypodium pinnatum (L.) P.B.																	x		
Phyteuma spicatum L.																			
Myosotis silvatica Hoffm.								.	.	-		-		.					
Primula officinalis Jacq.																-		x	
Succisa pratensis Moench	-				-		-												
Potentilla Tormentilla (L.) Neck.	x				.		.											-	
Festuca rubra L.					-					.								-	
Aspidium aculeatum Sw.								.	.	.	.	.	.						