

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.

Kapitel: III: Les forêts de fond de vallée

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: 29.04.2026

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

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 chateignes, 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 m² 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 $\frac{7}{8}$ 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 débourent 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* débourent 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 développe 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		Éléments biogéographiques	
Phanérophytes:		Orophytes:	
macro	19	alpino-pyrénéens	1
nano	8	sudeuropéens	10
liane	4	ibéro-pyrénéens	1
	} 31		} 12
Chaméphytes	4	Européens	24
Hémicryptophytes:		Eurosibériens-eurasiatiques	
dressés et scapeux	21	Circumboréaux	11
rosettes	4	Paléotempérés	12
cespiteux	4	Subatlantiques	3
couchés et rampants	11	Méditerranéens-atlantiques	4
	} 40	Subméditerranéens	3
Géophytes:		Méditerranéens	
rhizomes	12	Endémiques	1
tubercules	12	Cosmopolites	5
	} 24		
Thérophytes	1		

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 Larbousse 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 hygrophiles.

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 .. <i>M</i>	20	22	40	52	50	57	54	56	49	34	30	22
<i>m</i>	-7	-7	-12?	-7	-4	0	2	2	0,5	2	-7	-14
Air, sous bois <i>M</i>	20	22	23	28	32	33	33	34	29	29	22	22
<i>m</i>	-7	-7	-9	-3	5	8	9	12	7	7	0	-14
Sol, 15 cm sous bois <i>M</i>	7	6	10	20	24	24	24	26	23	21	14	5
<i>m</i>	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 1^{er} 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 1^{er} novembre au 1^{er} 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)		Hygrométrie (%)		Température sous couvert (°C)
	hors couvert	ombre totale	hors couvert	sous couvert	
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 particulière-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-Tiliatum*. L'astérisque représente le poids en % des racines égal à la différence 100 moins cailloux plus terre fine

Horizons	Profondeur cm	Cailloux %	Terre fine %	Argile %	Limons		Sables		Perméabilité sous 1 kg cm/h	Capacité de rétention à PF 2,8	pH	Matière organique %	N ‰	C/N	Fer total ‰
					fin %	gros %	fin %	gros %							
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 m² 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[△], 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 fruticées de versant nord.

[△] 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/m² ; 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		Éléments 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
<i>M</i>	2	2	2	12	16	18	20	20	18	17	10	2
<i>m</i>	-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

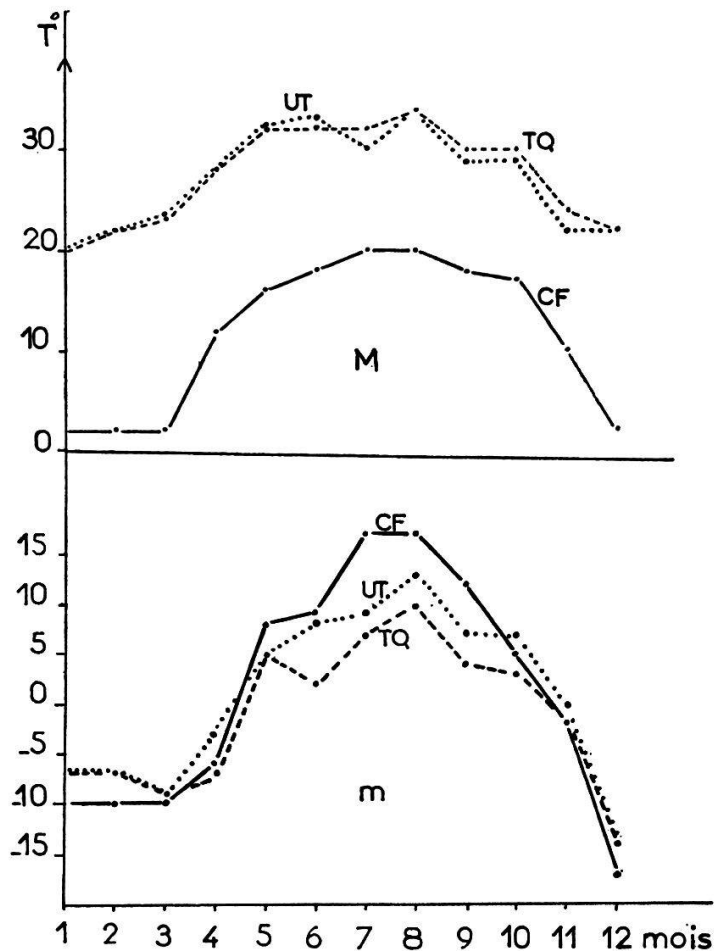


Fig. 10 Evolution des températures *M* et *m* dans le *Campanulo-Fraxinetum* (*CF*), le *Teucrio-Quercetum* (*TQ*), l'*Ulmo-Tilietum* (*UT*) durant l'année 1969/70

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

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	<i>M</i> 7	7	7	9	11	12	15	15	15	14	13	9
	<i>m</i> 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 A₀ à mull grumeleux, pouvant atteindre 10 à 15 cm, vient un premier horizon A₁, 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 A₂, 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 cm	Cail- loux %	Terre fine %	Argile %	Limons		Sables		Per- méa- bilité sous 1 kg cm/h	Capa- cité de rétén- tion à PF 2,8	pH	Ma- tière orga- nique %	N ‰	C/N	Fe ‰
					fin %	gros %	fin %	gros %							
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, A₁ 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 édapho-climatiques 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.