

# ÉTUDE D'UNE BIOCÉNOSE

---

## LA FRÊNAIE À CAREX

(*Cariceto remotæ-Fraxinetum* KOCH, 1926)

---

### PREMIÈRE PARTIE

Monographie phytosociologique et synécologique  
de la Frênaie à Carex.

---

#### CHAPITRE PREMIER.

#### EXAMEN DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES.

L'association dont nous nous proposons l'étude a été signalée, à diverses reprises et sous des noms différents, en Europe occidentale et centrale. Installée dans des stations exigües et variable dans sa composition et sa physionomie, elle n'a pas manqué de susciter des interprétations divergentes et même contradictoires.

Dans ce premier chapitre, nous essaierons, à travers les descriptions qui semblent s'y rapporter, d'identifier le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* par la structure floristique et les particularités stationnelles qu'on lui attribue dans les travaux phytosociologiques.

## § 1. IDENTIFICATION ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA FRÉNAIE A CAREX.

### A. — DONNÉES RELATIVES AU DOMAINE MÉDIO-EUROPÉEN.

C'est en Suisse, dans la plaine de la Linth (altitude moyenne 425 m), que l'association est mentionnée pour la première fois par W. KOCH (1926), sous le nom de *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. « Elle est localisée », dit l'auteur, « le plus souvent le long des rigoles ou au bord des ruisseaux, au sein de la forêt de hêtres, dont elle se distingue nettement au point de vue floristique ».

W. KOCH considère comme caractéristiques : *Carex remota*, *Carex strigosa*, *Carex pendula* et *Chrysosplenium alternifolium* et comme différentielles, entre autres, *Equisetum maximum*, *Carex acutiformis*, *Deschampsia cæspitosa*, *Cardamine amara* et *Impatiens noli tangere*. Le frêne domine dans la strate ligneuse et l'ensemble du cortège ne laisse aucun doute quant à l'interprétation sociologique du groupement. Dès 1926, W. KOCH le rapproche d'un groupement rivulaire de l'Europe centrale, l'*Alnetum incanæ*; mais, tandis que ce dernier colonise des alluvions sablonneuses et perméables, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est installé sur des limons glaciaires ou des molasses marneuses imperméables, gorgées d'eau et fortement humifères en surface.

Plus tard, en 1944, le même auteur range au nombre des caractéristiques de l'association, *Veronica montana* et *Rumex sanguineus*. En outre, il rattache le *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, qu'il dénomme aussi « frénaie des ruisseaux » (Bacheschenwald), à l'alliance du *Fraxino-Carpinion*, suivant en cela l'opinion des auteurs allemands et de R. TÜXEN (1937) en particulier.

C'est également sous les noms de *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et de « Bacheschenwald » que M. MOOR (1938, 1947) signale dans le Nord-Ouest de la Suisse, aux environs de Bâle et dans le Jura plissé, des frénaies à *Carex remota*, *Carex pendula*, *Carex strigosa*, *Veronica montana* et *Equisetum maximum*, sur substrat argileux, dans les criques de sources et le long des ruisselets.

H. ETTER (1947) repère à son tour le groupement en Thurgovie et dans le Sihlwald, aux environs de Zurich; cet auteur s'accorde avec M. MOOR pour l'incorporer dans l'alliance du chêne-charme (*Fraxino-Carpinion*).

Parfaitement individualisée, aux points de vue floristique et édaphique, dans le Nord de la Suisse, l'association se retrouve encore en divers points du domaine médio-européen.

E. ISSLER (1926) décrit, sur les pentes inférieures des Vosges haut-rhinoises, dans les dépressions et les vallons, à des altitudes inférieures à 250 m, des groupements hygrophiles à *Alnus glutinosa* et *Carpinus betulus* (*Alneto-Carpinetum*) qui se rattachent incontestablement au *Fraxino-Carpinion* ou au *Fraxino-Ulmion*, et dont quelques relevés, dans les stations les plus humides, contiennent, outre l'aulne noir et le frêne, *Carex remota*, *Carex strigosa* et *Veronica montana*. Notre

association paraît donc exister dans les basses Vosges, bien qu'E. ISSLER ne l'ait point nettement dégagée d'un complexe de groupements hygrophiles sylvatiques.

E. OBERDORFER (1938) cite à son tour quelques relevés de la Forêt Noire, que M. KÄSTNER (1941) interprète comme appartenant au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. Plus tard, dans sa monographie sur la Forêt Noire, J. et M. BARTSCH (1940) publient 6 relevés des criques de sources et des ruisseaux, où l'on retrouve, un peu moins caractérisé, le cortège de l'association, auquel manquent *Carex strigosa* et *Equisetum maximum*; les formes les mieux développées, avec *Carex pendula*, se localisent au-dessous de 400 m d'altitude.

Les relevés de K. KUHN (1937) dans le Jura souabe s'apparentent également, d'après M. MOOR (1938), à la frénaie des ruisseaux, de même que les listes de R. GRADMANN (1936), relatives au Bassin du Neckar, et celles de W. KREH (1949), relatives aux terrains keupériens du Württemberg.

En Tchécoslovaquie, J. KLIKA (1942) signale également, sur sol mouilleux humifère, l'existence de fragments de l'association, à vrai dire mal individualisés (*Carex remota*), dans les montagnes d'Éperie, à la pointe septentrionale des Carpathes. Le cortège floristique ne paraît cependant pas autoriser, à notre avis, l'assimilation pure et simple au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, dont l'existence reste, par conséquent, fort douteuse dans le secteur carpathique.

Dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, R. TÜXEN (1937) relève la frénaie à *Carex* dans le domaine des collines moyennes, où elle remonte jusqu'à l'étage du hêtre. L'auteur ajoute qu'elle est localisée sur les étroits replats d'alluvions, périodiquement inondés, arrosés par des eaux calcaires, à sol mouilleux et superficiellement humifère. L'association apparaît fréquemment aussi dans les criques de sources sur les moraines argileuses baltiques (Baltische Jungmoräne) du Nord de l'Allemagne. Le tableau synthétique de R. TÜXEN montre que, dans ces territoires, se retrouve le lot des caractéristiques et des différentielles signalées par W. KOCH, mais *Carex strigosa* n'apparaît toutefois qu'avec une très faible présence (1 fois sur 13).

R. BÜKER (1942) signale un seul relevé, auquel manquent *Carex pendula* et *Carex strigosa*, dans les collines de la Westphalie méridionale, à 310 m, et admet que l'association n'y dépasse pas cette altitude.

On peut rapprocher des relevés de R. TÜXEN les listes de WANGERIN (1934) relatives à des peuplements d'*Equisetum maximum* et de *Chrysosplenium*, avec ou sans aulne glutineux, installés sur des aires fontinales limoneuses en certains points de la Prusse occidentale et aux environs d'Elbing; ils ne comportent toutefois ni *Carex pendula*, ni *Carex strigosa*.

Il en est de même des colonies d'*Equisetum maximum*, décrites par H. ROLL (1939) dans les criques de sources sur argiles glaciaires, aux environs de Flensburg (Holstein) et de Ratzebourg (Mecklembourg), et qui nous paraissent constituer de simples fragments du groupement de R. TÜXEN.

Nous soulignerons, dès maintenant, le fait que les frénaias à *Carex* du Nord de l'Allemagne (R. TÜXEN), aussi bien que les groupements que nous y rattachons

(H. ROLL, WANGERIN), présentent une écologie édaphique parfaitement comparable à celle du *Cariceto-remotæ-Fraxinetum* de W. KOCH, mais qu'elles sont floristiquement moins typiques en raison de l'absence quasi complète de *Carex strigosa* et de *Carex pendula*. C'est sans doute en partant de cette constatation qu'E. PREISING (1943) propose de créer une variante baltique de la frénaie à Carex, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum occidento-balticum*, répandu, d'après l'auteur, dans les bassins de la Warthe et de la Vistule; il nous semble licite d'incorporer dans cette variante les groupements de WANGERIN (1934) et de H. ROLL (1939) signalés ci-dessus, et peut-être aussi les relevés de R. TÜXEN (1937) sur les argiles morainiques du district baltique. Nous n'avons pu, toutefois, prendre connaissance du travail original d'E. PREISING et ne pouvons nous prononcer davantage sur ce point.

Nous croyons devoir interpréter avec beaucoup plus de prudence le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* décrit en Saxe par M. KÄSTNER (1938). Plus tard (1941), l'auteur insiste lui-même sur la nature très particulière des groupements qu'il a observés; ces derniers constitueraient, non point des associations à strate ligneuse, mais de simples marais forestiers (Waldsumpfgesellschaften) dépourvus d'arbres, localisés dans les vallons humides et au voisinage des sources, tantôt dans l'étage du chêne-hêtre (*Caricetum remotæ collinum*), tantôt dans l'étage du hêtre-sapin (*Caricetum remotæ montanum*). Ces cariçaies sont caractérisées au premier chef par la présence des *Chrysosplenium*, de *Carex remota* et de *Carex pendula* (pour cette espèce, au-dessous de 400 m seulement); *Carex strigosa* et *Equisetum maximum* manquent totalement. Ajoutons que l'auteur assigne à ces groupements des substrats pauvres en sels nutritifs; il semble donc exister entre le *Caricetum remotæ* de M. KÄSTNER et la frénaie à Carex des discordances profondes, à la fois floristiques, écologiques et dendrologiques.

#### B. — DONNÉES RELATIVES AU DOMAINE ATLANTIQUE.

En parcourant la bibliographie relative au domaine européen-atlantique, on se rend compte très rapidement que la frénaie à Carex est largement répandue dans ce territoire.

Dès 1922, P. ALLORGE décrit divers types d'aulnaies, fréquentes dans le Vexin français; les unes, propres aux alluvions modernes des vallées, bien qu'elles comprennent le frêne, sont pauvres en caractéristiques du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et leur flore les rapproche plutôt de l'*Alnetum* eutrophe ou calcaire [*Alneto-Macrophorbietum*, selon G. LEMÉE (1939)]; les autres, dénommées aulnaies des pentes, installées aux niveaux aquifères des argiles plastiques et des marnes vertes, comportent le frêne et l'aulne noir, *Carex pendula*, *Carex strigosa* (plus rare), *Carex remota*, *Equisetum maximum* et *Lysimachia nemorum*, associés à d'autres espèces du *Fraxino-Carpinion* et à diverses hygrophiles. Les aulnaies des pentes s'installent, dit l'auteur, « autour des sources et le long des ruisselets » et forment des « coulées » ou des « îlots localisés dans les parties

marécageuses et enclavés dans la chênaie de chêne pédonculé ». Nous retrouvons là les caractères floristiques et édaphiques des frênaies à *Carex* décrites par W. KOCH et M. MOOR dans le Nord de la Suisse; la dénomination d'aulnaie, mise en usage par P. ALLORGE pour désigner ces groupements, nous paraît donc impropre, du point de vue sociologique; si l'aulne s'y retrouve habituellement, s'il peut même dominer dans certains cas, la florule forestière les apparente, sans hésitation, au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

La même remarque s'impose à l'égard des aulnaies décrites par G. LEMÉE (1939) dans le Perche et la Forêt de Cerisy, en Normandie. A côté des groupements qu'il faut incontestablement rattacher à l'*Alnion (Alneto-Sphagnetum* et *Alneto-Macrophorbietum)*, l'auteur distingue un *Alneto-Caricetum remotæ*, où le frêne est souvent abondant et dans lequel apparaissent *Carex remota*, *Carex pendula*, *Carex strigosa* (rare), *Lysimachia nemorum*, *Veronica montana* et *Chrysosplenium oppositifolium*, associés à de nombreuses espèces du *Fraxino-Carpinion*. Ces aulnaies, dont l'existence est d'ailleurs déjà signalée en Haute-Normandie par P. ALLORGE (1922), peuplent les berges des ruisseaux et les aires fontinales de l'argile à silex et s'identifient, sans doute possible, au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

L'« aulnaie typique non tourbeuse » mentionnée par R. GAUME (1924) dans la forêt de Preuilley (Indre-et-Loire), au voisinage des sources et des ruisselets, doit se rattacher à notre association, pour au moins l'un des quatre relevés; la liste citée par l'auteur nous paraît condenser deux groupements différents: l'un correspondant vraisemblablement à l'*Alneto-Macrophorbietum* de G. LEMÉE (1939), l'autre à un *Cariceto remotæ-Fraxinetum* quelque peu fragmentaire.

L'« aulnaie alcaline des vallées », relevée par P. ALLORGE (1941) à basse altitude, dans le Pays basque, le long des ruisseaux et sur les suintements fontinaux, s'identifie par contre sans difficulté avec notre association, dont elle possède les meilleures caractéristiques; ce groupement se raréfie rapidement en altitude, où il est remplacé par l'aulnaie montagnarde des ravins, qui n'offre plus aucun rapport avec la frénaie à *Carex*.

Signalons encore les taillis hygrophiles à *Equisetum maximum* et *Carex pendula*, mentionnés par CHERMEZON (1924) dans la zone littorale des Asturies et qui semblent indiquer que le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* s'étend, par delà les Pyrénées, sur la côte nord-atlantique de la péninsule Ibérique.

Dans le Nord du Bassin de Paris, sur les plateaux tertiaires de l'Aisne, l'association est également signalée. P. JOUANNE (1929) décrit un groupe d'aulnaies parmi lesquelles il distingue l'aulnaie à *Carex strigosa (Caricetum strigosæ)* et l'aulnaie à *Carex pendula (Caricetum pendulæ)*.

La première correspond à des plages herbacées, localisées sur les laies forestières humides; elle ne comporte souvent aucune végétation ligneuse et sa dénomination d'aulnaie nous paraît impropre; ce groupement est fort répandu, et P. JOVET (1836, 1949) le retrouve dans les forêts du Valois. Quant au *Caricetum pendulæ*, cantonné sur les pentes et dans le fond des petits vallons,

souvent au contact de groupements fontinaux, la description en est très sommaire, mais nos observations personnelles et la description circonstanciée qu'en donne P. JOVET (1949) nous permettent de le rattacher au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

C'est également à P. JOUANNE (1929) que nous devons la description des frênaies à *Dipsacus pilosus* qui peuplent fréquemment les alluvions argileuses des vallons de l'Aisne. Ces frênaies ne paraissent toutefois pas assimilables au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, mais plutôt à l'*Alneto-Macrophorbietum* de G. LEMÉE (1939).

Signalons enfin, dans le Boulonnais (vallon du Denacre), les taillis mésohygrophiles de G. MALCUIT (1927), qui ne constituent tout au plus que des fragments atypiques dont l'identification sociologique est relativement difficile.

En Belgique, l'association est mentionnée, avec son cortège typique, par R. MOSSERAY (1938), par J. LOUIS et J. LEBRUN (1941), en quelques points du Brabant, dans le district argilo-limoneux hesbayen. Ces auteurs en font un groupement des criques de sources et des ruisselets à eaux vives et carbonatées.

AUX Pays-Bas, la frênaie à *Carex* n'est pas connue. Toutefois, E. MEYER DREES (1936) a publié un relevé à *Equisetum maximum*, qu'il incorpore dans l'*Alnetum cardaminetosum amaræ*, dont nous discuterons plus loin les affinités avec notre association.

Pour la Grande-Bretagne et l'Irlande, nous ne disposons que de données peu précises. A. G. TANSLEY (1945) signale des facies de la chênaie à chêne pédonculé (*Quercetum roboris*) propres aux criques de sources et aux alluvions des vallons, sur substrat humide à humus doux, et dans lesquels se localisent volontiers *Carex strigosa* et *Carex remota*. L'auteur décrit en outre des groupements mixtes à frêne et aulne glutineux dont les listes synthétiques comprennent *Chrysosplenium oppositifolium* et *alternifolium*, *Carex pendula* et *Lysimachia nemorum*. Des associations de *Carex strigosa*, *Carex pendula*, *Carex silvatica* et *Chrysosplenium* sont également signalées dans les endroits marécageux des territoires calcaires du Derbyshire; elles paraissent fort comparables aux groupements décrits dans le Bassin parisien par P. JOVET (1936) et P. JOUANNE (1929). On peut donc conclure à une analogie assez frappante entre le Bassin parisien et l'Angleterre et admettre comme extrêmement probable la présence du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* tout au moins dans la moitié méridionale de la Grande-Bretagne.

### C. — AIRE GÉOGRAPHIQUE DE LA FRÊNAIE A CAREX.

On peut conclure des données qui précèdent que la frênaie à *Carex* est largement répandue dans le domaine atlantique, depuis les Asturies jusque dans le Nord de l'Allemagne. L'aire optimum se localise dans le secteur boréatlantique du domaine et plus particulièrement dans la Basse Loire, le Bassin de Paris, la Moyenne-Belgique, l'Angleterre et les collines de l'Allemagne occidentale et centrale qui jalonnent la limite du domaine atlantique (collines de Westphalie et du Hanovre).

Le centre pyrénéen, avec son prolongement asturien, constitue une enclave séparée de l'aire optimum par l'hiatus aquitainien.

Dans l'aire optimum elle-même, l'association paraît absente dans les territoires franchement siliceux, comme le promontoire gréseux de Bretagne et les plaines quaternaires sablonneuses de Belgique (Flandre et Campine), de Hollande et d'Allemagne. R. TÜXEN confirme nettement cette opinion quand il écrit que la frênaie à Carex manque dans l'aire du *Querceto roboris-Betuletum* (plaines sablonneuses).

A partir du Centre boréo-atlantique de dispersion, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* présente quelques transgressions dans le domaine médio-européen.

Nous mentionnerons d'abord les prolongements dans le district baltique, où l'association se manifeste sous une variante appauvrie, dans le Mecklembourg (R. TÜXEN, 1937; H. ROLL, 1939), la Prusse occidentale (WANGERIN, 1934) et les bassins de la Warthe et de la Vistule (E. PREISING, 1943). C'est l'ensemble de ces prolongements que E. PREISING désigne sous le nom de *Cariceto remotæ-Fraxinetum occidento-balticum*.

Les irradiations centro-européennes sont limitées au bassin rhénan. C'est à ces dernières qu'il faut rapporter les relevés de K. KUHN (1937) et de R. GRADMAN (1936) dans le Bassin du Neckar, de même que l'essaim de stations éparpillées au pied des Vosges (E. ISSLER, 1926), de la Forêt Noire (E. OBERDORFER, 1938; J. et M. BARTSCH, 1940), du Jura (M. MOOR, 1938 et 1947) et des Préalpes (H. ETTER, 1947). Ces irradiations demeurent parfaitement individualisées et se confondent en fait, tant sur le plan écologique que floristique, avec la frênaie à Carex du domaine atlantique.

En ce qui concerne la limite altitudinale de l'association, les auteurs s'accordent à situer la frênaie à Carex dans l'étage des collines, généralement au-dessous de 400 m d'altitude (P. ALLORGE, 1941; W. KOCH, 1944; M. MOOR, 1947; R. TÜXEN, 1937; E. ISSLER, 1926). C'est donc plutôt un groupement de l'étage du chêne; il ne pénètre pas dans l'étage montagnard du hêtre, sinon sous la forme d'une variante atypique dans laquelle *Equisetum maximum* et *Carex strigosa* manquent régulièrement. C'est à cette dernière, dont nous nous réservons de discuter plus loin la signification, qu'il faudra sans aucun doute rapporter certains relevés fragmentaires, tels que ceux de R. BUKER (1942), J. et M. BARTSCH (1940), M. KÄRSTNER (1941), etc.

Tous les détails qui précèdent confirment que le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est une association confinée dans l'étage des chênaies mésophiles et qu'elle offre, au point de vue chorologique, un caractère boréo-atlantique indéniable. Ceci ressort nettement de la carte de distribution que nous avons établie (fig. 1) en nous basant sur les données bibliographiques que nous venons de passer en revue.

S'il en est ainsi, il est licite de poser comme principe que l'étude de la frênaie à Carex doit être entreprise, autant que possible, conjointement dans le Bassin parisien, l'Angleterre et la Moyenne-Belgique, c'est-à-dire dans les terri-

toires qui constituent en fait le centre de son aire. C'est pourquoi, en ce qui nous concerne, nous avons cru indispensable d'étendre nos investigations, non seulement à la Moyenne-Belgique, mais également, dans les limites de nos possibilités, à quelques territoires du Bassin parisien, tels que le Vexin, le Valois, le Laonnois et la Flandre française (Bassin de la Lys).

## § 2. DONNÉES ECOLOGIQUES RELATIVES A LA FRÉNAIE A CAREX.

Deux traits essentiels nous ont permis d'identifier l'association sous les diverses dénominations et interprétations dont elle a été l'objet :

1° La présence au sein d'un cortège floristique, où dominant les espèces du *Fraxino-Carpinion*, de caractéristiques ou différentielles, telles que *Carex strigosa*, *C. pendula*, *C. remota*, *Equisetum maximum*, *Chrysosplenium oppositifolium*, etc.;

2° Les conditions topographiques dans lesquelles le groupement est installé et la nature du substrat.

En ce qui concerne ce dernier point, les auteurs s'accordent à signaler l'association sur des sols limoneux, argileux ou marneux, peu perméables et imbibés d'eau, au niveau des suintements fontinaux, sur les pentes ou dans les criques de sources, ou encore sur les alluvions de même nature qui constituent les replats des ruisseaux à cours rapide, dans les petits vallons encaissés. Le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est donc interprété, au moins implicitement, comme une association édaphique liée aux sources et aux ruisselets, sur sols relativement fermes et lourds.

R. TÜXEN (1937) et J. et M. BARTSCH (1940) signalent en outre que ces sols sont périodiquement inondés au moment des crues et arrosés en permanence par des eaux vives, généralement calcaires. Suivant la teneur du substrat en carbonates de chaux, ils distinguent une sous-association à *Chrysosplenium*, à sol plus pauvre, et une sous-association à *Carex pendula*, *C. strigosa* et *Equisetum maximum*, à sol plus riche en CaCO<sub>3</sub>. Cette seconde variante est en outre liée à des eaux courantes plus rapides et plus riches en oxygène (R. TÜXEN, 1937).

M. MOOR (1939) distingue également deux sous-associations ou du moins deux facies : l'un, sur sol riche en carbonates, avec *Carex pendula*, *Equisetum maximum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Viburnum opulus* et *Acer pseudo-platanus*, l'autre sur substrat non calcaire, avec *Carex strigosa*, *C. pendula*, *Chrysosplenium oppositifolium* et *Impatiens noli tangere*.

Dans les cas où le sol est atypique, le groupement n'existe plus à l'état pur, et l'on observe une transgression plus ou moins nette d'espèces acidiphiles du *Quercion roboris-sessilifloræ* ou de l'*Alnion* (R. GAUME, 1929), ou encore d'espèces appartenant à l'*Alnetum incanæ* des sables rivulaires, dans les régions où notre association entre en contact avec ce dernier (E. ISSLER, 1926).

L'acidité du sol n'a pas fait l'objet de recherches systématiques. Les auteurs se contentent généralement de souligner le caractère neutrophile de la flore. G. LEMÉE (1939) signale cependant que le pH varie, dans l'*Alneto-Caricetum*, entre 5 et 6, dans l'horizon superficiel. P. ALLORGE (1941), de son côté, observe

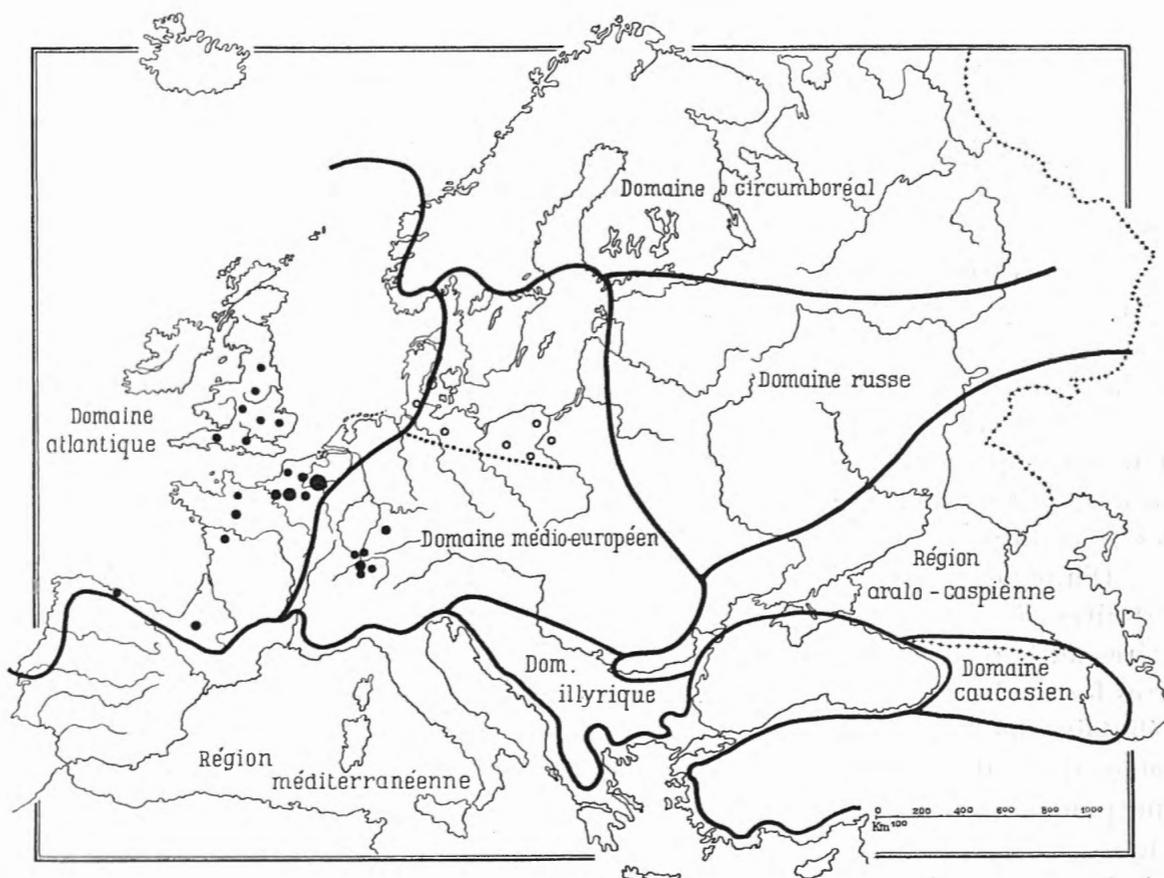


FIG. 1.

Distribution géographique de la frénaie à Carex d'après les données bibliographiques.

- *Cariceto remotæ-Fraxinetum atlanticum*.
- *Cariceto remotæ-Fraxinetum occidento-balticum*.

Divisions phytogéographiques de l'Europe, principalement d'après BRAUN-BLANQUET (1928).

des pH variant entre 6,9 et 7,6 dans les « aulnaies alcalines » du pays basque. P. JOVET (1949) assigne au *Caricetum pendulæ* une amplitude ionique allant de pH 5,8 à 6,6.

La teneur en humus est signalée comme relativement élevée dans certains cas, beaucoup plus faible dans d'autres.

L'étude syngénétique de l'association est encore à faire. G. LEMÉE (1937) admet que l'*Alneto-Caricetum* est susceptible d'évoluer, par assèchement du sol, vers le groupement climacique, moins hygrophile, le *Querceto-Fagetum* du Perche. P. JOVET (1939) observe également des formes de passage du *Caricetum*

*strigosæ* vers la hêtraie, par diminution d'humidité. E. ISSLER (1926) mentionne, en relation avec la teneur en eau du sol, de multiples formes transitoires entre l'*Alnetum* et le *Carpinetum* et dont la variante à *Carex strigosa* constitue l'une des plus typiques.

## CHAPITRE II.

### LOCALISATION TOPOGRAPHIQUE DE L'ASSOCIATION DANS SON AIRE.

Après avoir esquissé, dans le chapitre précédent, la dispersion géographique de la frênaie à Carex, il convient de rechercher le mode de localisation topographique auquel elle paraît obéir à l'intérieur même de son aire. On établira de la sorte ce qu'il est convenu d'appeler la « topographie » de l'aire.

Puisque la frênaie à Carex est unanimement reconnue comme une association édaphique, liée aux particularités du substrat, il va sans dire que sa distribution est essentiellement tributaire des conditions géologiques et hydrologiques des territoires où elle est installée.

D'une façon générale, on la rencontre sur le flanc des plateaux et des collines tertiaires où la forêt n'est pas détruite. Elle colonise tantôt des replats alluvionnaires au bord des ruisselets à cours rapide, tantôt des criques de sources et des aires fontinales, sur le flanc ou en tête des ravins. Il s'agit donc d'une association tributaire des eaux courantes, liée au système hydrographique, et confinée dans l'étage des collines; elle ne descend guère dans les plaines et on ne l'observe presque jamais dans les vallées plates fréquemment inondées ou assainies par drainage.

Une circonstance édaphique paraît, en outre, éminemment favorable à l'installation du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, à savoir la présence d'un substrat argilo-limoneux, arrosé par des eaux vives, bien aérées et chargées de calcaire.

L'optimum écologique du groupement sera donc réalisé aux niveaux d'affleurement des nappes aquifères, riches en CaCO<sub>3</sub>, et notamment lorsque celles-ci s'épanchent sur des terrains argileux, limoneux ou tout au moins sablo-limoneux. Ces conditions hydro-géologiques déterminent au premier chef la localisation de la frênaie à Carex dans les reliefs tertiaires des territoires étudiés.

\*  
\*\*

Les règles que nous venons d'énoncer se vérifient d'une façon remarquable dans le district picardo-brabançon lui-même (<sup>3</sup>).

---

(<sup>3</sup>) Nous adoptons pour la Belgique les subdivisions phytogéographiques proposées par J. LEBRUN, A. NOIRFALISE, P. HEINEMANN et C. VANDEN BERGHEN (1949).

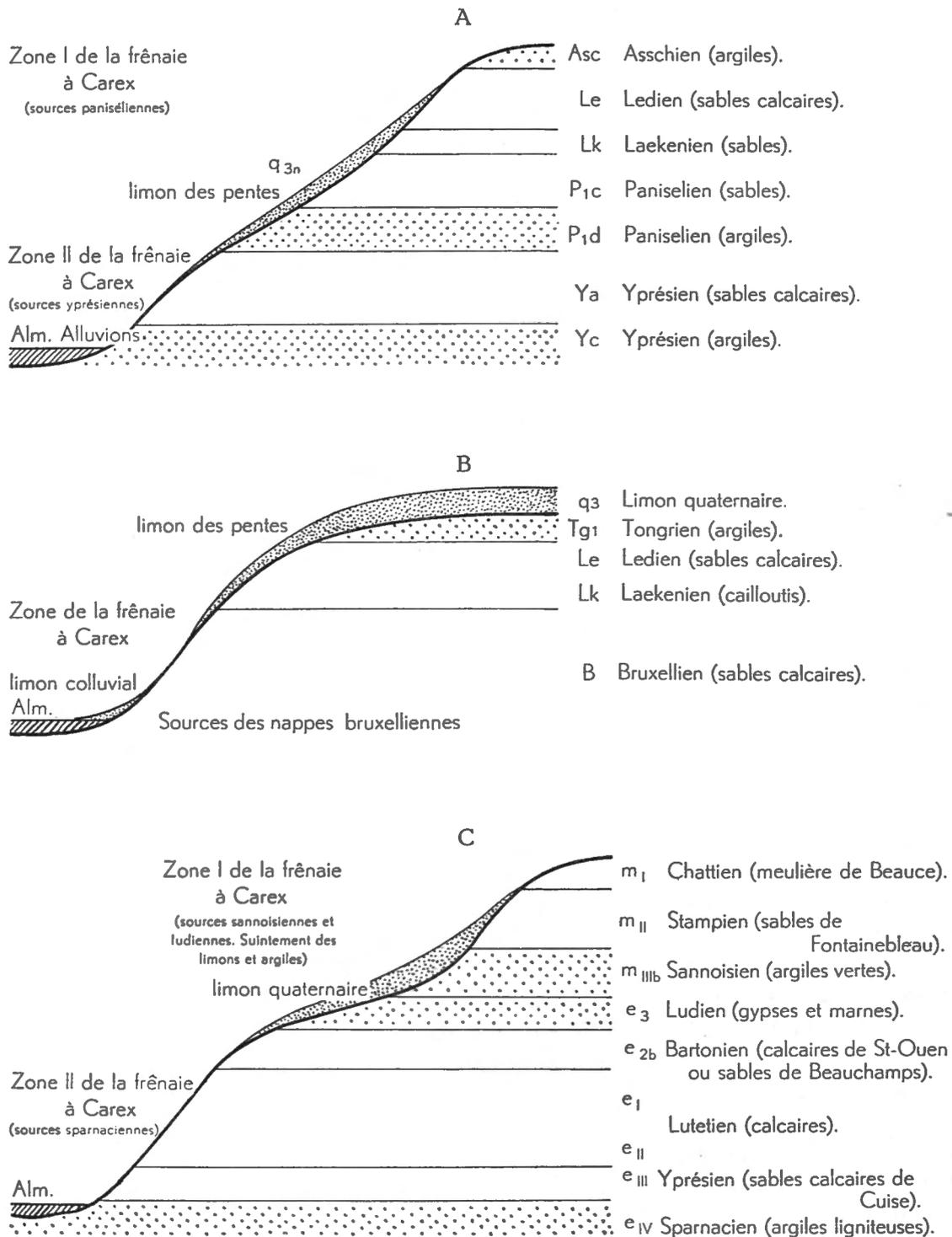


FIG. 2. — Localisation topographique de la frênaie à Carex en Moyenne-Belgique et dans le centre du Bassin parisien.

- A. Collines de Flandre et du Hainaut (d'après la Carte géologique de Belgique).  
B. Collines et plateaux du Brabant (d'après la Carte géologique de Belgique).  
C. Collines de l'Aisne (d'après la carte géologique de France et les données de LÉRICHE [1912]).

1° Dans les collines boisées du Hainaut et de la Flandre limoneuse, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est localisé au niveau des sources et le long des ruisselets dérivant de la nappe aquifère des sables calcaireux de l'Yprésien (Yd), ou encore des sables paniséliens (Plc) (voir fig. 2).

Ces nappes aquifères, riches en carbonate de chaux, s'épanchent tantôt sur les argiles qui les soutiennent (argiles yprésiennes ou argiles paniséliennes), tantôt sur le limon des pentes; le substrat des aires fontinales et les alluvions des vallons varient donc, dans leur ensemble, du type limoneux au type argilo-limoneux.

Aussi, dans ces collines, l'association forme-t-elle des peuplements de belle venue, avec *Fraxinus excelsior*, *Equisetum maximum*, *Carex pendula*, *C. strigosa*, et, très souvent, *Chrysosplenium*. Tel est le cas du mont de l'Enclus, des collines de Flobecq, d'Opbrakel et de Frasnes, des bois d'Eename (Maeter), de Silly et de Ligne, etc. La frénaie devient plus fragmentaire et plus rare dans les collines surbaissées et les croupes qui vallonnent le paysage, depuis Braine-le-Comte et Grammont, jusqu'à Tournai et Audenarde, et dont la plupart sont d'ailleurs déboisées.

Il en est de même dans tout le Bassin de la Lys et de ses affluents, où l'association a dû former autrefois d'importantes stations, dont il reste, à notre connaissance, quelques vagues témoins dans la région de Bailleul (mont Noir).

Il semble bien que les localités d'*Equisetum maximum*, curieusement liées dans le Hainaut et la Flandre limoneuse aux lignes de contact des sables et des argiles yprésiennes et paniséliennes, jalonnent l'aire primitive du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* dans l'Ouest du Bassin belge.

2° Dans le Brabant, les conditions sont légèrement différentes; l'association est confinée dans les vallons qui entaillent le seuil du plateau brabançon et recourent non seulement le limon hesbayen, mais d'importantes couches calcaires lédiennes et bruxelliennes. C'est à hauteur de ces dernières, aux points d'affleurement de leur nappe aquifère et au contact des alluvions modernes, que la frénaie à *Carex* s'installe de préférence. Elle colonise de la sorte les criques de sources et, plus souvent, les coulées alluvionnaires de nature sablo-limoneuse, mais baignées d'eaux franchement calcaires. Elle est moins typique que dans les argiles du Hainaut, mais néanmoins fréquente et bien développée dans la zone du Bruxellien et du Lédien calcaires, par exemple, aux environs de Bruxelles (forêt de Soignes, Laerbeekbosch), dans la vallée de la Dyle et de ses affluents (Wavre, Ottignies, Vieux-Héverlé, etc.). Elle est plus rare encore dans les faciès décalcifiés du Bruxellien (vallée de la Senne et de ses affluents, Hal, Nivelles, Oisquercq) et disparaît totalement vers le Nord et l'Est du Brabant, dans les terrains oligocènes et néogènes, non recouverts de limon, au delà de la ligne Louvain-Vilvorde-Alost.

3° Dans le plateau hesbayen proprement dit, sur les limons quaternaires, le groupement paraît ne pas exister. Sans doute, la plupart des bois qui subsistent dans cette zone ne sont-ils que des formations secondaires, fortement influencées

par l'homme; on n'y retrouve jamais, en tous cas, les éléments les plus caractéristiques du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

Plusieurs explications peuvent rendre compte de ce fait : le relief, faiblement ondulé, est tout entier creusé dans les limons souvent décalcifiés; le réseau hydrographique lui-même paraît trop paresseux pour modeler des stations favorables; aussi, toutes les dépressions et les vallées humides sont-elles occupées exclusivement par des groupements de l'*Alnion* ou du *Querceto-Carpinetum*, à moins qu'elles n'aient été aménagées en prairies.

Pourtant, à la limite méridionale du district, au voisinage de la vallée mosane et en quelques points de l'Entre-Sambre-et-Meuse, on retrouve des témoins fragmentaires du groupement que jalonnent les derniers peuplements de *Carex strigosa* et d'*Equisetum maximum*. Le foyer le plus important de ces stations se localise dans la région liégeoise, sur le pourtour du Pays de Herve et dans la vallée de la Vesdre.

\*  
\*\*

Dans le Bassin de Paris, où nous avons pu l'étudier également, l'association est plus fréquente que chez nous et obéit aux mêmes règles de localisation que dans le Bassin belge. Nous l'avons observée dans le Valois (forêt de Villers-Cotterets), dans la région de Saint-Gobain (forêt de Coucy) et dans le Vexin, entre la Seine et l'Oise. Rappelons qu'elle a été aussi signalée par divers auteurs dans ces mêmes territoires (P. JOUANNE, 1929; P. JOVET, 1949; P. ALLORGE, 1922) et, en outre, dans la Thiérache argileuse (P. JOUANNE, 1929) et dans le Perche (G. LEMÉE, 1939).

Ici encore, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est principalement cantonné dans les reliefs tertiaires, au flanc des collines et des plateaux. On le retrouve en pleine forêt, dans les dépressions, au niveau des suintements fontinaux et le long des ruisselets qui ravinent les versants. Il est absent des larges vallées plates et ne descend pas dans la plaine.

C'est encore aux niveaux d'affleurement des nappes aquifères, à la base des assises meubles et calcaires, qu'on retrouve le plus fréquemment la frênaie à Carex. Les stations sont particulièrement abondantes et typiques au voisinage des sources et des ruisselets, lorsque ceux-ci traversent des terrains limoneux ou argilo-limoneux, situés en aval des étages sablo-calcaires (voir fig. 2).

1° Dans le Nord du Bassin de Paris (Laonnois, Thiérache argileuse, forêt de Saint-Gobain), la frênaie à Carex apparaît principalement à la base des sables calcaires de Cuise, dont les nappes aquifères s'épanchent en un chevelu de suintements et de ruisselets sur les argiles ligniteuses sparnaciennes, ou encore sur des lentilles remanentes de limon quaternaire. De la sorte sont réalisées les conditions optimales pour l'installation du groupement, qui atteint ici un développement remarquable.

2° Dans le Valois, le profil géologique des collines et des plateaux tertiaires est beaucoup plus complet et comporte non seulement les assises éocènes, mais

encore la base de l'étage oligocène. Le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* jalonne, en ordre principal, deux colliers de sources : l'un, vers 100 m d'altitude, à la base des sables calcaires de Cuise, dont la nappe s'épanche sur les argiles sparnaciennes; l'autre, vers 200 m, au contact des sables de Fontainebleau, des argiles et des marnes du Ludien et du Sannoisien. Il apparaît, en outre, d'une façon plus diffuse, dans les limons calcaireux qui tapissent le flanc des massifs, dans toutes les dépressions humides et en aval des suintements locaux.

3° Dans le Vexin, nous retrouvons les deux colliers de sources des collines du Valois : l'un à la base des sables calcaires de Cuise, au contact des argiles sparnaciennes, vers 100 m d'altitude, l'autre à la base des sables de Fontainebleau, vers 160 m, au contact des argiles et marnes ludiennes et sannoisiennes.

Les observations de P. ALLORGE (1922) montrent que le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est également présent aux deux niveaux que nous venons de citer, mais comme dans le Valois, d'ailleurs, il est mieux développé et plus typique à la base du Cuisien, sable très riche en carbonates et reposant sur des argiles.

Les conditions hydro-géologiques qui déterminent la présence du groupement dans les collines tertiaires du Bassin belge se retrouvent donc dans tous les massifs contemporains du Bassin parisien, mais avec un caractère plus accusé et une constance remarquable. L'importance des nappes argileuses et marneuses, la richesse en calcaire des terrains éocènes et oligocènes, la variété et la puissance des nappes phréatiques chargées de carbonates aboutissent à multiplier les stations favorables, que ce soit sur les nombreux suintements fontinaux des pentes ou sur les alluvions des vallons encaissés.

De plus, les forêts qui couvrent les reliefs tertiaires ont échappé, beaucoup plus que chez nous, au progrès des défrichements; les vallons ont été moins souvent assainis et drainés; au total, les conditions naturelles, favorables aux petits groupements édaphiques, se sont maintenues beaucoup plus intactes que dans les plaines surpeuplées de la Moyenne-Belgique. Autant de circonstances qui expliquent la fréquence de l'association dans les forêts du Bassin de Paris.

\*  
\*\*

Nous n'avons pu vérifier si la localisation du groupement, dans les autres territoires où il a été signalé, correspond aux conditions que nous venons d'exposer.

Toutefois, dans le Perche, G. LEMÉE (1939) assigne comme station à l'*Alneto-Caricetum strigosæ* les sources situées au niveau d'affleurement des argiles à Silex et les replats alluvionnaires des ruisseaux qui en dérivent.

P. ALLORGE (1941) mentionne l'Aulnaie alcaline des vallées en Pays basque sur des alluvions argileuses; l'eau du sol contient probablement des calcaires en solution, puisque son pH varie de 6,9 à 7,6. En Allemagne, R. TÜXEN (1937) attribue également au *Cariceto remotæ-Fraxinetum* un substrat alluvionnaire

mouillé par des eaux calcaires et souligne sa fréquence sur la moraine argileuse baltique. H. ROLL (1941) et WANGERIN (1934) le localisent sur des aires fontinales de nature limoneuse ou argileuse, sans autres indications concernant la teneur en carbonates.

En Suisse, M. MOOR (1947) retrouve à son tour le groupement dans les criques de sources et le long des ruisselets, sur des substrats argileux et riches en chaux, particulièrement dans la zone du Keuper. Il est à présumer que la fréquence relative de l'association dans le Nord de la Suisse n'est pas sans relation avec l'importance des dépôts argilo-calcaireux.

Signalons, pour terminer, que le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* tend à s'appauvrir en espèces caractéristiques, dès qu'on quitte les territoires argilo-calcaires. C'est le cas notamment du relevé de R. BÜKER (1942) dans les collines siliceuses de la Westphalie, de J. et M. BARTSCH (1940) dans la Forêt Noire, de E. ISSLER (1926) dans les Vosges, de R. GAUME (1924) dans l'Indre. M. MOOR (1947) remarque aussi que le groupement devient plus rare et moins typique dans le Jura plissé, où dominent les calcaires compacts.

Toutes ces données, empruntées à la bibliographie, confirment parfaitement les règles énoncées en tête du chapitre et auxquelles semblent bien obéir la localisation de notre association à l'intérieur de son aire.

La frênaie des ruisseaux nous apparaît ainsi comme un groupement édaphique affectionnant les substrats argileux ou argilo-limoneux, arrosés par des eaux vives et calcaires; elle est cantonnée dans la zone des collines moyennes à relief accusé et cesse d'exister dès que les conditions stationnelles s'écartent de ce type.

### CHAPITRE III.

## ORGANISATION FLORISTIQUE DE L'ASSOCIATION.

### § 1. RELEVÉS ET TABLEAU FLORISTIQUE.

L'étude floristique de l'association a été conduite suivant la méthode classique de J. BRAUN-BLANQUET (1928).

Nos relevés proviennent de divers territoires que nous avons pu étudier personnellement et que nous mentionnons en tête du tableau d'association par les abréviations suivantes :

- B. Brabant (Belgique) : bois et forêts des environs de Bruxelles, Hal, Braine-le-Comte, Ottignies et Wavre;
- H. Hainaut et Flandre : bois et forêts des collines de Flobecq, Renaix, Ellezelles, Silly, Maeter;

- P. Bassin de Paris : forêts de Saint-Gobain (Aisne), de Villers-Cotterets (Aisne) et du Vexin (Seine-et-Oise);  
 S. Suisse : Sihlwald (canton de Zurich).

La superficie des relevés nous fut généralement imposée par la topographie. Dans les individus de grande étendue, nous avons invariablement choisi des aires de 100 m<sup>2</sup>; nous estimons cette surface suffisante pour donner une idée complète de la composition floristique. La pratique nous a montré, en effet, que dans un individu d'association homogène, lorsqu'on porte l'aire du relevé de 100 à 200 ou 300 m<sup>2</sup>, le nombre des espèces peut augmenter tout au plus de 2 ou 3 unités, soit environ 5 %; cette éventualité nous paraît sans signification particulière, car elle ne modifie pas l'image fondamentale du groupement.

Dans les stations plus exigües, linéaires ou en mosaïque, nous avons très souvent dû nous contenter de relever 75, 50 et même 25 m<sup>2</sup>. Il existe évidemment, dans ce cas, une relation entre la surface des relevés et leur richesse en espèces. Cette dernière ne tend toutefois à diminuer dans l'ensemble que pour des aires inférieures à 50 m<sup>2</sup>, ainsi que le montrent les données ci-après :

#### NOMBRE MOYEN D'ESPÈCES DANS LES RELEVÉS.

(Entre parenthèses : nombre de relevés.)

	25m <sup>2</sup>	50m <sup>2</sup>	75m <sup>2</sup>	100m <sup>2</sup>
Sous-association typique ... ..	30 (4)	30 (6)	32 (3)	35 (4)
Sous-association à <i>Chrysosplenium</i> . ... ..	34 (3)	40 (6)	25 (1)	35 (4)
Variante à <i>Carex acutiformis</i> ... ..	—	40 (8)	58 (1)	46 (5)
Nombre moyen d'espèces pour l'ensemble des relevés ... ..	32 (7)	37 (20)	36 (5)	39 (13)

On peut donc considérer que l'aire minimale de l'association est sensiblement égale en pratique à 50 m<sup>2</sup>, du moins pour les strates herbacée et arbustive; les relevés seront toujours plus ou moins fragmentaires, lorsque leur surface est inférieure à ce palier.

Tous nos relevés sont consignés côte à côte dans le tableau d'association annexé à ce travail (tableau floristique I), auquel nous renverrons sans cesse le lecteur au cours de ce chapitre. Les plantes sont groupées en caractéristiques d'association, d'alliance, d'ordre et de classe, et en-compagnes; nous discuterons plus loin la signification de ces ensembles. Nous avons reporté au bas du tableau la liste des espèces figurant moins de trois fois sur l'ensemble des 45 relevés retenus dans la documentation dont nous disposions.

En regard de chaque espèce, nous indiquons le type biologique, conformément au système de RAUNKIAER (1934) corrigé par ses successeurs, et le degré de présence exprimé en pour-cent pour chacune des variantes et en chiffres romains pour l'ensemble de l'association, conformément à l'échelle suivante :

- I. — Espèce présente dans moins de 20 % des relevés.
- II. — Espèce présente dans 20 à 40 % des relevés.
- III. — Espèce présente dans 40 à 60 % des relevés.
- IV. — Espèce présente dans 60 à 80 % des relevés.
- V. — Espèce présente dans 80 à 100 % des relevés.

Pour la désignation des espèces, nous avons suivi le « Catalogue des Ptéridophytes et Phanérogames de la Flore belge » de L. HAUMAN et S. BALLE (1934).

On trouvera dans le tableau ci-après (tableau I), pour chaque relevé : son numéro d'ordre dans le tableau d'association; son numéro (entre parenthèses) dans les archives du Centre de Recherches écologiques et phytosociologiques de Gembloux; la localité et le lieu-dit; la date et la surface du relevé; la situation topographique et la physionomie; la hauteur et le degré de recouvrement des diverses strates.

Dans le tableau I, les abréviations suivantes sont utilisées :

- Z. .... Canton de Zürich (Suisse).
- B. .... Province de Brabant (Belgique).
- F. Oc. Province de Flandre Occidentale (Belgique).
- F. Or. Province de Flandre Orientale (Belgique).
- H. .... Province de Hainaut (Belgique).
- A. .... Département de l'Aisne (Bassin de Paris).

## § 2. LE CORTÈGE FLORISTIQUE DE L'ASSOCIATION.

Un coup d'œil sur le tableau d'association montre immédiatement la richesse et la complexité floristiques du groupement.

Le nombre moyen d'espèces oscille autour de 40 pour des aires relativement restreintes (50 à 100 m<sup>2</sup>); certains relevés sont particulièrement riches, notamment dans les formes légèrement hétérogènes.

### A. — PRÉSENCE DES ESPÈCES DANS L'ASSOCIATION.

La présence des espèces exprimée en pour-cent varie dans de larges proportions. D'après notre documentation, 35 espèces sur les 175 que nous avons relevées (soit 20 %) ont une présence variant de 40 à 100 % et constituent le noyau floristique du groupement : ce sont principalement les caractéristiques de l'association, diverses sylvatiques du *Fraxino-Carpinion* et des *Fagetalia* et enfin un groupe d'hygrophiles fréquentes dans toutes les forêts humides.

TABLEAU I. — Légende

N° du relevé	Localité	Lieu-dit	Date	Surface
1 (2878) .....	Horgen (Z.).	Sihlwald.	4.IX.1947	70 m <sup>2</sup>
2 (2538) .....	Auderghem (B.).	Trois-Fontaines (Forêt de Soignes).	12.IX.1946	50 m <sup>2</sup>
3 (2546) .....	Everbecq (F. Oc.).	Bois de la Louvière.	19.IX.1946	30 m <sup>2</sup>
4 (1338) .....	Everbecq (F. Oc.).	Bois de la Louvière.	2.VI.1943	100 m <sup>2</sup>
5 (1347) .....	Opbrakel (H.).	Brakel Bosch.	2.VI.1943	50 m <sup>2</sup>
6 (1652) .....	Uccle (B.).	Wollen Borre (Forêt de Soignes).	1.VII.1944	50 m <sup>2</sup>
7 (2879) .....	Horgen (Z.).	Sihlwald.	4.IX.1947	100 m <sup>2</sup>
8 (1318) .....	Maeter (F. Oc.).	Bois de Maeter.	19.V.1943	100 m <sup>2</sup>
9 (2609) .....	Saint-Gobain (A.).	Vallon du Deuillet.	23.X.1946	75 m <sup>2</sup>
10 (2571) .....	Ruyen (F. Or.).	Bois de l'Enclus.	10.X.1946	40 m <sup>2</sup>
11 (2541) .....	Flobecq (H.).	Bois de La Louvière.	19.IX.1946	50 m <sup>2</sup>
12 (2572) .....	Ruyen (F. Or.).	Bois de l'Enclus.	10.X.1946	100 m <sup>2</sup>
13 (89) .....	Nethen (B.).	Forêt de Meerdael.	8.V.1940	30 m <sup>2</sup>
14 (2541) .....	Ittre (B.).	Vallon du Sart.	13.IX.1946	25 m <sup>2</sup>
15 (569) .....	Ittre (B.).	Bois d'Apecheau.	22.V.1942	25 m <sup>2</sup>
16 (2963) .....	Jette (B.).	Bois Capart.	17.XI.1947	50 m <sup>2</sup>
17 (2611) .....	Bertaucourt (A.).	Vallon du Deuillet.	23.X.1946	100 m <sup>2</sup>
18 (1336) .....	Everbecq (F. Oc.).	Bois de la Louvière.	2.VI.1943	50 m <sup>2</sup>
19 (1341) .....	Flobecq (H.).	Bois de Flobecq.	2.VI.1943	50 m <sup>2</sup>
20 (529) .....	Silly (H.).	Bois de Ligne.	17.IV.1942	100 m <sup>2</sup>
21 (1620) .....	Arquennes (H.).	Bois de Arpe.	1.V.1944	25 m <sup>2</sup>
22 (570) .....	Ittre (H.).	Bois d'Apecheau.	22.V.1942	50 m <sup>2</sup>
23 (2608) .....	Saint-Gobain (A.).	Bois à Leups.	23.X.1946	100 m <sup>2</sup>
24 (2612) .....	Bertaucourt (A.).	Vallon du Deuillet.	23.X.1946	100 m <sup>2</sup>
25 (1621) .....	Arquennes (H.).	Bois de Arpe.	1.V.1944	40 m <sup>2</sup>
26 (2540) .....	Ittre (H.).	Le Sart.	13.IX.1946	100 m <sup>2</sup>
27 (2601) .....	Silly-la-Poterie (A.).	Forêt de Retz, vallée de l'Ourcq.	2.X.1946	80 m <sup>2</sup>
28 (2539) .....	Auderghem (B.).	Trois-Fontaines.	12.IX.1946	30 m <sup>2</sup>
29 (1333) .....	Flobecq (H.).	Bois de la Louvière.	2.VI.1943	50 m <sup>2</sup>
30 (2606) .....	Saint-Gobain (A.).	Bois à Leups.	23.X.1946	50 m <sup>2</sup>
31 (2579) .....	Ellezelles (H.).	Somenil.	16.X.1946	100 m <sup>2</sup>
32 (85) .....	Boitsfort (B.).	Vallon des Enfants-Noyés (Soignes).	29.VI.1942	100 m <sup>2</sup>
33 (2535) .....	Tervueren (B.).	Vallon des Grandes-Flosses (Rouge-Cloître).	9.X.1946	60 m <sup>2</sup>
34 (2569) .....	Tervueren (B.).	Vallon des Grandes-Flosses (Rouge-Cloître).	9.X.1946	60 m <sup>2</sup>
35 (773) .....	Boitsfort (B.).	Vallon des Enfants-Noyés (Soignes).	29.VI.1942	50 m <sup>2</sup>
36 (2568) .....	Boitsfort (B.).	Vuybeek (Soignes).	9.X.1946	50 m <sup>2</sup>
37 (611) .....	Ottignies (B.).	Vallon du Blanc-Ry.	4.VI.1942	100 m <sup>2</sup>
38 (573) .....	Braine-le-Château (B.).	Bois du Chapitre.	22.V.1942	50 m <sup>2</sup>
39 (1074) .....	Vieux-Héverlé (B.).	Eaux-Douces.	1.X.1942	100 m <sup>2</sup>
40 (45) .....	Boitsfort (B.).	Vuybeek (Soignes).	4.X.1940	50 m <sup>2</sup>
41 (774) .....	Boitsfort (B.).	Vuybeek (Soignes).	29.VI.1942	50 m <sup>2</sup>
42 (53) .....	Boitsfort (B.).	Vuybeek (Soignes).	21.IX.1940	100 m <sup>2</sup>
43 (54) .....	Boitsfort (B.).	Vuybeek (Soignes).	26.IX.1940	100 m <sup>2</sup>
44 (2962) .....	Jette (B.).	Bois Capart.	17.XI.1947	50 m <sup>2</sup>
45 (2613) .....	Bertaucourt (A.).	Pré à Leups.	23.X.1946	100 m <sup>2</sup>

des relevés floristiques.

Topographie et physionomie	Hauteur et recouvrement des strates		
	arborescente	arbustive	herbacée et musc.
Perchis de frêne en bordure d'un ruisseau.	12 m — 95 %	0,5 m — 10 %	100 %
Futaie de chêne sur replat de vallon drainé par des fossés.	25 m — 50 %	3 m — 15 %	100 %
Plage herbeuse arrosée par des sources.	—	—	75 %
Futaie de frêne sur replat de vallon drainé par des fossés.	18 m — 70 %	2 m — 55 %	100 %
Taillis le long d'un ruisseau.	15 m — 75 %	3 m — 10 %	90 %
Enclave herbeuse dans la futaie.	—	—	100 %
Frénaie en bordure d'un ruisseau.	16 m — 60 %	5 %	100 %
Frénaie sur crique de source, en tête d'un vallon.	25 m — 60 %	50 %	100 %
Aulnaie de vallon.	20 m — 65 %	6 m — 45 %	80 %
Taillis d'aulne sur replat de vallon.	—	2 m — 50 %	100 %
Frénaie de vallon.	10 m — 80 %	2 m — 40 %	100 %
Taillis sous futaie couvrant le versant d'un vallon.	18 m — 10 %	5 m — 80 %	100 %
Futaie de chêne et de frêne sur fond marécageux drainé par des fossés.	15 m — 50 %	5 m — 40 %	80 %
Taillis broussailleux le long d'un ruisseau.	—	3 m — 40 %	100 %
Taillis d'aulne le long d'un ruisseau.	—	6 m — 50 %	80 %
Clairière herbeuse sur replat de vallon.	—	1 m — 50 %	100 %
Frénaie de fond de vallon.	30 m — 25 %	4 m — 25 %	100 %
Taillis de frêne et d'aulne au bord d'un ruisseau.	—	6 m — 100 %	90 %
Futaie de frêne en bordure d'un ruisseau.	25 m — 50 %	5 m — 70 %	100 %
Taillis de frêne et d'aulne le long d'un ruisseau.	—	5-10 m — 75 %	100 %
Taillis de frêne et d'aulne le long d'un ruisseau.	—	6 m — 60 %	85 %
Futaie de frêne sur taillis d'aulne le long d'un ruisseau.	15 m — 10 %	5 m — 80 %	100 %
Taillis sous futaie de frêne en tête d'un vallon.	20 m — 40 %	10 m — 50 %	90 %
Taillis d'aulne sur fond de vallon.	12 m — 85 %	—	95 %
Végétation buissonneuse sur fond de vallon.	—	5 m — 30 %	100 %
Futaie de frêne sur taillis varié le long d'un ruisseau.	20 m — 15 %	5 m — 40 %	100 %
Futaie sur crique de source.	17 m — 35 %	1 m — 5 %	100 %
Frénaie de vallon.	15 m — 40 %	5 %	100 %
Frénaie sur crique de source.	15 m — 70 %	—	100 %
Taillis d'aulne dans une dépression.	20 m — 60 %	10 m — 20 %	90 %
Taillis d'aulne et de frêne sur replat de vallon.	—	9 m — 75 %	100 %
Taillis clair sur fond de vallon.	—	7 m — 75 %	100 %
Futaie d'aulne et frêne sur fond de vallon.	15 m — 75 %	—	90 %
Taillis sous futaie.	20 m — 50 %	3 m — 10 %	100 %
Taillis d'aulne et de frêne sur fond de vallon.	—	6 m — 80 %	100 %
Jeune frénaie sur fond de vallon.	10 m — 20 %	2 m — 40 %	100 %
Futaie de frêne sur taillis varié.	18 m — 60 %	10 %	100 %
Futaie de frêne sur taillis d'aulne.	20 m — 40 %	5 m — 80 %	100 %
Futaie de frêne sur taillis varié au bord d'un étang.	20 m — 70 %	3 m — 60 %	100 %
Taillis de frêne et chêne au bord d'un ruisseau.	—	5-12 m — 80 %	100 %
Taillis de frêne et chêne au bord d'un ruisseau.	15 m — 30 %	8 m — 70 %	100 %
Futaie de frêne dans un vallon.	20 m — 30 %	4 m — 15 %	100 %
Clairière avec quelques frênes.	15 m — 10 %	10 %	100 %
Futaie de frêne sur taillis clair dans une crique de source.	20 m — 5 %	4 m — 35 %	100 %
Futaie d'orme sur taillis d'aulne le long d'un ruisseau.	25 m — 35 %	10 m — 75 %	90 %

En outre, 58 espèces (soit 33 %) apparaissent avec une présence de 40 à 10 % et 84 (soit 48 %) avec une présence inférieure à 10 %; on peut considérer la plupart de ces dernières comme des accidentelles. Si l'on songe, en outre, que les espèces à présence très élevée sont souvent parmi les plus sociales, on conçoit que cette étonnante diversité floristique ne nuise guère à l'homogénéité physiologique du groupement.

#### B. — GROUPES ÉCOLOGIQUES.

L'ensemble du cortège de l'association peut être subdivisé en catégories ou groupes écologiques, suivant les exigences et l'amplitude des espèces à l'égard du milieu. Une telle classification présuppose une connaissance précise du comportement de chaque plante; il ne nous a pas été possible d'étudier chacune en particulier, mais on peut souvent en déduire l'écologie d'une façon approximative en partant des innombrables documents phytosociologiques rassemblés à ce jour. Il nous a suffi dans bien des cas de connaître qu'une espèce trouve son optimum dans telle association ou telle alliance, pour en supputer la valeur indicatrice et vérifier ensuite sa signification dans notre groupement.

De la sorte, nous admettons que plusieurs groupes écologiques contribuent à l'édification du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et en traduisent dans les grands traits les caractères stationnels.

1. Groupe des sylvatiques neutrophiles. — C'est le groupe le plus important du cortège floristique. Il comprend des espèces forestières mésophiles ou faiblement hygrophiles, recherchant les sols neutres ou légèrement acides (pH supérieur à 5,5) et communes dans l'alliance du *Fraxino-Carpinion*. Nous les avons classées dans notre tableau en caractéristiques d'association, d'alliance et d'ordre. Les premières montrent dans le territoire étudié une affinité manifeste pour les stations du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*; les secondes, moins exclusives, trouvent leur optimum dans diverses associations du *Fraxino-Carpinion*; les troisièmes ont une amplitude plus large encore et se rencontrent dans l'ensemble des forêts feuillues neutrophiles de l'Europe tempérée (*Fagetalia*).

2. Groupement des fontinales. — Les espèces fontinales colonisent presque exclusivement des aires d'épanchement des sources en forêt et appartiennent à l'ordre des *Montio-Cardaminetalia*. Ces plantes, plus ou moins sciaphiles, se maintiennent au sein des associations forestières tant que le substrat garde les caractères édaphiques propres aux groupements fontinaux. Elles nous serviront à différencier la sous-association la plus humide du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, généralement installée sur les suintements de sources.

3. Groupe des hygrophiles communes. — Ce sont des espèces très répandues dans les stations humides et plus ou moins exigeantes à l'égard de la lumière.

1° Les unes sont des *héliophiles tolérantes*, fréquentes dans les bois humides, dont elles supportent l'ombrage; elles ne fleurissent toutefois abondamment qu'en pleine lumière. Telles sont :

*Filipendula ulmaria*,  
*Ajuga reptans*,  
*Valeriana officinalis*,  
*Lysimachia nummularia*,  
*Lysimachia vulgaris*,

*Ranunculus repens*,  
*Deschampsia cæspitosa*,  
*Angelica silvestris*,  
*Juncus effusus*,

2° Les autres sont plus nettement *héliophiles* et leur optimum se situe, soit dans les prairies marécageuses (*Molinietalia*) :

*Cirsium oleraceum*,  
*Heracleum sphondylium*,  
*Scirpus silvaticus*,  
*Lythrum salicaria*,  
*Myosotis scorpioides*,

*Cardamine pratensis*,  
*Cirsium palustre*,  
*Caltha palustris*,  
*Equisetum palustre*,

soit encore dans les Cariçaies :

*Carex acutiformis*,  
*Mentha aquatica*,

*Phalaris arundinacea*,

soit, enfin, au bord des eaux courantes (*Epilobium hirsutum* et *Scrophularia alata*). Les *héliophiles* sont surtout représentées dans la sous-association à *Chrysosplenium* et la variante à *Carex acutiformis*, dont le couvert est en général plus clair.

4. Groupe des sciaphiles forestières. — Ces plantes recherchent les sous-bois ombragés, frais ou humides, sans manifester les exigences édaphiques particulières des espèces du *Fragino-Carpinion* et des *Fagetalia*. On les trouve surtout parmi les ptéridophytes et les mousses; telles sont :

*Dryopteris spinulosa*,  
*Athyrium filix femina*,  
*Lophocolea bidentata*,  
*Eurynchium Stokesti*,

*Eurynchium Swartzii*,  
*Mnium undulatum*,  
*Brachythecium rutabulum*.

5. Groupe des nitrophiles. — Espèces recherchant les sols riches en matières organiques, à bonne nitrification. Nous signalerons :

*Urtica dioica*,  
*Galium aparine*,  
*Polygonum hydropiper*,

*Geranium robertianum*,  
*Rubus idæus*.

6. Groupe de l'aulnaie. — Quelques plantes de l'aulnaie transgressent dans l'association et traduisent une légère déviation du milieu vers les

conditions propres à l'*Alnetum*. Nous les trouverons surtout dans la variante à *Carex acutiformis*. Ce sont :

*Humulus lupulus*,  
*Solanum dulcamara*,  
*Salix aurita et cinerea*,

*Eupatorium cannabinum* (surtout abondant dans les coupes de l'aulnaie).

Nous y ajouterons *Alnus glutinosa*, dont la signification ne revêt toutefois qu'une faible valeur, car son abondance résulte souvent du traitement forestier.

7. Groupe des compagnes. — Nous avons rejeté dans les compagnes toutes les espèces auxquelles nous hésitons à attribuer une valeur indicatrice précise, ou encore celles qui ne jouent dans l'association qu'un rôle fortuit.

Nous devons toutefois souligner la signification particulière des acidiphiles, comme *Lonicera periclymenum*, *Oxalis acetosella*, *Holcus mollis* et *Mnium hornum*; les autres sont, soit des espèces importées et plantées (*Alnus incana*, *Populus*), soit encore des ubiquistes, des indifférentes ou des espèces à signification encore mal connue (*Orchis maculata*, *Mnium rostratum*). *Fissidens taxifolius* paraît plutôt calcicole et se situe dans les relevés suisses, sur molasses très calcaires; *Atrichum undulatum* colonise les sols forestiers dénudés et a été souvent incorporé, de ce fait, parmi les espèces sylvatiques du *Fraxino-Carpinion*.

### § 3. CARACTÉRISTIQUES DE L'ASSOCIATION.

Nous avons retenu comme caractéristiques de l'association les espèces suivantes :

Caractéristiques préférantes :

*Fraxinus excelsior*,  
*Carex remota*,  
*Lysimachia nemorum*,  
*Veronica montana*.

Caractéristiques électives :

*Rumex sanguineus*,  
*Equisetum maximum*,  
*Carex pendula*.

Caractéristique exclusive :

*Carex strigosa*.

1. *Fraxinus excelsior*. — Cette espèce atteint, dans nos relevés, une présence élevée (92 %) et témoigne d'une excellente régénération spontanée. Elle semble bien trouver dans l'association un de ses optima écologiques. Les auteurs suisses (W. KOCH, 1925, 1944; M. MOOR, 1947; H. ETTER, 1943) et allemands (R. TÜXEN, 1937; J. et M. BARTSCH, 1941) s'accordent d'ailleurs sur ce point et font de cette essence la caractéristique physiognomique de la frênaie à Carex.

Les phytosociologues français, par contre, signalent que l'aulne glutineux prend généralement le pas sur le frêne dans les groupements que nous avons identifiés au *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. Il est vraisemblable que cette situation résulte, dans bien des cas, du traitement forestier; néanmoins, on peut considérer que l'absence de *Fraxinus* dans certains relevés français tient à la nature atypique du substrat; cette éventualité est soulignée à son tour par une régression générale des caractéristiques de la frênaie (divers relevés de G. LEMÉE, 1939, sur l'argile à Silex dans le Perche). Il nous semble néanmoins pertinent de considérer le frêne comme une caractéristique générale du groupement dans toute son aire de dispersion, à l'exception peut-être des territoires baltiques (WANGERIN, 1936); ceci cadre d'ailleurs avec les données de K. RÜBNER (1934). Celui-ci en fait une essence des climats doux principalement localisée le long des ruisselets, sur des sols frais à humides, limoneux et riches en calcaire.

Dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, le frêne n'est toutefois qu'une caractéristique préférante. On le retrouve dans beaucoup de groupements du *Fraxino-Carpinion* et même du *Fagion*, et il est doué, à l'instar de la plupart des espèces ligneuses, d'une plasticité écologique relativement large.

Le tableau II ci-après montre, en effet, qu'en Belgique et dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, deux territoires qui ont fait à ce jour l'objet d'une investigation phytosociologique assez complète, le frêne est presque aussi fréquent dans l'*Acereto-Fraxinetum* <sup>(4)</sup> que dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et qu'il est bien représenté en outre dans l'ensemble des sous-associations neutrophiles et humides de *Querceto-Carpinetum*.

A vrai dire, dans le climat boréo-atlantique, le frêne trouve des conditions idéales de développement et prospère dans toutes les associations des sols frais et calcaires, notamment dans la frênaie à *Dipsacus pilosus* (P. JOUANNE, 1937) et dans les chênaies argilo-marneuses. Dans le domaine médio-européen, au climat plus rude, ses exigences paraissent d'autant plus précises qu'on s'élève en altitude. C'est ainsi que dans le Hanovre, la Forêt Noire et les Préalpes suisses, les auteurs assignent au frêne un optimum sociologique dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et dans quelques groupements édaphiquement apparentés tels que le *Querceto-Carpinetum elymetosum* (W. H. DIEMONT, 1938), le *Fageto-Fraxinetum* (J. et M. BARTSCH, 1940) et diverses variantes de l'*Acereto-Fraxinetum* (H. ETTER, 1947). Néanmoins, il est à présumer que dans ces derniers groupements il puisse souffrir davantage de la concurrence des essences codominantes (notamment du hêtre et de l'érable) que dans la frênaie à *Carex*, où il constituerait presque seul, sans l'intervention du forestier, l'étage dominant; l'aulne glutineux, son compagnon le plus commun, est en effet habituellement relégué dans l'étage dominé.

---

(4) La question se pose de savoir si le frêne présent dans cette association ne constitue pas un écotype particulier.

Nous concluons donc que *Fraxinus excelsior* est une espèce dont la fidélité à l'égard de la frênaie à Carex s'affirme insensiblement du centre aux confins de l'aire. Dans l'aire optimum elle-même, on ne peut lui concéder que sous réserve la valeur de caractéristique préférante.

2. *Carex remota*. — Espèce à présence élevée (64 %), surtout dans la sous-association typique (74 %); elle constitue une caractéristique générale du groupement dans toute son aire, y compris les territoires baltiques (G. LEMÉE, 1939; P. JOVET, 1937; P. ALLORGE, 1922; P. JOUANNE, 1927; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941; R. BÜKER, 1942; R. TÜXEN, 1937; W. KOCH, 1925; M. MOOR, 1939; E. ISSLER, 1926; WANGERIN, 1934).

Son importance physionomique dans la strate herbacée et sa valeur indicatrice sont passées dans la désignation même de l'association.

Comme pour le frêne, nous en faisons une caractéristique préférante, plus fidèle néanmoins que ce dernier. Elle se retrouve dans certains groupements humides du *Fraxino-Carpinion* et même du *Fagion*, où elle joue le rôle de différentielle hygrophile (voir tableau II).

3. *Lysimachia nemorum*. — Espèce peu fréquente (36 %), volontiers sporadique; elle n'a été reconnue comme caractéristique que par de rares auteurs (G. LEMÉE, 1939; P. JOUANNE, 1929; M. MOOR, 1938, en fait une différentielle par rapport aux autres groupements du *Fraxino-Carpinion*). Elle accompagne fidèlement l'association dans toute son aire (P. ALLORGE, 1922, 1941; G. LEMÉE, 1939; P. JOVET, 1937; R. BÜKER, 1942; R. TÜXEN, 1937; W. KOCH, 1925; M. MOOR, 1938; E. ISSLER, 1926); on peut donc la considérer comme générale.

Elle n'est pas liée toutefois d'une façon exclusive à la frênaie des ruisseaux et elle transgresse dans divers groupements hygrophiles du *Fraxino-Carpinion*, notamment dans l'*Alnetum incanæ* (voir tableau II). Aussi, ne la considérons-nous que comme caractéristique préférante.

4. *Veronica montana*. — Espèce à fréquence moyenne (51 %); elle est signalée comme caractéristique par quelques auteurs (R. TÜXEN, 1937; R. BÜKER, 1942; J. et M. BARTSCH, 1940; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941, et par M. MOOR, 1938, comme différentielle); elle accompagne apparemment le groupement dans toute son aire (P. ALLORGE, 1922, 1941; P. JOVET, 1937; R. TÜXEN, 1937; M. MOOR, 1939; W. KOCH, 1925; E. ISSLER, 1926; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941).

Elle transgresse néanmoins dans quelques associations forestières du *Fraxino-Carpinion* et du *Fagion*, notamment dans les formes fraîches du *Querceto-Carpinetum* (voir tableau II) et, d'après G. LEMÉE (1939), dans le *Querceto-Fagetum* et le *Querceto-Carpinetum atlanticum* du Perche. Nous ne pouvons donc faire de *Veronica montana* qu'une caractéristique générale préférante, dont la valeur s'affirme surtout aux confins du secteur boréo-atlantique.

5. *Rumex sanguineus*. — Espèce habituellement présente dans l'association (62 %) qu'elle semble accompagner dans toute son aire de dispersion (P. ALLORGE, 1922, 1943; P. JOUANNE, 1927; R. TÜXEN, 1937; W. KOCH, 1925; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941), du moins à basse altitude. Nous en faisons une caractéristique élective, transgressant faiblement dans quelques groupements du *Fraxino-Carpinion*. Son optimum se situe dans notre association, ainsi qu'il ressort nettement des données du tableau II. Elle disparaît régulièrement dans les formes légèrement montagnardes (E. ISSLER, 1926; R. BÜKER, 1942; J. et M. BARTSCH, 1940).

Espèce peu sociale, son abondance est généralement faible, ce qui explique peut-être son apparente irrégularité; seuls R. TÜXEN (1937), W. KOCH (1925), J. LOUIS et J. LEBRUN (1941) la signalent comme caractéristique.

6. *Equisetum maximum*. — Espèce à présence élevée (64 %); elle constitue un des éléments physiologiques les plus importants du groupement, fait déjà signalé par divers auteurs (R. TÜXEN, 1937; W. KOCH, 1925; G. LEMÉE, 1939; P. ALLORGE, 1922; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941). Elle semble l'accompagner dans toute son aire de dispersion et on la retrouve jusqu'à la limite septentrionale, dans les territoires baltiques (WANGERIN, 1924; H. ROLL, 1939).

Au point de vue de son comportement, *Equisetum maximum* peut être considéré, dans le secteur boréo-atlantique, comme une caractéristique régionale quasi exclusive du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*; elle préfère toutefois les stations plus ou moins clairiérées et se maintient comme relicte dans de nombreux vallons et criques de sources actuellement déboisés (Moyenne-Belgique). Elle ne paraît guère transgresser du groupement et n'est signalée que dans l'*Alneto-Macrophorbietum* du Perche (G. LEMÉE, 1939), où elle semble très fréquente. Son optimum se situe toutefois dans la frênaie à Carex <sup>(5)</sup> et on ne le retrouve dans les aulnaies neutres ou alcalines que lorsque ces dernières sont en contact immédiat avec des stations de la frênaie à Carex, comme c'est le cas dans beaucoup de vallées de l'Aisne, du Vexin et du Perche, et même localement en Moyenne-Belgique.

Dans le domaine médio-européen, la présence d'*Equisetum maximum* dans l'association est beaucoup moins régulière et paraît liée à des substrats argilo-calcaires. On la retrouve sans doute, à basse altitude, dans la frênaie à Carex des vallons et des criques de sources sur molasse argileuse dans le Jura (M. MOOR, 1939) et dans les Préalpes (W. KOCH, 1926); mais elle manque dans les relevés de E. ISSLER (1926), P. ALLORGE (1943) et J. et M. BARTSCH (1940) relatifs à des territoires moins argileux. En outre, sa valeur de caractéristique est moins exclusive. *Equisetum maximum* remonte en effet dans les Alpes, le long des ruisse-

<sup>(5)</sup> Contrairement à l'opinion de G. LEMÉE, qui en fait une caractéristique de l'*Alneto-Macrophorbietum*, elle joue probablement ce rôle localement dans le Perche, où le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* n'est qu'imparfaitement développé et souvent confondu avec l'aulnaie.

lets et dans les criques de sources, jusque vers 1.500 m d'altitude; elle y est l'hôte de groupements ouverts (*Schoenetum*, *Phragmitetum*) et probablement aussi de groupements forestiers fort différents de la frênaie à Carex. Signalons encore que vers le Sud, au contact de la région méditerranéenne et notamment dans le secteur aquitain du domaine atlantique, *Equisetum maximum* fait partie des forêts rivulaires de l'ordre des *Populetalia*.

7. *Carex pendula* (*Carex maxima*). — Cette espèce apparaît avec une présence de 50 % et de 63 % si l'on ne tient compte que de la variante typique. Elle accompagne l'association dans toute son aire, à l'exception des territoires baltiques (CHERMEZON, 1920; P. ALLORGE, 1922 et 1941; G. LEMÉE, 1939; P. JOVET, 1937; P. JOUANNE, 1927; J. LOUIS et J. LEBRUN, 1941; R. TÜXEN, 1937; M. MOOR, 1937; J. et M. BARTSCH, 1941).

*Carex pendula* peut être considéré dans le district picardo-brabançon et le Nord-Ouest de l'Allemagne comme une caractéristique régionale quasi exclusive. Elle n'y apparaît que très rarement dans les autres groupements forestiers: R. TÜXEN (1937) la signale seulement dans le *Querceto-Carpinetum elymetosum*, avec la très faible présence de 5 %. En Moyenne-Belgique, elle ne se manifeste pas en dehors de l'association que nous étudions et n'a été relevée qu'une seule fois dans un individu de *Querceto-Carpinetum stachyetosum*, au contact d'un *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. Dans le Bassin parisien, sa fidélité est moins exclusive. On l'observe également dans la frênaie à *Dipsacus pilosus*, association, il est vrai, assez voisine de la nôtre (P. JOUANNE, 1927), et dans certaines chênaies à charme des argiles du Boulonnais, où le frêne lui-même tend à dominer <sup>(6)</sup>.

Dans le domaine médio-européen, *Carex pendula* ne joue plus que le rôle d'une caractéristique préférante. Il intervient en effet comme différentielle dans quelques groupements où le frêne prospère d'ailleurs volontiers, comme, par exemple, dans l'*Acereto-Fraxinetum caricetosum pendulæ* (H. ETTER, 1947) (généralement au contact de la frênaie à Carex), ou encore dans l'*Alnetum glutinosæ caricetosum* (M. SCHWICKERATH, 1944). Pour ce qui concerne notre pays, *Carex pendula* se rencontre en Haute-Belgique dans des groupements des territoires siliceux ou calcaires qui s'apparentent tantôt à l'aulnaie des ruisselets, à *Carex remota* et *Carex pendula*, de M. SCHWICKERATH (1944), tantôt à une végétation très fragmentaire du *Fraxino-Carpinion*.

8. *Carex strigosa*. — Cette espèce apparaît avec une présence de 51 %. Espèce à distribution principale atlantique, mais assez rare; elle est signalée par P. ALLORGE (1941) dans le Pays basque; P. JOVET (1937) dans le Valois; P. ALLORGE (1922) dans le Vexin; P. JOUANNE (1927) dans l'Aisne; E. ISSLER (1926) dans le Haut-Rhin; par W. KOCH (1926) et M. MOOR (1939) en Suisse;

<sup>(6)</sup> D'après des relevés obligeamment communiqués par M. VAN DEN BERGHEN (1949).

TABLEAU II.

Fréquence de quelques caractéristiques de la frênaie à Carex dans les groupements forestiers du *Fraxino-Carpinion* (Belgique et N.-W. de l'Allemagne).

(En % du nombre des relevés.)

Associations	Nombre de relevés		<i>Fraxinus excelsior</i>		<i>Carex remota</i>		<i>Lysimachia nemorum</i>		<i>Rumex sanguineus</i>		<i>Veronica montana</i>	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
<i>Cariceto remotæ-Fraxinetum</i> .....	47	32	92	94	64	88	36	38	62	70	34	49
<i>Querceto-Carpinetum</i> .	164	281	70	59	22	27	14	6	16	15	17	12
<i>Alnetum incanæ</i> .....	—	5	—	60	—	40	—	60	—	—	—	—
<i>Acereto-Fraxinetum</i> ...	5	12	80	83	—	—	—	—	—	—	—	8
<i>Cariceto remotæ-Fraxinetum</i> .....	47	32	92	94	64	88	36	38	62	70	34	49
<i>Q.-C. filipenduletosum</i>	39	12	91	58	25	50	25	25	36	25	15	—
<i>Q.-C. stachyetosum</i> ....	35	84	63	63	48	29	15	—	15	21	40	8
<i>Q.-C. endymietosum</i> ( <sup>1</sup> )	45	—	77	—	7	—	15	—	11	—	11	—
<i>Q.-C. corydaletosum</i> ..	5	25	80	84	20	8	—	—	20	28	20	—
<i>Q.-C. dryopteridetosum</i>	9	15	33	53	66	67	11	20	—	—	11	33
<i>Q.-C. elymetosum</i> .....	—	57	—	72	—	60	—	25	—	24	—	40
<i>Q.-C. primuletosum</i> ...	27	43	60	53	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Q.-C. stellarietosum</i> ...	4	33	50	28	—	9	—	—	—	6	—	—
<i>Q.-C. luzuletosum</i> .....	—	12	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—

B Belgique : d'après la documentation inédite du Centre de Recherches écologiques et phytosociologiques de Gembloux (1948).

A N.W. de l'Allemagne : d'après R. TÜXEN (1937).

<sup>(1)</sup> Actuellement *Quercetum atlanticum* (G. LEMÉE, 1939) (*Querceto-Carpinetum atlanticum*).

J. LEBRUN et J. LOUIS (1941) en Moyenne-Belgique. A l'Est de notre pays, cette espèce devient de plus en plus rare; c'est ainsi que R. TÜXEN (1937) ne l'observe qu'avec une présence de 8 % dans la variante typique du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*; elle manque dans les relevés de la Saxe (M. KÄSTNER, 1941) et du Nord de l'Allemagne (WANGERIN, 1934; H. ROLL, 1939).

*Carex strigosa* est une caractéristique exclusive de l'association et son aire de dispersion coïncide avec l'aire optimum du *Cariceto-Fraxinetum*. Elle n'a été signalée, en dehors de cette association, que par R. TÜXEN (1937), dans le seul *Querceto-Carpinetum elymetosum* (4 %); dans le district picardo-brabançon, nous l'avons observée dans un seul relevé, sur 39, du *Querceto-Carpinetum filipenduletosum*.

## § 4. SUBDIVISION DE L'ASSOCIATION.

L'analyse floristique, combinée aux données édaphiques et syngénétiques, nous a amené à distinguer, pour les territoires étudiés, trois formes au sein du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

Les deux premières prennent le rang de sous-association. Elles comportent en effet le cortège typique de l'association et se différencient l'une de l'autre exclusivement par un groupe d'espèces particulières telles que *Chrysosplenium oppositifolium*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Cardamine amara*, *Impatiens noli tangere*, *Stellaria uliginosa* et *Brachythecium rivulare*. Elles représentent en somme les deux étapes de la colonisation forestière des groupements fontinaux, ainsi que nous le verrons dans un chapitre ultérieur.

La troisième ne constitue qu'une variante particulière qu'il est licite d'incorporer à l'une ou l'autre des sous-associations suivant la présence ou l'absence du groupe différentiel que nous venons de citer. Nous avons toutefois tenu à la distinguer parce qu'elle s'individualise par un noyau d'espèces (*Cirsium oleraceum*, *Carex acutiformis*, *Eupatorium cannabinum*, *Humulus lupulus* et *Phalaris arundinacea*) qui trahissent ses affinités à l'égard de la Phragmitaie et de la Cariçaie, dont elle dérive normalement, et à l'égard de l'aulnaie, avec laquelle elle forme souvent des intrications en mosaïque. Nous donnons à cette forme le nom de variante à *Carex acutiformis* ou encore le nom de variante macrophorbiée; nous y distinguons deux types, suivant l'absence ou la présence des fontinales.

Nous proposons donc la subdivision suivante (voir tableau floristique n° 1) :

1° La sous-association typique (*Cariceto remotæ-Fraxinetum typicum*), installée sur des sols moins mouilleux et caractérisée par une faible représentation des espèces hygrophiles héliophiles et par l'absence des fontinales (relevés 1 à 17).

2° La sous-association à dorine (*Cariceto remotæ-Fraxinetum chrysosplenitosum*) installée sur des sols gorgés d'eau et dans laquelle les espèces hygrophiles et fontinales se développent d'une façon exubérante (relevés 18 à 31).

3° La variante macrophorbiée (variante à *Carex acutiformis*), qui témoigne d'une origine syngénétique particulière et qui se rattache tantôt à la sous-association à *Chrysosplenium* (relevés 32 à 43), tantôt à la sous-association typique (relevés 44 et 45).

Nous nous bornerons ici à étudier les caractères floristiques des trois formes; nous renvoyons le lecteur aux chapitres ultérieurs pour tout ce qui concerne leur écologie différentielle.

## 1° LE CARICETO REMOTÆ-FRAXINETUM TYPICUM.

La sous-association typique est la plus riche en espèces sylvatiques; les caractéristiques du groupement y paraissent au grand complet et avec des coefficients d'abondance-dominance élevés; les espèces de l'alliance, de l'ordre et de la classe y sont largement représentées. Par contre, le groupe des hygrophiles n'y joue qu'un rôle secondaire et les fontinales sont pratiquement absentes.

Un examen rapide du tableau montrera que la sous-association typique se différencie des autres principalement par des caractères négatifs, à savoir: l'absence du cortège des *Cardaminetalia amaræ* (*Chrysosplenium oppositifolium* et *alternifolium*, *Cardamine amara*, *Impatiens noli tangere*). On peut toutefois lui attribuer comme différentielles positives les quelques espèces sylvatiques qu'une humidité trop grande tend à exclure des formes plus humides: c'est le cas de *Hedera helix* et, à un degré moindre, de *Carex silvatica*. Cette sous-association s'apparente, dans une certaine mesure, au *Cariceto remotæ-Fraxinetum caricetosum pendulæ* de R. TÜXEN (1937).

## 2° LE CARICETO REMOTÆ-FRAXINETUM CHRYSOSPLENIETOSUM.

Cette sous-association est caractérisée par une légère régression des espèces mésophiles de l'ordre et de la classe, auxquelles un excès d'humidité est peu propice, et par un développement exubérant des hygrophiles et des plantes fontinales. Elle se confond pratiquement avec la sous-association du même nom, proposée par R. TÜXEN (1937).

Nous citerons comme différentielles de cette variante les espèces suivantes :

*Chrysosplenium oppositifolium*,  
*Chrysosplenium alternifolium*,  
*Cardamine amara*,

*Stellaria uliginosa*,  
*Brachythecium rivulare*,  
*Impatiens noli-tangere*.

Les cinq premières font partie du cortège des *Montio-Cardaminetalia* et leur présence dans l'association est en relation avec l'abondance des suintements fontinaux: la sixième est une espèce hémi-sciaphile et nitrophile des sols humides.

Notons également la plus grande abondance, dans la variante à dorine, de l'aulne noir (aulne glutineux), de certaines mousses hygrophiles telles que *Mnium undulatum* et *Brachythecium rutabulum* et, enfin, des hygrophytes héliophiles.

## 3° LA VARIANTE A CAREX ACUTIFORMIS.

La variante macrophorbiée se rattache à l'une ou l'autre des sous-associations précédentes, mais elle se différencie de ces dernières par la présence des relictés de la magnocariçaie et de la phragmitaie, telles que *Carex acutiformis* et *Phalaris arundinacea*, auxquels s'ajoutent des espèces de l'aulnaie (*Humulus lupulus*, *Eupatorium cannabinum*) et, enfin, *Cirsium oleraceum*.

La variante à *Carex acutiformis* apparaît dans les vallons marécageux chaque fois qu'un obstacle s'oppose à l'écoulement normal des eaux; on la trouve principalement sur le fond d'anciens étangs actuellement colmatés ou encore au bord des étangs artificiels, créés dans des vallons où la frênaie à *Carex* préexistait. Elle correspond souvent à une mosaïque complexe de divers groupements : *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, *Magnocaricetum* et *Alneto-Macrophorbietum*. Le substrat est habituellement hétérogène et comporte des plages marécageuses alternant avec des ressauts un peu plus secs.

### § 5. FACIES PHYSIONOMIQUES.

Nous ne reviendrons plus ici sur la localisation topographique du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, cette question ayant fait l'objet du chapitre précédent. Qu'il nous suffise de rappeler que l'association colonise deux types de stations :

1° Les aires à suintements fontinaux, généralement situées dans des dépressions ou des criques de sources, en tête ou sur les flancs diversement inclinés des vallons;

2° Les replats alluvionnaires des ruisselets qui en dérivent.

Dans le premier cas, le groupement forme des plages plus ou moins étendues, à sols mouilleux, nettement circonscrites, tout au moins par leur végétation herbacée au sein de la forêt ambiante; dans le second cas, il constitue des coulées rivulaires, de largeur variable, souvent tronçonnées et alternant alors avec d'autres formations forestières hygrophiles (*Alnetum*, *Querceto-Carpinetum filipendulosum*).

1. Facies de frênaie et d'aulnaie. — Dans les stations d'étendue suffisante, auxquelles le forestier réserve un traitement autonome, la végétation ligneuse diffère, par sa composition, de la forêt ambiante. Sans doute la nature et le dosage des essences y varient au gré du sylviculteur, mais, en général, le frêne domine dans l'étage supérieur, seul ou associé au chêne pédonculé et à l'aulne noir, beaucoup plus rarement à l'érable, à l'orme ou au hêtre, ce dernier visiblement planté. L'étage dominé comporte en ordre principal : le coudrier, l'aulne noir, le frêne, la viorne, le saule marsault, le cornouiller sanguin et, accessoirement, le charme et des saules buissonnants (saule cendré, saule à oreillettes, etc.). Ces stations sont exploitées, tantôt en futaie à sous-bois varié, tantôt en taillis simple ou encore en taillis sous futaie.

Les futaies de frêne, pures ou mélangées, sont de belle venue et correspondent, selon toute vraisemblance, à la vocation spontanée du terrain; dans les taillis, l'aulne tend à dominer, notamment si les révolutions sont courtes; cette essence y est favorisée en raison de sa croissance rapide au détriment des autres constituants naturels du sous-bois. Ainsi donc s'imposent, suivant les conditions

d'exploitation, deux facies fondamentaux : la futaie de frêne sur taillis varié et l'aulnaie pure ou mélangée éduquée en taillis ou parfois convertie en futaie.

Les deux facies de frênaie et d'aulnaie s'observent, non seulement dans les territoires que nous avons étudiés, mais dans l'ensemble de l'aire, ainsi qu'en font foi les données bibliographiques.

Ainsi, dans le Nord-Ouest de l'Allemagne et en Suisse, l'association est souvent décrite comme une « frênaie des ruisseaux » (W. KOCH, 1944) ou « Bacheschenwald » (R. TÜXEN, 1937; R. BÜKER, 1939). Les strates ligneuses, assez variées, comportent le frêne comme essence dominante, auquel se joignent des espèces secondaires : aulne glutineux, érable sycomore, viorne, noisetier, cornouiller sanguin et chêne pédonculé; le hêtre et le charme, par contre, y pénètrent plus rarement, même lorsque l'association est en contact avec la hêtraie ou la forêt de chêne-charme (W. KOCH, 1926).

Ces frênaies constituent, dans les vallons, des coulées forestières localisées sur les replats des ruisseaux ou encore des enclaves limitées aux aires fontinales des pentes.

Ce facies paraît donc en tous points analogue à celui que nous avons relevé en Moyenne-Belgique et dans le Bassin parisien, et que signalent déjà R. MOSSERAY (1938) et J. LOUIS et J. LEBRUN (1941).

En France, par contre, l'association est souvent mentionnée, en raison de sa physionomie, comme une aulnaie alcaline ou neutrophile, que les auteurs incorporent dans l'*Alnion*. Dans plusieurs cas, il est vrai, l'aulne glutineux contribue presque seul, avec quelques saules, à former la strate ligneuse, ainsi que l'observent P. JOUANNE (1929), R. GAUME (1924) et P. ALLORGE (1922 et 1944). Toutefois, dans bien des relevés, cette essence est accompagnée par le frêne, la viorne, le noisetier et le chêne pédonculé (G. LEMÉE, 1939; P. ALLORGE, 1922; E. ISSLER, 1926).

Le facies d'aulnaie mélangée se retrouve aussi en Belgique (R. MOSSERAY, 1938) et il n'est pas sans intérêt de signaler qu'*Alnus glutinosa* apparaît fréquemment dans les frênaies à Carex de R. TÜXEN (1937) et qu'il est quasi exclusif dans les listes de WANGERIN (1934).

Il nous paraît donc pertinent de considérer le frêne et l'aulne glutineux comme deux essences également représentées dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. La dominance locale de l'une ou l'autre détermine des facies physiologiques auxquels les forestiers réservent les noms courants de frênaie et d'aulnaie, se basant en cela sur la seule composition de la strate ligneuse.

Cette distinction physiologique ne justifie en rien le démembrement de l'association tel qu'il est postulé par les travaux français. Nous avons déjà signalé que, quel que soit leur aspect, les aulnaies alcalines des auteurs français manifestent une parenté très nette avec la frênaie à Carex et doivent être rattachées à cette dernière. On ne peut dans aucun cas les incorporer à l'*Alnion* sans devoir remanier complètement la signification phytosociologique de cette alliance, définie par les auteurs allemands et par R. TÜXEN (1937) en particulier.

Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue que dans certaines stations la dominance de l'aulne glutineux peut résulter des conditions naturelles elles-mêmes. Les aulnaies à *Carex pendula* et *Carex strigosa*, relevées par les auteurs français, ne sont pas toujours absolument typiques; elles accusent dans certains territoires une transgression assez marquée des espèces de l'*Alnion* (*Salix cinerea*, *Solanum dulcamara*, *Humulus lupulus*). Il est vraisemblable qu'en l'occurrence le substrat édaphique lui-même s'écarte quelque peu des conditions typiques qui caractérisent le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* et que des espèces telles que le frêne soient éliminées par concurrence au profit de l'aulne. Nous avons affaire ainsi à toute une gamme possible de formes plus ou moins complexes, dans lesquelles se manifeste une tendance progressive vers l'aulnaie. Ce phénomène s'observe également en Belgique (R. MOSSERAY, 1938) et de même en Allemagne, notamment dans le secteur baltique, où l'association n'est plus représentée que par des formes appauvries (WANGERIN, 1934) dans lesquelles l'aulne glutineux prend le pas sur le frêne.

2. Autres facies forestiers. — Dans certains cas, les strates ligneuses sont purement artificielles et ne reflètent plus d'aucune manière l'aspect naturel de la frênaie à Carex. C'est le cas des stations transformées en plantations de peuplier, d'aulne blanc ou d'osier, que l'on retrouve aussi bien en Moyenne-Belgique que dans le Bassin parisien. Ici encore, comme dans le cas précédent, l'examen de la florule fournira la base du diagnostic écologique et phytosociologique, sans égard pour la nature du peuplement forestier.

3. Le facies herbeux. — Les individus exigus, enchâssés dans la forêt mésophile et limités à des suintements locaux, peuvent manquer totalement de strate arborescente. Dans ce cas, ils jouissent de l'ombrage des peuplements ambiants et ne portent éventuellement que quelques brins ligneux de frêne, d'aulne glutineux ou de viorne. Il s'agit alors d'un facies presque exclusivement herbacé, dont G. LEMÉE (1939) a reconnu l'existence dans le Perche; on le retrouve un peu partout dans le Bassin parisien et la Moyenne-Belgique (relevés 3 et 6).

Ces individus forment des plages nettement délimitées dans la forêt ambiante et sont étroitement apparentés, quant à leur composition floristique, à la synusie herbacée de la frênaie à Carex.

C'est à des facies de ce genre que P. JOUANNE (1927) et P. JOVET (1936) réservent le nom de *Caricetum strigosæ* et de *Caricetum pendulæ*, suivant l'espèce dominante. On ne peut toutefois considérer ces groupements comme des associations autonomes ou comme des associations particulières de la forêt mésophile (?). Nous les rattachons, pour notre part, à la frênaie à Carex, avec laquelle ils se confondent par la composition floristique et la nature du substrat.

---

(?) P. JOUANNE lui-même les désigne aussi sous le nom d' « aulnaies », signifiant par là que ces groupements sont naturellement dévolus à la colonisation forestière par des essences hygrophiles et non mésophiles, comme celles des peuplements ambiants.

C'est également à ces facies herbeux qu'il y a lieu de rattacher le *Caricetum strigosæ* observé par P. JOVET (1936, 1949) sur les laies forestières à sol mouilleux, dans la forêt de Retz (Aisne). Ce type de végétation se retrouve d'ailleurs en d'autres points du Bassin parisien (forêt de Saint-Gobain) et même en Moyenne-Belgique (forêt de Soignes), et sa dispersion est en relation étroite avec celle de la frênaie à Carex.

Le tableau floristique II et les analyses édaphologiques que nous y mentionnons montrent bien l'étroite parenté floristique et écologique de cette végétation avec les facies herbeux de la frênaie à Carex et notamment avec les relevés 3 et 6 de notre tableau I. Nous ne croyons donc pas devoir considérer ce groupement comme une association autonome, mais comme le résultat de la transgression, sur des substrats conditionnés par l'action humaine, de la florule hygrophile des frênaies à Carex.

\*  
\*\*

Bien mieux que le matériel ligneux, c'est la végétation herbacée qui confère à l'association son cachet physionomique. On peut considérer, suivant les espèces dominantes :

1° Un facies à Carex (*Carex pendula*, *C. strigosa*, *C. remota*, *C. silvatica*) prédominant dans les phases d'ombre de l'association, sur les suintements fontinaux, ou encore sur les replats alluvionnaires bien ombragés; cette variante est en outre caractérisée par le faible développement des grandes herbes héliophiles des marais.

2° Un facies à *Equisetum maximum*, dans lequel cette dernière forme a souvent de magnifiques peuplements d'une physionomie très évocatrice. Ce facies se rencontre surtout dans les grandes criques de sources et sur les replats alluvionnaires, le plus souvent sous un couvert ligneux assez clair. La grande prêle est toujours accompagnée, dans les formes humides du groupement, d'une profusion d'espèces héliophiles des marais, qui peuvent atteindre un développement luxuriant.

Les deux variantes physionomiques que nous venons de citer se retrouvent dans tout le territoire étudié; elles n'ont pas manqué d'être signalées par divers auteurs (P. ALLORGE, 1922; G. LEMÉE, 1939). Certains ont voulu y voir deux sous-associations différentes (R. TÜXEN, 1937), mais notre tableau floristique ne nous permet pas de les suivre dans cette voie.

Contentons-nous de souligner néanmoins que le facies à *Equisetum* est plus constant dans la sous-association à *Chrysosplenium* et dans la variante à *Carex acutiformis*.

## CHAPITRE IV.

## ÉCOLOGIE ÉDAPHIQUE DE LA FRÊNAIE A CAREX.

Groupement édaphique par excellence, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est tributaire de conditions stationnelles bien précises, que nous avons déjà esquissées au cours du chapitre II. C'est en effet sur des substrats argileux ou argilo-limoneux, au voisinage des sources et le long des ruisselets calcaires, qu'on le rencontre exclusivement. Ces exigences particulières le lient, dans les territoires explorés, aux niveaux aquifères et au réseau hydrographique des collines et des plateaux tertiaires.

Nous allons, dans ce chapitre, étudier en détail la nature des sols que colonise l'association, après avoir au préalable esquissé les méthodes d'analyse édaphologique auxquelles nous avons eu recours.

## I. — MÉTHODES D'ANALYSE (1).

1. Profilage et prélèvement des échantillons. — Dans beaucoup d'individus d'association, nous avons procédé à un profilage du sol et nous avons prélevé des échantillons dans les différents horizons morphologiques. Dans les autres cas, nous nous sommes contenté d'un simple sondage dans les couches superficielles et nous avons prélevé un échantillon unique, dans l'horizon A. Ce dernier joue en effet un rôle important dans l'écologie du groupement : il coïncide, comme nous le verrons, avec la sphère principale du développement racinaire et ses caractères retentissent au maximum sur la florule forestière.

Tous nos échantillons ont été analysés au laboratoire, après préparation; celle-ci consiste en une dessiccation suivie d'un broyage, puis d'un tamisage, de façon à déterminer le « refus », c'est-à-dire les particules d'un diamètre supérieur à 2 mm.

2. Analyse mécanique. — Nous avons utilisé la méthode de G. W. ROBINSON (1922), dite méthode de la pipette. Nos échantillons (10 g de terre) sont traités au préalable à l'eau oxygénée (10 volumes), au bain-marie, pour détruire les matières organiques, puis à l'acide chlorhydrique 0,2 N.

Ils subissent ensuite plusieurs lavages successifs à l'eau distillée, dans le but d'éliminer les électrolytes. Lorsque le lavage est suffisant, on amorce la

---

(\*) Nous remercions M. P. HEINEMAN de l'aide importante que nous lui devons pour ce qui concerne les analyses pédologiques.

peptisation des éléments fins en milieu ammoniacal 0,1 N. Les prélèvements se font à la pipette après des temps calculés d'après la formule de STOKES; un prélèvement après 10 minutes fournit la fraction argile + limon; un nouveau prélèvement, après 15 heures, donne la fraction argileuse. La fraction sableuse se calcule par différence.

3. Analyse physique. — Les prélèvements ont été opérés au moyen de cylindres métalliques de 74 cc, à fermeture hermétique, et dont la tare est exactement connue. L'analyse physique a été conduite d'après la méthode exposée par R. SIEGRIST (1931). Cet auteur procède à diverses pesées successives :

- 1° Pesée de l'échantillon frais avant tout traitement = Mf.
- 2° Pesée après trempage dans l'eau, sous une cloche à vide, de façon à expulser totalement l'air contenu dans le sol. Le poids de l'échantillon, ainsi sursaturé d'eau, est désigné par Mt.
- 3° Pesée après égouttage, durant 2 heures, de l'échantillon sursaturé posé sur un tamis à larges mailles = Me.
- 4° Pesée après évaporation à l'étuve à 100-105° jusqu'à poids constant. Cette opération fournit le poids sec de l'échantillon Ms.

On calcule ensuite, en appliquant les formules suivantes :

1. la teneur en eau en % du poids frais  $\frac{Mf - Ms}{Mf} 100$ ;
- la teneur en eau en % du poids sec  $\frac{Mf - Ms}{Ms} 100$ ;
2. le contenu en eau (en % du volume du sol en place)  $\frac{Mf - Ms}{V} 100$ ;
3. le contenu en air  $\frac{Mt - Ms}{V} 100$ ;
4. la capacité en eau  $\frac{Me - Ms}{V} 100$ ;
5. la capacité en air  $\frac{Mt - Me}{V} 100$ .

4. Réaction du sol. — La réaction a été déterminée habituellement sur échantillons frais au moyen d'un pHmètre, à électrode de verre plongeante (type COLEMAN).

5. Dosage des carbonates. — Le dosage des carbonates libres (\*) a été effectué au calcimètre. Les résultats sont exprimés par la teneur en CaCO<sub>3</sub>, calculée en % du poids sec du sol. L'absence de calcaire libre n'exclut pas toutefois la présence d'ions calcium dans le complexe adsorbant, que cette méthode

---

(\*) Il s'agit essentiellement dans les sols de *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, des carbonates de calcium.

ne peut déceler. La teneur des eaux courantes en bases et en sels basiques a été faite par titrage au  $\text{HCl} \frac{\text{N}}{10}$ , en présence de méthylorange, et exprimée en mg de Ca par litre d'eau <sup>(10)</sup>.

6. Dosage de l'humus. — Le dosage de l'humus (matières organiques à l'état colloïdal) a été exécuté suivant la méthode de WALKLEY et BLACK, telle qu'elle est appliquée au Laboratoire de Pédologie de l'Université de Louvain. Elle repose sur l'oxydation de l'humus en présence d'un mélange sulfochromique, dans des conditions standard.

L'analyse fournit la teneur en carbone à partir de laquelle on calcule la teneur en humus proprement dit, exprimée en % de poids sec du sol <sup>(11)</sup>.

## II. — OBSERVATIONS ET RÉSULTATS ANALYTIQUES.

### § 1. ORIGINE DES SOLS DU *CARICETO REMOTÆ-FRAXINETUM*.

La genèse des sols du groupement varie avec les individus d'association et les types de stations.

1° Dans les criques de sources, sur les aires fontinales et dans les petites dépressions, le *Cariceto remotæ-Fraxinetum* est installé sur des sols autochtones, ravinés de proche en proche par l'érosion, ou plus souvent encore sur des sols colluviaux formés par ruissellement. La composition du substrat dépend alors directement de la nature des terrains ambiants. Au niveau des assises argileuses ou argilo-limoneuses, telles que les limons quaternaires, les argiles paniséliennes du Hainaut, les argiles de Saint-Gobain, les argiles sparnaciennes, les marnes ludiennes et sannoisiennes, dans l'Aisne et le Vexin, ou encore, d'après G. LEMÉE (1939), les argiles à silex du Perche, le groupement colonise des substrats lourds, peu perméables, souvent gorgés d'eau et arrosés par les venues aquifères qui jalonnent la zone d'affleurement des couches que nous venons de citer. Dans les cas de ce genre, c'est le plus souvent la sous-association humide à *Chrysosplenium* qui s'installe en maîtresse. Ailleurs, au niveau des terrains sablonneux ou sablo-limoneux, dans les criques de sources des limons, des sables bruxelliens, lédiens ou paniséliens, ou encore, en ce qui concerne le Bassin de Paris, dans les sables de Beauchamps ou de Guise, les sols autochtones ou colluviaux sont naturellement plus légers et poreux, sensibles aux périodes de sécheresse; c'est ici la sous-association typique qui tend à s'imposer chaque fois que les venues aquifères ne baignent pas en permanence la couche superficielle du sol.

<sup>(10)</sup> La « basicité » des eaux tient pour une bonne part à leur teneur en carbonates de calcium, si l'on se rappelle la nature géologique des terrains dont elles sortent.

<sup>(11)</sup> La proportion de carbone dans l'humus colloïdal oscille étroitement autour de 58 %. Un gr de C correspond donc à 1,72 gr d'humus.

2° Le long des ruisselets, c'est sur des bandes alluvionnaires déposées par les crues que s'installe l'association. L'origine de ces alluvions peut être fort diverse, mais leur composition dépend moins étroitement des terrains ambiants, en raison même du triage granulométrique qu'elles subissent au cours de leur transport. Aussi varient-elles du type sablo-limoneux, fréquent dans le Brabant, au type argilo-limoneux, dans les collines du Hainaut, de la Thiérache et dans les étages argileux du Vexin et de l'Aisne.

Dans tous les cas où le sol est à la fois lourd et mouilleux en surface, c'est la sous-association à *Chrysosplenium* qui prévaut; mais elle est supplantée par la forme plus sèche sur les alluvions moins lourdes ou mieux drainées.

3° Dans les territoires où l'association est fréquente, nous avons observé à plusieurs reprises, sur des sols de colmatage, un *Cariceto remotæ-Fraxinetum* moins typique, teinté de cariçaie et d'*Alnetum* (variante à *Carex acutiformis*), qui s'installe dans les vallons, sur d'anciens étangs comblés ou encore dans des portions marécageuses résultant d'un obstacle à l'écoulement naturel des eaux (digue de chemin, terrassements). Ces sols allochtones, formés sous eau, sont constitués de lits alternés d'alluvions minérales et de dépôts organiques; c'est à la suite d'une exondation brusquée, résultant du percement des digues et d'un drainage par fossés, que cette variante s'installe sur le fond des anciennes pièces d'eau. Les plages de terre minérale, ainsi mises à nu, et dont la composition dépend en partie des terrains géologiques ambiants, sont souvent colonisées par des fragments de *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, avec ou sans présence de dorine, suivant la teneur en eau superficielle et la proportion d'argile; les petites dépressions à dépôts organiques restent par contre l'apanage de la Cariçaie ou de l'Aulnaie. Il en résulte une intrication parfois très compliquée de divers groupements sociologiques auxquels la dominance d'*Equisetum maximum* confère une apparente unité. Ces formations complexes peuvent se retrouver dans les divers territoires étudiés : Brabant (forêt de Soignes, vallée de la Dyle), Aisne et Vexin.

## § 2. COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DU SOL.

Bien plus que l'origine colluviale ou alluviale, c'est la composition granulométrique du sol qui joue, pour une part, le rôle déterminant dans la ségrégation des variantes floristiques de l'association. Nous avons déjà indiqué la fréquence de cette dernière dans les territoires argileux. Ce fait seul semble indiquer qu'elle préfère les substrats lourds, à grand pouvoir rétentif. Elle n'apparaît guère sur les sables purs, encore moins sur les graviers, quelque favorables que puissent être par ailleurs les conditions édaphiques : teneur en calcaire et niveau hydrostatique. Il existe une corrélation assez nette entre la composition du sol et les variantes floristiques du groupement. Tandis que la sous-association typique se contente de limons sablonneux mieux drainés, la

sous-association à *Chrysosplenium* recherche des limons argileux, gorgés d'eau en permanence.

C'est ce qui ressort des analyses consignées dans le tableau III, dont nous extrayons les moyennes et les extrêmes suivants :

	Sous-association typique, y compris la variante macrophorbiée qui lui correspond	Sous-association à <i>Chrysosplenium</i> , y compris la variante macrophorbiée qui lui correspond
Teneur en sable ... ..	62-75-85 %	32-61-73 %
Teneur en limon ... ..	3- 8-16 %	10-18-43 %
Teneur en argile ... ..	4-10-17 %	8-11-20 %
Teneur en matières organiques.	2- 7-17 %	3-10-31 %

### § 3. NIVEAU HYDROSTATIQUE ET TENEUR EN EAU.

L'humidité constitue, avec la teneur en éléments fins, un des facteurs dominants de l'écologie édaphique de l'association. Tous les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* sont caractérisés par la présence d'un niveau saturé d'eau en permanence, situé à faible profondeur et auquel correspond l'horizon Gley dans le profil.

La constance de ce niveau est un obstacle sérieux à la percolation verticale des eaux superficielles; on peut donc dire que le drainage naturel des stations

TABLEAU III. — Composition granulométrique des sols.

N° du relevé	Profondeur de l'échantillon	Sable total	Limon et argile	Limon	Argile	Matière organique
1. Sous-association typique.						
3 .....	15 cm	82,5	15,5	3	12,5	2,2
4 .....	10 cm	79,5	22	5	17	8,3
5 .....	5 cm	69,5	26,5	9	17,5	4,2
8 .....	10 cm	68,5	28	10,5	17,5	3,6
10 .....	10 cm	82,5	10,5	5,5	5	6,9
11 .....	5-7 cm	62	22,5	16	6,5	15,7
13 .....	10 cm	81,5	16,5	10	6,5	17
15 .....	10 cm	85,5	11	7	4	3,2
17 .....	10 cm	70	22,5	13	9,5	7,2
	Moyenne .....	75,8	19,2	8,5	4-17,5	7,5
	Amplitude ....	62-85	10-28	3-16	10,7	2,2-17

N° du relevé	Profondeur de l'échantillon	Sable total	Limon et argile	Limon	Argile	Matière organique
2. Sous-association à <i>Chrysosplenium</i> .						
18 .....	10 cm	68	28,5	19	9,5	3,3
19 .....	10 cm	71,5	19,5	13	6,5	9
20 .....	10 cm	63	33	12,5	20,5	3,9
22 .....	10 cm	60,5	22,5	14,5	8	17
23 .....	10 cm	73	21	11,5	9,5	5,8
27 .....	10 cm	57,5	37,5	25	12,5	5,1
29 .....	10 cm	32,5	58,5	43	15,5	15,7
30 .....	10 cm	73,5	21	11	10	5,7
31 .....	10 cm	49,5	19	10	9	31,5
	Moyenne .....	61	28,7	17,7	11	10,7
	Amplitude ....	32-73	19-58	10-43	8-20,5	3,3-31,5
3. Variante à <i>Carex acutiformis</i> .						
Variante sèche :						
44 .....	15 cm	70,5	21	9	12	7,9
45 .....	10 cm	76	14,5	8,5	6	8,5
[2575] (*) .....	10 cm	78	13,5	9	4,5	8,5
	Moyennes .....	74,8	16,3	8,8	7,5	8,3
Variante à <i>Chrysosplenium</i> :						
34 .....	5 cm	40,5	40,5	20,5	20	18,5
36 .....	15 cm	59,5	32,5	20,5	12	8
37 .....	10 cm	59	32,5	18	14,5	9,5
38 .....	10 cm	58,5	23	19,5	3,5	18,5
	Moyennes .....	54,4	32,1	19,6	12,5	13,1

(\*) Relevé non publié dans le présent mémoire.

de la frénaie est avant tout horizontal et qu'il résulte de l'écoulement des eaux vers leur exutoire, suivant la pente du terrain; ce processus ne peut manquer de favoriser l'aération du substrat.

La profondeur du niveau saturé diffère dans les variantes floristiques de l'association. Dans la sous-association typique, sa profondeur moyenne est d'environ 20 cm, avec des oscillations pouvant aller de la surface du sol jusqu'à 30 cm; dans la sous-association à *Chrysosplenium* et dans la variante à *Carex acutiformis*, il est, par contre, très superficiel et compris entre 0 et 15 cm, avec une amplitude d'oscillation fort réduite.

Les données du tableau IV permettent d'esquisser, comme suit, le comportement approximatif du niveau saturé dans les diverses variantes :

Sous-association typique, y compris la forme sèche de la variante à *Carex acutiformis* :

Horizon ressuyé : environ 20 cm.  
 Limite supérieure du Gley : 10-20 cm.  
 Limite inférieure du Gley : 40-50 cm.

Sous-association à *Chrysosplenium*, y compris la forme humide de la variante à *Carex acutiformis* :

Horizon ressuyé : 0-10 cm.  
 Limite supérieure du Gley : 2-10 cm.  
 Limite inférieure du Gley : 20 cm.

Ces données s'appliquent évidemment à la période de végétation du printemps à l'automne; durant les époques très pluvieuses, de l'automne ou de l'hiver, ou encore au moment des orages estivaux, des stations, habituellement peu mouilleuses, peuvent être envahies par les eaux; les inondations sont cependant de courte durée et n'affectent que les bandes alluvionnaires des vallons et les dépressions sans exutoire en terrain peu perméable.

Ces crues éphémères et souvent soudaines nourrissent d'année en année les replats d'alluvions par des apports de nature limoneuse ou sablo-limoneuse <sup>(12)</sup>; en aucun cas leur durée n'est suffisante pour permettre une sédimentation de matière organique et la formation anaérobie de dépôts tourbeux, comme on les rencontre souvent dans les larges vallées plates. Ces particularités édaphiques, ajoutées à l'aération du sol qui résulte de la mobilité des eaux, expliquent que le profil du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* soit exclusivement hydro-minéralogène, par opposition au profil hydro-organique qui caractérise l'*Alnetum*.

#### § 4. RICHESSE EN CALCAIRE ET RÉACTION DU SOL.

La réaction du sol constitue un autre facteur déterminant de l'écologie du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. Groupement neutrophile, ainsi que l'indique sa flore caractéristique, l'association ne se rencontre que sur des substrats suffisamment tamponnés, à complexe adsorbant saturé, avec ou sans calcaire libre.

A. — La teneur en carbonates libres est habituellement insignifiante ou nulle dans les horizons superficiels (voir tableau V); nous n'avons observé que quelques exceptions dans les relevés 11, 17, 33, 34 (20 % de CaCO<sub>3</sub>) et 45.

Si l'analyse macrochimique ne révèle presque jamais de carbonates libres, on ne peut en déduire que l'ion calcium fasse défaut dans le complexe adsorbant : les eaux du sol elles-mêmes, les eaux des sources et des ruisselets contien-

(12) Nous avons étudié, dans le relevé 3, la composition des alluvions provenant d'un versant bruxellien et déposées par une crue en cours; en voici l'analyse : sable 89 %, argile 5 %, limon 5 % pH 6,3.

TABLEAU IV. — Repères hydrostatiques.

Relevé	Situation	Date du sondage	Profondeur de la tranche ressuyée	Limite supérieure de l'horizon gley	Puissance approximative de l'horizon gley
I. — Sous-association typique.					
2	alluv.	12.IX.1946	10 cm	10 cm	20 cm
8	crique	19.V.1943	15-20 cm	15 cm	—
9	alluv.	23.X.1946	27 cm	15 cm	—
10	alluv.	10.X.1946	15-20 cm	15 cm	50 cm
12	versant	10.X.1946	30 cm	10 cm	30 cm
13	alluv.	8.V.1940	20-25 cm	20 cm	20 cm
II. — Sous-association à <i>Chrysosplenium</i> .					
19	alluv.	2.VI.1943	20 cm	affleure	30 cm
20	alluv.	2.VI.1943	5 cm	affleure	—
22	alluv.	22.V.1942	4-5 cm	affleure	—
23	crique	23.X.1946	5 cm	3 cm	20 cm
25	alluv.	1.V.1944	nulle	affleure	—
28	alluv.	12.IX.1946	2 cm	2 cm	15 cm
29	crique	2.VI.1943	3 cm	3 cm	10 cm
30	alluv.	23.X.1946	15 cm	15 cm	—
31	alluv.	16.X.1946	nulle	affleure	—
III. — Variante à <i>Carex acutiformis</i> , forme à <i>Chrysosplenium</i> .					
33	alluv.	12.IX.1946	10 cm	10 cm	35 cm
34	alluv.	9.X.1946	10 cm	10 cm	20 cm
35	alluv.	12.IX.1946	6 cm	6 cm	20 cm
36	alluv.	9.X.1946	2-3 cm	affleure	—
37	alluv.	4.VI.1942	5-10 cm	15 cm	—
IV. — Variante à <i>Carex acutiformis</i> , forme sèche.					
44	crique	17.XI.1947	—	10-15 cm	—
45	alluv.	23.X.1946	20 cm	20 cm	—

nent en solution une certaine proportion de carbonates qui doit suffire dans bien des cas à saturer les colloïdes.

Sur ce point particulier, nous disposons de données précises pour quelques frênaies à *Carex* des environs de Bruxelles et de la vallée de la Dyle, dans lesquelles la teneur en Ca et le pH des eaux ont été mesurés.

1° Vallée de la Dyle : Eaux-Douces (Héverlé). Relevé 13.

Individu d'association traversé par un ruisseau.

Eau du ruisseau, pH 6,4.

Eau du sol, à 5-10 cm : 7,1.

Eau du sol, à 25 cm : 7,4.

Eau du sol, à 40 cm : 7,2.

2° Environs de Bruxelles : Bois Capart (Jette). Relevé 44.

Individu d'association localisé dans une crique de sources, à la base du Lédien.

Teneur en Ca de l'eau de source : 140 mg par litre.

3° Forêt de Soignes :

a) Vallon du Rouge-Cloître. Relevé 33.

Individu d'association parcouru par des ruisselets.

Teneur en Ca de l'eau du ruisseau principal : 116 à 148 mg par litre <sup>(13)</sup>.

Teneur en Ca de l'eau du ruisseau latéral : 120 à 152 mg par litre <sup>(13)</sup>.

b) Vallon du Vuyibeek. Relevé 34.

Individu d'association parcouru par des ruisselets.

Teneur en Ca du ruisseau : 44 mg par litre.

Teneur en Ca du ruisseau latéral : 92 mg par litre.

Teneur en Ca de l'eau du sol : 76 mg par litre (pH : 7,1).

Les données relatives à la forêt de Soignes sont largement corroborées par des mesures exécutées, corrélativement aux nôtres, en juin 1941, par E. LÉLOUP (1944), dans les eaux de quelques individus d'association du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. Nous lui empruntons les chiffres suivants :

a) Vallon du Rouge-Cloître :

Source en tête de ravin : Ca, 103 mg par litre <sup>(14)</sup>; pH 6,6-7,4.

Source de l'Empereur : Ca, 117-120 mg par litre; pH 6,7-7,3.

Ruisseau principal : Ca, 104-112 mg; pH 6,7-7,7.

Ruisseau latéral : Ca, 105 mg par litre; pH 6,6-7,5.

b) Ruisseau du Vuyibeek :

Teneur en Ca de l'eau du ruisseau, dans le tronçon traversant la frêne à Carex : 70 à 90 mg par litre; pH 6,5 à 7,9.

c) Ruisseau des Enfants-Noyés : 62 à 100 mg Ca par litre; pH 6,7 à 7,7.

d) Ruisseau de Groenendaël : 43 mg Ca par litre.

Dans tous ces cas, les eaux proviennent des nappes bruxelliennes ou yprésiennes.

B. — La réaction du substrat est habituellement neutre à faiblement acide. Dans bien des cas, comme nous le verrons dans l'étude des profils, le pH croît en profondeur, notamment dans les sols riches en calcaire, et tend vers la neutralité. Aussi, attribuons-nous une importance toute particulière à la réaction des horizons superficiels, jusqu'à 20 ou 30 cm; c'est dans ces couches plus ou moins aérées, en effet, que la plupart des espèces significatives du groupement développent au maximum leurs racines.

<sup>(13)</sup> D'après 11 mesures mensuelles, en 1941.

<sup>(14)</sup> Détermination par titrimétrie, selon R. MAUCHA, 1932, p. 116.

Nos données montrent en outre que les sous-associations de la frênaie à *Carex* correspondent en général à des bandes de pH différentes (voir tableau V).

Le pH moyen du sol pour la sous-association typique, dans les couches superficielles (0-30 cm), atteint 5,6 pour les huit analyses et 6 si l'on exclut les relevés 4 et 13 où le pH, anormalement bas, descend au-dessous de 5. Dans ces deux derniers cas, la réaction est fortement influencée par l'abondante litière de hêtre accumulée à la surface du sol; cette litière morte, provenant de peuplements voisins de *Fagus silvatica*, installés sur sables podsoliques, est, comme on sait, très acide et y donne naissance à un humus brut. La lente infiltration de ce dernier dans les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* abaisse fortement le pH dans les horizons superficiels; on ne peut donc considérer les données qui s'y rapportent comme propres à la frênaie à *Carex*.

Le pH moyen du sol dans la sous-association à *Chrysosplenium* ne varie qu'étroitement entre les limites de 6,1 à 6,8, soit un pH moyen de 6,2. Ce chiffre est ramené à 6 si l'on tient compte des relevés 22 et 29, légèrement atypiques et floristiquement plus pauvres, dans lesquels des caractéristiques essentielles, telles que *Carex strigosa*, *Carex pendula*, sont pratiquement absentes.

Dans la variante à *Carex acutiformis*, on remarque une tendance générale au relèvement du pH (moyenne 6,8), qui va de pair avec une plus grande richesse en calcaire.

Dans ces stations, plus naturellement dévolues à l'*Alnetum* calcaire à *Dipsacus pilosus* <sup>(15)</sup>, G. LEMÉE (1939) observe également des pH variant de 5,8 à 7,7, les plus élevés relatifs aux aulnaies des pentes sur marne cénomanienne. L'installation des fragments de *Cariceto remotæ-Fraxinetum* sur les fonds marécageux de la Caricaie, à la suite d'une mise à sec brusquée, s'explique vraisemblablement par la richesse en carbonates libres (relevés 33 et 34, 44 et 45) ou tout au moins en calcium adsorbé.

\*  
\*\*

Pour conclure cette étude sur le pH, nous nous bornerons à souligner que la sous-association typique semble adaptée à des sols faiblement acides, dont le pH varie de 5,5 à 6,2, tandis que la sous-association à *Chrysosplenium* correspond à des pH de 6 à 6,5. On peut donc considérer cette dernière comme plus nettement neutrophile. Cette constatation s'oppose, en ce qui concerne la richesse en calcaire, à l'opinion de R. TÜXEN (1937), qui considère le *Cariceto-Fraxinetum chrysosplenietosum* comme moins exigeant à l'égard des carbonates. Ajoutons encore que l'ensemble de nos résultats concordent avec ceux de G. LEMÉE (1939), qui attribue aux sols de l'*Alneto-Caricetum remotæ* un pH variant entre 5 et 6,5, et avec ceux de P. ALLORGE, qui fait de l'association un groupement basicline.

---

(15) Succédant normalement à la Phragmitaie et à la Magnocariçaie.

## § 5. AÉRATION ET ACTIVITÉ BIOLOGIQUE.

Divers indices, dont l'estimation est aisée, montrent que les sols du *Cariceto remotæ-Frazinetum* ont une grande activité biologique.

TABLEAU V. — Propriétés chimiques des sols.

Numéro du relevé	Profondeur de l'échantillon et horizon	Teneur en CaCO <sub>3</sub> (calcimètre)	pH	Remarques	
I. — Sous-association typique.					
3	15 cm A <sub>1</sub>	—	6	Abondante litière de hêtre provenant d'un peuplement ambiant sur sable podsolique — 8,3 % de matières organiques.	
	25 cm G <sub>1</sub>	—	5,7		
4	10 cm A <sub>1</sub>	—	4,9		
5	5 cm A <sub>1</sub>	—	5,7		
8	10 cm A <sub>1</sub>	—	6		
10	10 cm A <sub>1</sub>	—	5,8		
	20 cm G <sub>1</sub>	—	6,3		
	35 cm G <sub>2</sub>	traces	6,2		
11	5 cm A	traces	6		
	15 cm G <sub>1</sub>	—	5,8		
13	5 cm A <sub>1</sub>	—	4	Même remarque qu'au n° 4 — 17 % de matières organiques.	
	35 cm G <sub>1</sub>	—	5,4		
15	10 cm A <sub>1</sub>	—	5,7		
17	10 cm A <sub>1</sub>	0,3 %	7,2		
II. — Sous-association à <i>Chrysosplenium</i>					
18	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,8	Relevé floristique atypique.	
	30 cm G	—	6,5		
19	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,3		
20	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,5		
22	10 cm A <sub>1</sub>	—	5,7		
23	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,5		
27	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,1		
	40 cm G	—	5,9		
29	5 cm A <sub>1</sub>	—	4,9		Relevé floristique atypique
	15 cm G	—	4,6		
	25 cm G	—	4,9		
30	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,2		
	30 cm G	—	5,3		
31	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,2		
	30 cm G	—	6,3		

Remarque. — A<sub>1</sub> Horizon superficiel humifère.  
G Horizon gley.

Numéro du relevé	Profondeur de l'échantillon et horizon	Teneur en CaCO <sub>3</sub> (calcimètre)	pH	Remarques
III. — Variante à <i>Carex acutiformis</i> .				
33	5 cm A <sub>1</sub>	0,37 %	7,3	Variante mouilleuse à <i>Chryso-splenium</i>
	15 cm A <sub>1</sub>	5,2 %	6,2	
34	5 cm A <sub>1</sub>	20,5 %	7,1	
	18 cm G <sub>1</sub>	27,5 %	7,4	
	36 cm G <sub>2</sub>	27,5 %	7,3	
36	15 cm A <sub>1</sub>	—	5,7	
37	10 cm A <sub>1</sub>	—	6,4	
39	5 cm A <sub>1</sub>	—	6,5	
	8 cm A <sub>1</sub>	—	6,2	
	15 cm G <sub>1</sub>	—	6,6	
44	15 cm A <sub>1</sub>	0,5 %	7,1	Variante sèche.
	35 cm G	7 %	7,3	
45	10 cm A <sub>1</sub>	1 %	7,3	
	35 cm G	2,5 %	7,5	

1° Dans tous les cas, la couverture morte ne dépasse jamais plus de 1 ou 2 cm d'épaisseur; elle ne contient guère que des éléments d'apport récent: feuilles, tiges et brindilles de l'année en cours ou de l'automne précédent. On ne s'écarte de cette règle que dans le seul cas où la litière est d'origine allochtone, acide et de décomposition difficile comme celle du hêtre, végétant dans le voisinage sur des stations oligotrophes des sables podsolisés (relevés 4 et 13). Les essences et la végétation herbacée propres à la frênaie à *Carex* ont par contre une vitesse d'humification très rapide et leur litière est d'ailleurs presque neutre (16).

(16) Nous empruntons, à ce sujet, les données suivantes à la bibliographie: pH des feuilles mûres:

	M. BOUDRU (Forêt de Soignes)	H. HESSELMANN (1924)	G. LEMÉE (1939)
<i>Fraxinus excelsior</i> ...	5,7-6,5	6,4	—
<i>Alnus glutinosa</i> .....	—	—	6,7-6,9
<i>Alnus incana</i> .....	5,4-5,8	—	6,1-6,3
<i>Quercus robur</i> .....	4,7-5	4,8-4,9	4,4-5,1
<i>Corylus avellana</i> .....	5,9-6,1	6,6	5,4-6,3
<i>Acer pseudoplatanus</i> .	4,9-5,7	—	5,8-6,1
<i>Salix cinerea</i> .....	—	—	6,8-7
<i>Ulmus campestris</i> ...	—	—	6,6-5
<i>Salix caprea</i> .....	—	5,6-6,1	—

La litière de *Fagus sylvatica* dénote un pH moyen de 5,3 dans les peuplements sur sables ou limons dégradés (forêt de Soignes), alors qu'elle atteint 6,2 dans les peuplements sur sols calcaires.

2° La teneur en humus des horizons superficiels est toujours relativement faible, sauf dans le cas d'apport allochtone, et elle diminue rapidement en profondeur, comme le montrent les données du tableau VI.

Les deux sous-associations typique et à *Chrysosplenium* manifestent une teneur en matières organiques généralement inférieure à 5 %; il n'y a d'exception que pour les relevés 4, 11 et 13, où nous retrouvons l'influence des litières allochtones de la hêtraie, et pour les relevés 22 et 31, que nous avons déjà signalés comme atypiques et pauvres en caractéristiques.

La variante à *Carex acutiformis* est, par contre, beaucoup plus humifère, avec une teneur variant de 8 à 18 %. Nous sommes encore loin toutefois des sols de l'*Alneto-Macrophorbietum*, franchement organiques, et même de ceux de l'*Alneto-Caricetum*, souvent installés, d'après G. LEMÉE (1939), sur des sols mal

TABLEAU VI. — Teneur du sol en matière organique (en %).

Sous-association typique			Sous-association à <i>Chrysosplenium</i>			Variante à <i>Carex acutiformis</i>		
Relevé	Profondeur de l'échantillon et horizon	Teneur en matières organiques	Relevé	Profondeur de l'échantillon et horizon	Teneur en matières organiques	Relevé	Profondeur de l'échantillon et horizon	Teneur en matières organiques
4	10 cm (A)	8,3 <sup>(1)</sup>	20	10 cm (A)	3,9	a) Forme humide :		
5	5 cm (A)	4,2	22	10 cm (A)	17	33	5 cm (A)	8,7
8	10 cm (A)	3,6	23	10 cm (A)	5,8		15 cm (G)	1,9
10	10 cm (A)	6,9	27	10 cm (A)	5,1		30 cm (G)	3,3
	20 cm (G)	1,8		40 cm (G)	3,6	34	5 cm (A)	18,5
11	5 cm (A)	15,7 <sup>(2)</sup>	29	5 cm (A)	15,7		18 cm (G)	11
	15 cm (G)	8,7		15 cm (G)	2,3		36 cm (G)	12
	30 cm (G)	3,2	30	10 cm (A)	5,7	36	15 cm (A)	8
13	5 cm (A)	17 <sup>(2)</sup>		30 cm (G)	2,8		35 cm (G)	4,9
15	10 cm (A)	3,2	31	10 cm (A)	31,5	37	10 cm (A)	9,5
17	10 cm (A)	7,2				38	10 cm (A)	18,5
						39	10 cm (A)	3,3
						b) Forme sèche :		
						44	15 cm (A)	7,9
							35 cm (G)	3,6
						45	10 cm (A)	8,5
							35 cm (G)	3,1

(1) Ancien bas-fond marécageux drainé. Litière de hêtre.

(2) Litière de hêtre.

aérés. La teneur en matières organiques, à 5 cm de profondeur, varie, d'après ce dernier auteur, entre 25,4 % et 44,7 %, tandis que nos données fournissent, pour la même profondeur, des chiffres inférieurs à 20 %.

\*  
\*\*

L'activité biologique de nos sols repose, d'une part, sur la richesse en micro-faune et en microflore et, d'autre part, sur leur aération et leur teneur en oxygène.

1° Possibilité d'aération du sol. — Pour apprécier ce point, nous disposons des quelques données numériques suivantes, toutes relatives à la forme humide (à *Chrysosplenium*) de la variante macrophorbiée :

Relevé	Date du prélèvement	Capacité en air	Capacité en eau	Contenu en air	Contenu en eau
33 — 5 cm (A)	12.V.1941	6,3 %	78 %	16,5 %	63,2 %
15 cm (G)	—	5,1 %	63,2 %	12,4 %	55,9 %
30 cm (G)	—	7,1 %	55,8 %	17,8 %	45,1 %
37 — 10 cm (A)	—	2,1 %	57 %	5,1 %	54 %
39 — 10 cm (A)	10.X.1942	0,25%	59,8 %	0,2 %	59,3 %
25 cm (G)	—	4,1 %	48,7 %	4,1 %	48,2 %

D'après ces quelques mesures, la capacité en air du sol apparaît comme relativement basse dans les types à *Chrysosplenium*, mais on remarquera néanmoins que le contenu en air peut dépasser notablement, dans certaines stations ou à certaines périodes, la capacité proprement dite <sup>(17)</sup>; ce fait implique que les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, même dans les variantes les plus mouilleuses, dont il est question ici, ne sont pas complètement saturés d'eau. D'autre part, la circulation incessante de l'eau dans le sol, activée par l'écoulement hori-

<sup>(17)</sup> Nous avons également déterminé ces grandeurs dans deux placeaux voisins du relevé 33 (Rouge-Cloître), colonisés respectivement par une chênaie à charme à *Stachys* (*Querceto-Carpinetum stachyetosum*) sur alluvions limoneuses à gley profond, et une hêtraie artificielle (variante sylvicole du *Querceto-Betuletum*) sur sol sablonneux podsolique et fortement acide et tassé. La capacité et la teneur en air, à 5 cm de profondeur, étaient :

- a) dans la chênaie à charme : capacité en air : 4,9; contenu en air : 22,7;  
b) dans la hêtraie : capacité en air : 3,6; contenu en air : 17,5.

Ces chiffres sont inférieurs en ce qui concerne la capacité, mais légèrement supérieurs en ce qui concerne le contenu en air, à ceux que nous avons observés dans le relevé 33. Il semble donc, tout au moins dans ce cas précis, que la variante floristique à *Chrysosplenium* de la frénaie à *Carex* jouit de conditions à peu près aussi favorables que celles qui caractérisent les associations mésophiles.

zontal et le drainage par ruisselets, doit faciliter les échanges gazeux avec l'atmosphère et, par le fait même, les processus d'aération.

On comprend, dès lors, que le substrat conserve un caractère aérobie et que l'humification puisse s'y dérouler d'une façon normale. Il en est ainsi non seulement dans la variante mouilleuse, mais aussi, à fortiori, dans la variante typique.

A ce sujet, nos remarques rejoignent celles de R. TÜXEN (1937), qui considère le *Cariceto-Fraxinetum caricetosum* des ruisselets comme mieux aéré que le *Cariceto-Fraxinetum chrysosplenietosum*, dont les eaux superficielles sont plus paresseuses et plus lentes à s'écouler. Elles contredisent, par contre, l'opinion de G. LEMÉE (1939), qui considère les sols de l'*Alneto-Caricetum* comme franchement anaérobies.

2° Analyse de la microflore. — Nous possédons dans la composition de la microflore du sol un autre indice des conditions d'aération. L'abondance des groupes bactériens aérobies et la présence de colonies mycéliennes, dont on connaît la sensibilité à l'égard des produits de la putréfaction anaérobie (H<sub>2</sub>S, etc.), révèlent un milieu suffisamment oxygéné; c'est ce que montre le test exécuté dans le relevé 33 (Rouge-Cloître) au cours de l'année 1941 (18).

Les trois échantillons (I, II et III) appartiennent à la couche superficielle du sol (profondeur 0-2 cm), sous la litière. Ils totalisent chacun une dizaine de prélèvements individuels, préalablement homogénéisés, puis dilués dans l'eau distillée au titre de 1/100.000 à 1/1.000.000.

Nombre moyen de microorganismes dans les divers échantillons en millions par gramme de terre  
(chiffres moyens pour les cinq plaques).

Date de l'essai	Frénaie à Carex				IV <i>Querceto-Carpinetum</i>	V Hêtraie
	I	II	III	Moyenne		
22.IV.1941 .....	98	27	69	64,5	3	1,5
12.V.1941 .....	35	33	36	35	3	2,2
12.VII.1941 .....	42	46	27	38	2,4	0,9
12.IX.1941 .....	68	20	46	44	1,9	3,1
Moyenne ...	60,7	31,5	44,5	45,5	2,8	1,9
pH ...	7,6	7,1	7,7		5,9	4,2

(18) Nous devons les données qui suivent à l'obligeance du R.P. HENRARD, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Institut N.-D. de la Paix à Namur, qui a bien voulu se charger des essais dont nous faisons état. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de nos vifs remerciements.

Les échantillons IV et V, traités de la même façon, ont été prélevés pour comparaison dans deux placeaux voisins : *Querceto-Carpinetum* sur colluvions limoneuses et hêtraie artificielle sur sable.

L'ensemencement a été fait, pour chaque échantillon, sur 5 plaques de PÉTRI, dans le milieu de culture préconisé par WAKSMANN (1922).

Dans les conditions suivant lesquelles ces expériences ont été réalisées, seuls les organismes aérobies ont pu se développer. On remarquera l'abondance de ces derniers dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, fait qui résulte à la fois de la neutralité du milieu et de sa bonne aération.

Du point de vue qualitatif, on constate en outre la nette prédominance de la flore bactérienne sur la flore mycélienne dans le cas de la frênaie à Carex, à sol basique.

Pourcentage des colonies mycéliennes.

Date de l'essai	Frênaie à Carex				IV <i>Querceto-Carpinetum</i>	V <i>Hêtraie</i>
	I	II	III	Moyenne		
22.IV.1941 .....	4,1 %	3,2 %	7,8 %	5,3 %	43 %	19 %
12.V.1941 .....	1 %	1,5 %	0,5 %	1 %	41 %	—
12.VII.1941 .....	—	1 %	1 %	0,6 %	45 %	30 %
Moyenne ...				2,3 %	43 %	24,5 %
pH ...	7,6 %	7,1	7,7		4,2	5,9

§ 6. LE PROFIL DU SOL.

Le profil du sol fournit, par ses multiples caractéristiques, une image synthétique du milieu édaphique et de sa genèse. Son étude revêt donc un intérêt primordial aux points de vue phytostatique et phytodynamique. Nous allons en analyser brièvement les données les plus saillantes.

1. Origine et variabilité morphologique du profil. — Les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* sont habituellement d'origine contemporaine et leur formation résulte des processus d'alluvionnement, de colluvionnement, de colmatage. Cette particularité leur confère à la fois un caractère juvénile et une morphologie très variable.

Sur les aires fontinales en tête des vallons et sur leurs pentes, on observe des sols autochtones fréquemment tronqués, décapés par l'érosion. Ces types possèdent une morphologie fort homogène; leur nature minéralogique et granulométrique dépend étroitement du substrat géologique ambiant. Dans les fonds de vallons et dans les criques de sources, le sol est constitué par des alluvionnements successifs déposés lors des crues et de compositions parfois très diverses;

on y trouve souvent des lits alternés et bien distincts, les uns exclusivement minéraux, sablonneux, limoneux ou argileux, les autres riches en débris organiques à peine ou mal décomposés. Il en est de même dans les sols de colmatage où l'hétérogénéité morphologique est encore plus marquée.

Au point de vue sédimentaire, nous pourrions donc distinguer un type relativement homogène, constitué de dépôts exclusivement minéraux, et un type hétérogène, formé de lits minéraux et organiques, soit en mélange, soit encore en couches distinctes. Les sédiments organiques ne sont autres que des débris végétaux souvent identifiables, charriés et déposés par les crues violentes. Ils sont empruntés aux groupements végétaux installés en amont, dans les vallons et sur les pentes.

2. Caractères constants du profil. — Malgré la variabilité morphologique que nous venons de signaler, on peut attribuer aux sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* quelques caractères constants et fondamentaux qui permettront d'en définir le profil.

Nous citerons notamment :

- 1° Les conditions hydriques et la présence d'un gley;
- 2° La composition et le chimisme de la rhizosphère.

Ces constantes se retrouvent dans toutes les stations où le groupement apparaît avec un cortège floristique typique, mais elles varient quantitativement selon les sous-associations.

a) Composition et chimisme de la rhizosphère.

Dans l'ensemble des profils étudiés, les horizons visités par les racines sont, pour une bonne partie tout au moins, de nature minérale et s'échelonnent du type sablo-limoneux au type argilo-limoneux. La fraction argilo-colloïdale, toujours présente, pratiquement saturée et floclée, domine le complexe adsorbant et détermine un substrat neutre ou faiblement acide, caractéristique des terres brunes.

L'humification elle-même, rapide et complète, résulte à la fois du chimisme du sol et de l'intense activité de la microfaune et de la microflore. Elle donne naissance à un humus saturé (humus doux, « Mull ») à la fois « coprogène » et « chémogène »<sup>(19)</sup> qui s'infiltré dans les horizons supérieurs du profil. Pour des raisons biologiques et mécaniques, que l'on conçoit aisément, cette infiltration ne s'étend guère au delà des couches aérées; elle est très nette dans l'horizon ressuyé (A1) et beaucoup plus faible dans l'horizon gley (G1).

(19) On indique par « coprogène » un humus dont la formation résulte de l'activité de la microfaune, et par « chémogène » celui qui résulte des processus organo-chimiques liés à la vie microbienne. Par « microfaune » il faut entendre l'ensemble des organismes animaux du sol, y compris les vers de terre.

Associé aux colloïdes argileux, l'humus saturé détermine, dans l'horizon ressuyé, une structure grumeleuse, indice le plus sûr des sols forestiers riches et dont l'importance est primordiale au point de vue des échanges gazeux.

Ces deux caractères fondamentaux, présence d'un humus doux et d'un complexe argileux, rattachent les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* à la série des terres brunes, dont ils constituent par excellence une variété alluvionnaire ou colluvionnaire juvénile.

b) Conditions hydriques et présence d'un horizon gley.

Si l'on excepte les périodes d'inondation, habituellement très brèves, le niveau saturé se maintient, durant la période de végétation, à une profondeur moyenne d'environ 20 cm dans la sous-association typique, et de 0 à 10 cm dans la sous-association à *Chrysosplenium* et dans la variante à *Carex acutiformis* qui s'y rapporte.

On conçoit toutefois que cet étiage moyen des eaux du sol peut varier, avec les saisons, suivant une amplitude plus ou moins large, qu'il est très important de reconnaître au point de vue écologique.

On admet que cette amplitude se traduit par la puissance d'un horizon particulier, appelé horizon gley (G1), dans lequel ces oscillations déterminent tour à tour des conditions d'oxydation et de réduction.

Cet horizon correspond généralement à une couche moins perméable et plus dense, de structure compacte, plus ou moins gorgée d'eau, de teinte grisâtre ou verdâtre, marbrée ou mouchetée de taches de rouille sur le parcours des racines et des rhizomes. La formation de ces taches résulterait d'une oxydation locale des composés ferreux libérés du complexe argileux sous l'influence des sécrétions des racines ou des débris organiques auxquels ces dernières donnent naissance après leur mort.

L'horizon gley à macules limoniteuses repose sur une couche constamment noyée et réduite (G2), de couleur uniformément grise, verdâtre ou bleuâtre suivant la composition minéralogique; cet horizon ne comporte tout au plus que quelques traces d'oxyde ferrique, le long des racines et des rhizomes qui ont pu y pénétrer. Il constitue un barrage anaérobie à la pénétration de la plupart des organes souterrains.

L'opinion classique, qui considère le balancement du niveau aquifère comme le facteur générateur du gley limoniteux (G1), nous semble toutefois devoir appeler quelques réserves. Dans le cas présent, nous observons en effet que les variations de ce niveau n'atteignent ni l'amplitude, ni la régularité qu'on se plaît à leur attribuer; très souvent, au contraire, l'horizon gley nous a paru quasi saturé d'eau en permanence, fait qui concorde assez mal avec l'idée d'un balancement saisonnier. D'autre part, cette même couche n'est pas totalement dépourvue d'atmosphère gazeuse, ainsi que l'indiquent nos quelques mesures relatives au contenu en air; enfin, si le développement radiculaire manque en

général de vigueur, il n'est pas complètement arrêté, et maintes espèces, moins sensibles au facteur oxygène, sont susceptibles de l'exploiter.

Dès lors, on peut se demander si l'horizon G1 ne constitue pas tout simplement la tranche supérieure des couches noyées; il correspondrait, dans ce cas, à un horizon auquel sa position superficielle, au contact de l'horizon A1 ressuyé, assure le bénéfice d'une aération ralentie mais quasi permanente; la limite inférieure marquerait le niveau le plus profond que puisse atteindre ce dernier processus; sa puissance totale correspondrait donc à une couche habituellement voisine de la saturation hydrique et dans laquelle l'aération est considérablement ralentie; les échanges gazeux emprunteraient comme voie principale le parcours des rhizomes et des racines, fait susceptible d'expliquer la présence dans leur voisinage de traînées limoniteuses. Cette hypothèse, qu'il appartient aux pédologues de peser à sa juste valeur, rendrait parfaitement compte de la morphologie et de la genèse de l'horizon G1; nous y voyons, pour notre part, en partant des considérations écologiques relatives à la végétation, un milieu imbibé d'eau en permanence et faiblement aéré, où l'appareil racinaire de maintes espèces trouve encore des conditions possibles d'un développement ralenti.

S'il en est ainsi, ce n'est que dans l'horizon G2, lui-même gorgé d'eau, qu'il faut situer le barrage anaérobie que l'immense majorité des espèces du groupement sont incapables de pénétrer.

Pour conclure, nous définirons donc le profil pédologique du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* comme résultant d'une superposition de trois horizons dont la genèse dépend de deux gradients conjugués: le gradient hydrique et le gradient d'aération:

1° Un horizon A1 humide mais non saturé d'eau, riche en oxygène et énergiquement aéré.

C'est la couche dans laquelle se développe le maximum de racines.

2° Un horizon G1 à peu près saturé, plus pauvre en oxygène, dont l'aération paresseuse et irrégulière emprunte les voies radiculaires. Cette couche est caractérisée par un développement beaucoup moins vigoureux des racines et par une mosaïque de centres anaérobies et aérobies, ces derniers jalonnés par les macules limoniteuses.

3° Un horizon G2 pratiquement saturé et dépourvu d'oxygène, constituant un barrage infranchissable à la plupart des espèces.

Les traces limoniteuses y sont absentes ou encore très rares, au contact seulement de l'horizon précédent.

La puissance et la profondeur respectives de ces divers horizons pédologiques varient évidemment avec les diverses formes floristiques de l'association.

Il résulte de ces considérations que le profil du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* se rattache au type hydromorphe; sa genèse est liée, en ordre principal, à la présence d'un niveau hydrostatique superficiel, peu variable, dont la position est commandée soit par la présence d'une couche peu perméable, s'opposant à la percolation des suintements fontinaux ou des eaux de ruissellement, soit par l'étiage des eaux souterraines proprement dites, comme c'est souvent le cas dans les fonds de vallées.

3. Profils types du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*. — Pour la figuration des profils, voir figure 3.

I. — Profil type du « *Cariceto remotæ-Fraxinetum typicum* ».

- L. — Litière récente, à décomposition rapide, n'excédant pas 1 cm d'épaisseur.
- 0 à 10 cm A<sub>1</sub>. — Horizon de terre humifère et ressuyée, brun à noirâtre. Nombreuses radicelles et intense activité organique. Structure grumeleuse coprogène (nombreux vers de terre). Zone d'enracinement des espèces forestières de petite taille, notamment des géophytes.
- 10 à 40 cm A<sub>1</sub>/G<sub>1</sub>. — Horizon gley, encore humifère dans la partie supérieure. Ton général gris, verdâtre ou brunâtre, avec macules limoniteuses abondantes. Horizon généralement très humide, même boueux. Pas de structure grumeleuse typique. Racines encore abondantes, appartenant surtout aux Cypéracées et aux dicotylées hygrophiles.
- 40 cm G<sub>2</sub>. — Horizon inférieur du gley gris verdâtre, macules limoniteuses absentes ou rares. Peu de racines : rhizomes d'*Equisetum maximum* et racines d'aulnes et de frênes. Horizon sans structure, pratiquement imperméable ou encore perpétuellement noyé dans le niveau hydrostatique. Nombreuses venues aquifères, dès les couches supérieures de G<sub>2</sub>.

II. — Profil type du « *Cariceto remotæ-Fraxinetum chrysosplenietosum* ».

- L. — Litière récente, à décomposition assez rapide — 1 à 2 cm.
- 0 à 1 cm (A<sub>0</sub>). — Présence éventuelle d'une mince couche d'humus hologanique brut, mais sans aucune tendance à l'accumulation.
- 1 à 25 cm A<sub>1</sub>/G<sub>1</sub>. — Horizon gley, humifère dans la partie supérieure, généralement noirâtre, assez boueux, sans structure et très humide, à macules limoniteuses abondantes. Activité biologique peu intense en ce qui concerne la pédofaune. Sphère d'enracinement des espèces fontinales, forestières et hygrophiles.
- 25 cm G<sub>2</sub>. — Horizon inférieur du gley, grisâtre ou verdâtre; macules limoniteuses absentes ou rares. Gorgé d'eau. Racines très rares. Nombreuses venues aquifères.

III. — Profil de la variante macrophorbiée sèche.

Mêmes horizons que dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum typicum*. Toutefois l'horizon G<sub>2</sub> est généralement fort hétérogène et constitué d'alluvions vaseuses, alternant avec des lits de débris organiques. Profil de colmatage. La même hétérogénéité peut se manifester aussi dans l'horizon A<sub>1</sub>/G<sub>1</sub>.

IV. — Profil de la variante macrophorbiée à « *Chrysosplenium* ».

Mêmes horizons que dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum chrysosplenietosum*, mais nettement hétérogènes, en raison des processus de colmatage qui leur ont donné naissance.

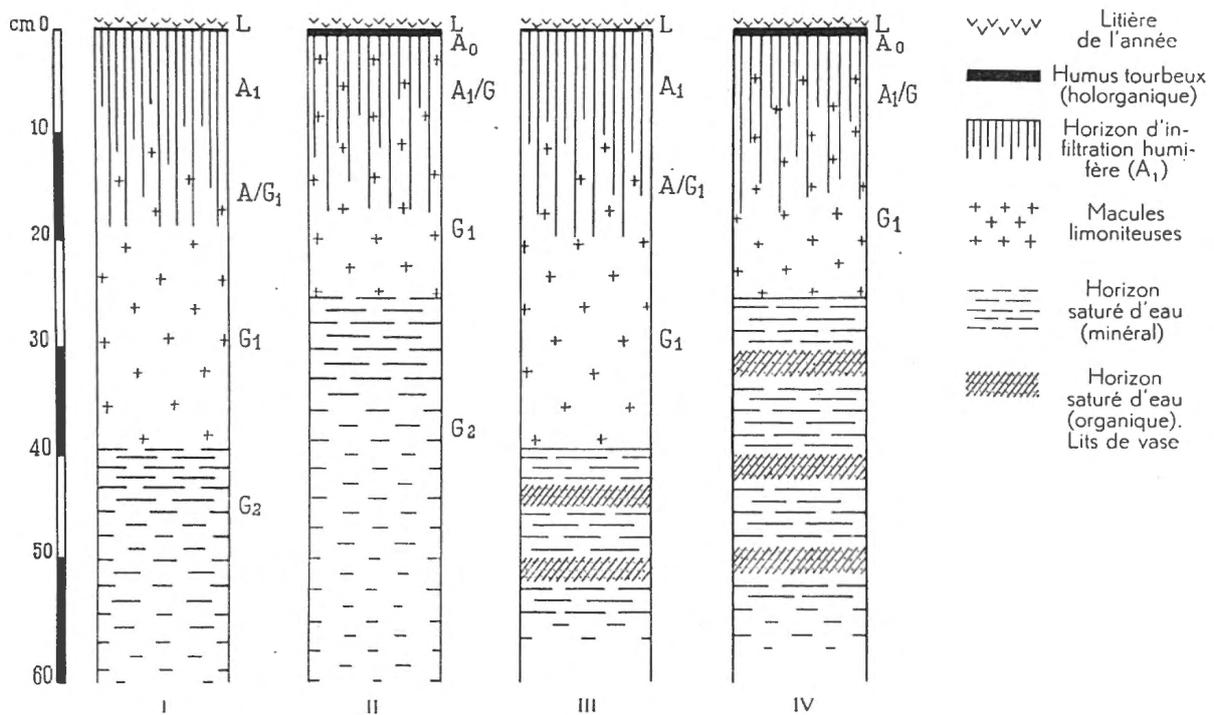


FIG. 3. — Profils types de la frénaie à Carex.

- I. *Cariceto remotæ-Fraxinetum typicum*.
- II. *Cariceto remotæ-Fraxinetum chrysosplenietosum*.
- III. Variante macrophorbiée sèche.
- IV. Variante macrophorbiée à *Chrysosplenium*.

Le profil de la sous-association à *Chrysosplenium* se rapproche morphologiquement du profil de l'*Alnetum cardaminetosum amaræ* (E. MEYER-DREES), groupement de l'Alnion sur substrat analogue, mais à chimisme différent (absence de Ca et tendance acide). On peut en dire autant du profil de la variante macrophorbiée à *Chrysosplenium*.

## CHAPITRE V.

## ORGANISATION SYNÉCOLOGIQUE DE L'ASSOCIATION.

## § 1. STRATIFICATION AÉRIENNE ET SOUTERRAINE.

## A. — STRATIFICATION AÉRIENNE.

Comme tous les groupements forestiers, la frênaie à Carex, sous son aspect le plus naturel, forme un peuplement végétal à strates multiples, diversement développées.

**Strate arborescente.** — Dans les placeaux d'étendue suffisante, il existe une strate arborescente autonome, où dominant des essences de lumière. Parmi les grands arbres, le frêne et le chêne pédonculé occupent le premier plan. Le dôme contient rarement des essences d'ombre; le hêtre et le charme supportent mal ces stations et n'y pénètrent guère spontanément; l'aulne glutineux lui-même y atteint rarement la taille d'arbre et se mêle alors en pieds isolés aux frênes et aux chênes.

Ainsi constitué, le couvert n'arrête qu'une faible partie de la radiation solaire et permet, par conséquent, un bon développement des strates herbacées du sous-bois (facies à hautes herbes; facies à *Equisetum maximum*) <sup>(20)</sup>.

Dans certains placeaux déboisés ou plantés de peupliers, la strate arborescente, plus claire encore, laisse filtrer à travers son léger feuillage une lumière plus abondante, laquelle provoque une exubérance remarquable des grandes herbes héliophiles. Celles-ci constituent, dans ce cas, une strate particulièrement serrée, sous laquelle beaucoup d'espèces sylvatiques finissent par régresser. Cette végétation correspond à l'association à *Cirsium oleraceum* et *Angelica silvestris*, variante à *Equisetum maximum*, groupement succédant à l'ablation de la frênaie à Carex.

Les individus d'association très exigus, limités aux replats linéaires qui bordent les ruisselets et aux aires fontinales très réduites, manquent souvent de strate ligneuse propre. Dans les cas de ce genre, le dôme de la forêt se referme plus ou moins complètement au-dessus des stations et leur assure, par conséquent, un ombrage équivalent à celui que leur procurerait une strate arborescente autonome. Insérés dans des futaies d'essences d'ombre, ils bénéficient même souvent d'un ombrage accentué, qui modère considérablement le déve-

---

(20) Voir le paragraphe relatif aux facies physiologiques, chapitre III.

loppement des grandes herbes héliophiles au profit des graminées et des cypéracées de la frênaie (facies à Carex) <sup>(21)</sup>.

**Strate arbustive.** — L'importance de la strate arbustive dépend de la densité de l'étage dominant et du traitement forestier en usage. Sous les essences de lumière, sa composition est assez variée : on y trouve principalement le frêne, l'aulne glutineux, le coudrier, la viorne, l'érable sycomore et le saule marsault. Le charme, le cornouiller sanguin, le hêtre, le saule cendré et le saule blanc y sont beaucoup moins abondants. Quelques espèces, exigeant un substrat plus sec, telles que le fusain, l'aubépine, le prunellier, le sorbier, le bouleau, n'y pénètrent qu'exceptionnellement.

Les lianes sont réduites, dans les types les moins humides, à quelques transgressives des forêts mésophiles : *Hedera helix*, *Lonicera periclymenum*; par contre, dans les stations les plus mouilleuses peuvent apparaître sporadiquement les lianes de l'aulnaie : *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Calystegia sepium*.

Lorsque les placeaux sont traités en taillis simples, la strate arbustive est généralement beaucoup plus dense et peu variée. Ce mode d'exploitation favorise, au premier chef, les essences qui rejettent bien de souche, telles que le coudrier ou l'aulne glutineux, qui finissent par s'imposer. Ces peuplements, très serrés, réduisent considérablement la lumière du sous-bois, freinent le développement des strates herbacées, augmentent la litière et accumulent un humus que l'excès d'humidité peut rendre plus ou moins fangeux. Ces conditions nouvelles finissent par remanier le cortège herbacé; certaines espèces héliophiles ou sylvatiques disparaissent au profit des plantes de l'aulnaie tourbeuse : *Lycopus europeus*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Calystegia sepium*, *Ribes rubrum*.

**Strates herbacées.** — La végétation herbacée comporte habituellement plusieurs strates. La strate supérieure atteint fréquemment 1 m à 1,50 m de hauteur et l'importance de son recouvrement dépend de la luminosité du sous-bois; sous les futaies claires, il s'élève à des chiffres voisins de 100 %.

La strate supérieure comporte principalement de grands hygrophytes plus ou moins exigeants à l'égard de la lumière, tels que *Filipendula ulmaria*, *Valeriana officinalis*, *Angelica silvestris*, *Cirsium oleraceum*, *Cirsium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Scirpus silvaticus*, *Juncus effusus*, *Epilobium hirsutum*, *Scrophularia aquatica*, *Deschampsia cæspitosa*, *Carex acutiformis*, etc.

Dans beaucoup de stations, *Equisetum maximum* forme des peuplements continus qui imposent à la strate herbacée un facies tout à fait typique.

La strate moyenne atteint au cours de l'été 40 à 60 cm de hauteur et comporte surtout des plantes hémisciaphiles du *Fraxino-Carpinion* et des *Fage-*

---

(21) Voir le paragraphe relatif aux facies physiologiques, chapitre III.

*talia*. Son développement est plus accusé dans les sous-bois quelque peu ombragés, où elle souffre moins de la concurrence des grandes espèces héliophiles. On y trouve : *Carex pendula*, *C. strigosa*, *C. silvatica*, *Circæa lutetiana*, *Geum urbanum*, *Stachys silvatica*, *Geranium Robertianum*, *Scrophularia nodosa*, *Rumex sanguineus*, *Primula elatior*, *Stellaria holostea* et plusieurs graminées : *Festuca gigantea*, *Brachypodium silvaticum*, *Milium effusum*, *Poa nemoralis*.

Il faut ranger dans cette même strate quelques héliophiles printanières : *Cardamine pratensis*, *Myosotis palustris* et quelques fougères sciaphiles telles que *Athyrium filix femina* et *Dryopteris spinulosa*.

*Impatiens noli-tangere* est surtout cantonné dans les placeaux les plus humides, convenablement ombragés.

La strate inférieure ne dépasse guère 20 cm de hauteur et son recouvrement est généralement discontinu. Elle contient nombre d'espèces sylvatiques, notamment les géophytes printaniers et diverses hygrophiles rampantes ou prostrées (*Veronica montana*, *Lamium galeobdolon*, *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *Potentilla sterilis*, *Adoxa moschatellina*, *Viola silvestris*, *Mœhringia trinervia*, *Glechoma hederacea*, *Carex remota*, *Lysimachia nemorum*, *Lysimachia nummularia*, *Ajuga reptans*, *Ranunculus repens*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Cardamine amara*).

La strate muscinale varie beaucoup en importance; on n'y compte qu'un nombre limité d'espèces très communes dans les lieux humides ou frais (*Mnium undulatum*, *M. rostratum*, *M. punctatum*, *Brachythecium rutabulum*, *Eurynchium Swartzii*, *E. Stokesii*, *E. piliferum*, *E. striatum*, *Lophocolea bidentata*, *Atrichum undulatum*, etc.).

#### B. — STRATIFICATION SOUTERRAINE.

L'extension de l'appareil racinaire en étendue et en profondeur dépend en ordre principal du degré de développement de la pousse feuillée; la stratification souterraine reproduit donc, en ordre inverse, la disposition des strates aériennes.

Toutefois, la nature du sol et la structure du profil peuvent modifier, dans une large mesure, la quantité et la distribution des radicelles, soit qu'elles en favorisent ou inhibent la multiplication, soit encore qu'elles offrent des obstacles mécaniques ou physiologiques à leur pénétration. La teneur en eau du sol, sa richesse en sels et en oxygène jouent à cet égard un rôle déterminant.

Les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* sont très humides durant la période de végétation et souvent formés d'apports alluvionnaires ou colluvionnaires assez riches. Ces conditions favorables poussent l'appareil racinaire à une certaine paresse. La plupart des espèces ont de fait un enracinement peu abondant et relativement superficiel.

Mais c'est surtout dans les particularités du profil et dans les répercussions de celles-ci sur la teneur en oxygène du sol qu'il faut rechercher la cause déterminante qui régit la stratification souterraine.

Nous avons vu que les sols du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* comportent typiquement un horizon humifère, plus ou moins ressuyé et aéré, dont la puissance peut varier de quelques centimètres dans les stations les plus humides, jusqu'à 30 cm dans les stations les plus sèches. Dans cet horizon se concentrent la plus grande partie des racines appartenant aux plantes des strates herbacées inférieures et moyennes, et notamment aux espèces sylvatiques du *Fraxino-Carpinion* et des *Fagetalia*. Parmi celles-ci, les géophytes, tels qu'*Adoxa Moschatellina*, *Arum maculatum*, *Ranunculus ficaria*, n'enterrent leur rhizome qu'à très faible profondeur et ne visitent que les couches les plus superficielles du sol.

C'est également dans l'horizon A que s'épanouissent l'appareil racinaire des espèces nitrophiles (*Galium aparine*, *Urtica dioica*) et celui de *Poa trivialis*, *Ajuga reptans*, *Cardamine pratensis*, *Cardamine amara*, *Chrysosplenium oppositifolium* et *alternifolium*.

Le développement de la flore sylvatique paraît proportionnel à la profondeur de l'horizon ressuyé. En sol gorgé d'eau, la végétation du *Fraxino-Carpinion* et des *Fagetalia* est en nette régression et cède la place aux espèces fontinales ou encore aux hygrophiles moins exigeantes en oxygène.

Sous l'horizon ressuyé existe, dans la frénaie à *Carex*, un horizon gley plus ou moins typique, imperméable et gorgé d'eau, qui constitue pour beaucoup d'espèces un barrage infranchissable. Seules les plantes hygrophiles à développement vigoureux, qui constituent la strate herbacée supérieure, peuvent pénétrer dans cette couche ou même la traverser.

Entre autres, les rhizomes d'*Equisetum maximum* se retrouvent jusqu'à plus d'un mètre de profondeur.

Les espèces ligneuses forment, dans le *Cariceto remotæ-Fraxinetum*, un système racinaire, au total moins profond et moins volumineux que dans les stations plus sèches. Toutefois, elles sont susceptibles de pénétrer en profondeur à travers l'horizon gley, et l'on retrouve des racines et des radicelles de frêne, d'aulne et de chêne jusqu'à une grande profondeur.

Les profils radiculaires établis en 1941 dans la station du Rouge-Cloître illustrent les considérations qui précèdent. L'existence des trois strates radiculaires est étroitement conditionnée par la nature du profil; l'horizon supérieur (A1) ressuyé et bien aéré, d'une profondeur de 15 cm, est le domaine presque exclusif des espèces nitrophiles et des plantes herbacées de *Fraxino-Carpinion* et des *Fagetalia*.

L'horizon gley (G1), de 12 cm de profondeur, n'est plus guère visité que par les racines des plantes hygrophiles à développement vigoureux et par celles des essences ligneuses. Dans les couches plus profondes (G2), en milieu réducteur, on ne trouve plus que des racines d'arbres et les rhizomes d'*Equisetum maximum* (voir fig. 4).

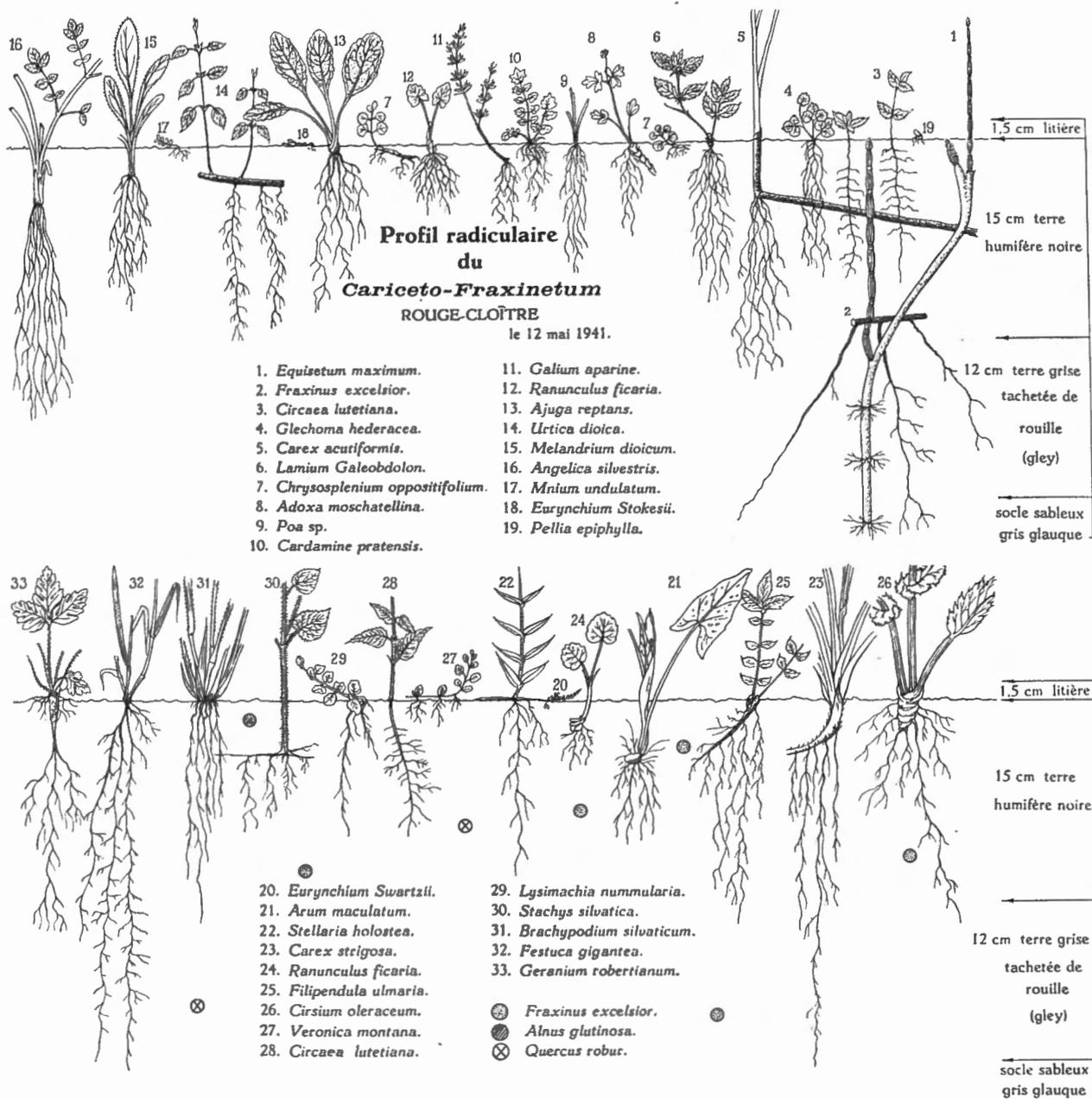


FIG. 4. — (D'après la documentation inédite du Centre de Recherches écologiques et phytosociologiques de Gembloux.)

## C. — STRATIFICATION ET GROUPES ÉCOLOGIQUES.

Nous pouvons esquisser comme suit la répartition dans les différentes strates des groupes écologiques que nous avons définis dans un chapitre précédent :

1° Les espèces sylvatiques du *Fraxino-Carpinion* et de *Fagetalia* appartiennent aux strates herbacées inférieures; leur appareil racinaire s'épanouit exclusivement dans les horizons ressuyés et bien aérés. Ce sont donc des aérobies héliophiles ou sciaphiles suivant qu'elles se développent avant ou après la feuillaison des arbres.

2° Les espèces hygrophiles appartiennent aux strates herbacées supérieures et se comportent comme des héliophiles plus ou moins tolérantes. Leurs racines s'épanouissent volontiers dans l'horizon gley (G1) et s'accommodent par conséquent d'un substrat pauvre en oxygène.

3° Les espèces fontinales vivent dans la strate inférieure, la plus ombragée; leur enracinement, très superficiel, se développe en milieu bien aéré et très humide. Par opposition aux espèces précédentes, ce sont des hygrophiles sciaphiles et aérobies.

4° Les espèces nitrophiles paraissent exiger un sol superficiellement ressuyé et bien aéré et la lumière paraît leur être favorable.

5° Les caractéristiques de l'association sont également des sciaphiles s'accommodant de sols très mouillés; elles ne pénètrent toutefois que fort superficiellement dans les horizons gley. Leur électivité à l'égard du *Cariceto remotæ-Fraxinetum* ne repose pas sur leurs exigences à l'égard de l'eau ou de l'oxygène, sinon elles se retrouveraient avec la même constance dans toutes les associations hygrophiles du *Fraxino-Carpinion*; il faut plutôt les considérer comme spécifiquement liées, en outre, à des substrats limoneux et saturés en ion calcium, tels que ceux de la frênaie à Carex.

## § 2. FORMES BIOLOGIQUES ET SPECTRE BIOLOGIQUE.

Nous avons consigné, dans le tableau floristique, la forme biologique des espèces constituant l'association. En partant de ces données, nous avons établi le spectre biologique du groupement, suivant deux modes d'expression: le spectre brut, basé sur la seule présence des espèces, et le spectre pondéré, basé, en outre, sur l'abondance-dominance.

On constatera que les deux modes d'expression envisagés ne s'écartent guère quant aux résultats, sauf pour les phanérophytes, dont la méthode pondérée amplifie forcément l'importance.

Spectre total du *Cariceto remotæ-Fraxinetum*.

	Spectre brut en %	Spectre pondéré en %
Phanérophytes .. ... ..	15,8	23,7
Chaméphytes ... ..	16,9	17,9
Hémicryptophytes ... ..	44,1	35
Géophytes ... ..	9,2	14,4
Théophytes .. ... ..	4,3	3,3
Bryo-chaméphytes ... ..	9,7	5,7

L'importance relative des hémicryptophytes est un trait fréquent de tous les groupements sur sols humides. Dans la frénaie à *Carex*, ces espèces sont cantonnées dans les strates herbacées supérieure et moyenne et appartiennent pour une bonne part au groupe écologique des espèces hygrophiles de haute taille; quelques-unes sont des sylvatiques mésophiles (*Graminées*, *Carex*) ou à tendance hygrophile (*Carex remota*, *C. strigosa*, *C. pendula*, *Rumex sanguineus*, *Geum urbanum*, *Primula elatior*, *Melandrium rubrum* et *Stachys silvaticus*).

Les chaméphytes vivent dans la strate herbacée inférieure et sont pour la plupart des sylvatiques à port rampant (*Veronica montana*, *Lysimachia nemorum*, *Glechoma hederacea*, *Lamium galeobdolum*), ou encore des fontinales (*Chrysosplenium*, *Cardamine amara*).

Les géophytes vivent dans la strate inférieure et sont, les unes, des espèces à vocation forestière (*Anemone nemorosa*, *Arum maculatum*, etc.), les autres, des espèces hygrophiles fréquentes dans les marais (*Equisetum maximum*, *Carex acutiformis* et *Scirpus silvaticus*).

Quant aux thérophytes, ils appartiennent presque exclusivement au groupe des espèces nitrophiles rudérales et leur présence dans notre association tient aux qualités particulières des couches superficielles du sol à la fois humides, aérées et riches en matières organiques. *Impatiens noli tangere*, différentielle de la sous-association à *Chrysosplenium*, peut être considérée, elle aussi, comme une plante plus ou moins nitrophile.

\*  
\* \*

Les spectres particuliers relatifs aux diverses variantes de l'association s'établissent comme suit :

Degré de couverture du sol ...	Sous-association typique		Sous-association à <i>Chrysosplenium</i>		Variante macrophorbiée	
	252 %		256 %		298 %	
Spectre biologique :	Brut	Pondéré	Brut	Pondéré	Brut	Pondéré
Phanérophytes . ... ..	20,8	23,5	14,5	14,1	12,5	17,2
Hémicryptophytes .. ... ..	43,1	38	44,4	52,2	42,2	27,2
Chaméphytes ... ..	14,2	15,1	16,3	13,9	17	16,3
Géophytes ... ..	7,7	8,3	8,7	7,3	11	24
Bryochaméphytes ... ..	14,2	15,1	16,1	12,5	17,4	15,3