**LES
FORÊTS DU VERSANT SUD
DES MONTS DORES**
Esquisse phytosociologique

PAR

Gérard CUSSET

Assistant en Sorbonne

AVANT-PROPOS

Une partie des observations présentées ici ont été faites dans le cadre d'un diplôme d'études supérieures soutenu en 1960 à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. C'est un agréable devoir pour nous que de remercier tout particulièrement les Professeurs LOISEAU et CHAMPAGNAT qui ont guidé notre travail avec une grande bienveillance et nous ont toujours donné d'excellents conseils.

Ultérieurement de très précieuses discussions avec les Professeurs G. MANGENOT et LEMÉE nous ont apporté des avis particulièrement avertis et nous leur en sommes très reconnaissant. Notre maître, le Professeur SCHNELL nous a toujours fait profiter de son expérience et nous a ouvert de nouveaux horizons nous permettant une meilleure compréhension de la vie végétale; nous lui exprimons toute notre gratitude.

Nous voulons aussi dire notre reconnaissance à M. D'ALLEIZETTE qui nous a initié à la Systématique et a bien voulu, avec sa compétence habituelle, déterminer nos plantes douteuses ou critiques. Nous devons beaucoup à notre ami B. DE LACHAPELLE avec qui nous avons partagé les joies et les difficultés de la recherche sur le terrain. Nous l'en remercions cordialement.

M. l'Ingénieur Principal des Eaux et Forêts JACAMON a bien voulu s'intéresser à nos travaux et a facilité leur publication dans les Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Que lui et les membres du Comité de Rédaction de cette publication soient assurés de nos très vifs remerciements.

LES FORETS DU VERSANT SUD DES MONTS DORES

ESQUISSE PHYTOSOCIOLOGIQUE

La diversité géologique et morphologique de l'Auvergne se traduit dans la variété de son revêtement végétal. De nombreux groupements, souvent morcelés par l'action de l'homme, peuvent y être reconnus. Cependant il semble possible de mettre en évidence quelques grands types de végétation, modulés en plusieurs associations ou sous-associations.

Après l'étude des différents types de hêtraies qui constituent la majeure partie des forêts naturelles d'altitude, nous examinerons leurs rapports avec les associations non silvatiques voisines et avec les bois de la plaine. Nous envisagerons également le cas des plantations.

Dans un tel travail il ne nous a pas paru possible d'utiliser uniquement une phytosociologie statique qui se serait limitée à la description des associations. Nous avons fait un large appel à la pédologie et à la biologie, pour saisir le dynamisme de nos groupements et comprendre leur évolution naturelle. La délimitation précise des différents types de hêtraies, généralement imbriqués les uns dans les autres, nous a conduit à l'emploi des mathématiques statistiques. Ces méthodes variées conduisent à des résultats identiques et ont permis des contrôles et des vérifications réciproques.

GENERALITES

A — Le cadre géographique et géologique

1 — Situation.

Nos relevés ont été effectués sur le versant sud des Dorez. Ce massif auvergnat est un important groupe volcanique édifié à la fin du Tertiaire sur les cassures du vieux socle granitique et métamorphique du Massif Central. Il domine à l'Est le « graben » de la Limagne, et à l'Ouest le plateau de Latour d'Auvergne incisé des vallées étroites de la Dordogne et de la Burande. Culminant à 1 886 mètres au Puy de Sancy, sommet le plus élevé de la France centrale, il comporte bon nombre de pics de plus de 1 600 mètres. Nous avons étudié les forêts depuis leur limite supérieure, voisine de 1 500 mètres, jusqu'aux environs d'Issoire, dans la Limagne, à environ 400 mètres d'altitude (Carte n° 1). Administrativement, elles font partie du département du Puy-de-Dôme.

2 — Climatologie.

a) *Les vents.*

Une étroite bande de hautes pressions, la dorsale de Woëkoff, traverse le massif des Monts Dorez, correspondant à la soudure des masses d'air de Sibérie et des Açores. C'est à cette situation que le climat doit son caractère de grande instabilité. Au nord-ouest de cet axe barométrique, l'afflux aérien provient de l'Océan et la moitié ouest du massif est incluse dans le domaine atlantique. Au sud-est de cet axe, les courants continentaux et les influences méditerranéennes s'affrontent. En réalité, la zone où se rencontrent influences océaniques et continentales se déplace sans cesse au cours de l'année, et, de façon générale, la fréquence des vents d'ouest est grande. Les vents d'est, plus lents, sont plus sensibles au relief qui les dévie vers la vallée du Rhône ou le Bassin Parisien.

b) *Les précipitations.*

Le caractère océanique des Dorez est marqué par rapport à la Limagne d'Issoire, tenant en grande partie à la différence d'al-

titude et d'exposition. Le massif des Dores est en effet le premier obstacle qui se dresse sur le trajet des vents humides atlantiques et les précipitations s'y condensent abondamment : au Puy de Sancy la moyenne annuelle est très certainement supérieure à 2 000 millimètres. Mais à 6 kilomètres seulement, au village du Chambon, elle tombe à 1 200 mm et à Saint-Nectaire, à 15 km, le total annuel n'est plus que de 580 mm. Un tel gradient est exceptionnel. La variabilité est grande ; à Besse il a été noté des mois de janvier et février sans la moindre précipitation et d'autres avec un total mensuel supérieur à 300 mm.

L'enneigement est un des traits essentiels du climat. D'ordinaire, les chutes se produisent entre novembre et avril au-dessus de 700 m et, au-dessus de 1 200 m, l'enneigement est souvent continu de fin novembre à fin avril. A altitude égale, l'exposition joue un rôle considérable et au mois d'août on peut rencontrer des névés dans la vallée de Chaudefour.

c) *Brouillards et nébulosité.*

Le véritable brouillard est « une condensation locale de la vapeur d'eau atmosphérique ». Il est fréquent dans la plaine d'Issoire mais devient très rare dès que l'on s'élève sur les versants des Monts Dores, où il apparaît comme une nappe de brume stagnant dans les dépressions. Par contre, il est remplacé par des nuages bas très fréquents. Ils enveloppent les plateaux et les sommets au-dessus de 1 000 m, tandis que tombe une pluie fine très froide.

Les observations concernant la nébulosité sont très rares. Sur le versant ouest, à La Bourboule, le ciel est pur ou peu nuageux 170 jours par an. Les jours clairs se répartissent surtout au milieu de l'hiver et au milieu de l'été. Même quand il a plu l'air ne demeure pas longtemps saturé d'eau ; le degré hygrométrique s'abaisse rapidement et l'insolation devient très forte.

d) *Les températures.*

Dans l'ensemble des massifs auvergnats, la température moyenne annuelle est relativement basse. GACHON (1939) cite 10° à Issoire, 7°6 à Besse. Elle tombe rapidement à 5° vers 1 600 m. Cependant cette moyenne renseigne mal sur la réalité car le climat est très contrasté et les écarts de température considérables entre l'hiver et l'été. A Besse, la moyenne de janvier est de -0°5 et celle de juillet atteint 14°5. L'amplitude est donc de 15° entre les moyennes mensuelles.

Les variations journalières de la température sont très marquées ; en hiver, alors que le soleil chauffe l'atmosphère au-dessus de 20° l'après-midi, le thermomètre peut descendre à -20° la nuit. L'écart atteint alors 40°.

Le nombre de jours de gelées est important. DURAND (1946) l'estime à 150 à 1 300 m. Dans la plaine il reste encore important et de l'ordre d'une dizaine de jours par an.

c) Conclusions.

En résumé, le climat des Dores est fait tout de contrastes : « les vents se croisent, s'étagent, se rencontrent ». En quelques heures, le massif passe d'un air polaire à un air méditerranéen. Les variations rapides du temps commandent tout le devenir de la végétation, très irrégulier d'une année à l'autre.

3 — Géomorphologie.

Le groupe montdorien s'étend sur 900 km². Il comprend plusieurs centres éruptifs entaillés par des vallées profondes. L'activité de ces volcans s'étant poursuivie pendant une longue période, ils ont émis de nombreuses coulées plus ou moins superposées et souvent enchevêtrées. P. GLANGEAUD a divisé en quatre groupes principaux les Monts Dores. Le groupe du Sancy était le plus important ; disséqué par l'érosion, il est maintenant séparé du groupe adventif du Barbier par les profondes vallées du Mont Dore et de Chaudefour. Le massif de la Banne d'Ordanche domine La Bourboule et descend en pente douce jusqu'à Laqueuille. Le quatrième ensemble, celui de l'Aiguier*, affecte la forme d'un vaste éventail rejoignant la limite sud des Monts Dômes.

Le relief surimposé de ces hauts sommets volcaniques a été érodé tout d'abord par une glaciation de plateau. Après la formation d'une calotte glaciaire continue, qui détermina de nombreux lacs morainiques souvent transformés aujourd'hui en tourbières, l'interglaciaire provoqua une érosion fluviale intense. Deux glaciations de vallées modelèrent ensuite le relief, créant des thalwegs emboîtés, au caractéristique profil en auge. La solifluction joua certainement un rôle important après le retrait des glaces, estompant la netteté des reliefs glaciaires. L'érosion des eaux courantes est encore très active. Les couches dures et tendres du sous-sol provoquent un relief en marches d'escalier. L'érosion éolienne est très faible sur les pentes et n'affecte guère que les sommets.

Le réseau hydrographique a la forme étoilée typique des massifs éruptifs. Trois systèmes de cours d'eau rayonnent autour des Monts Dores : la Sioule au nord, la Dordogne à l'ouest et les Couzes au sud-est. Ce massif constitue ainsi la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Loire et de la Dordogne.

Il existe de nombreuses sources d'origine hydrothermale qui remontent par les cassures de la « caldeira de Haute-Dordogne »

* Bien que la carte d'Etat-Major porte Aiguiller, nous préférons Aiguier, conforme à l'étymologie (de « aigue » = eau). Le sommet est d'ailleurs fort arrondi.

(BROUSSE, 1960). Certaines font la réputation de stations thermales, la Bourboule, Saint-Nectaire..., d'autres sont moins connues, Chaudefour, Besse...

4 — Géologie.

a) *Le socle.*

L'édifice volcanique des Monts Dore recouvre un vieux socle cristallophyllien. Par dessus ce socle, un vaste laccolithe de granite s'est injecté en dessous d'une couverture carbonifère. Ces granites hercyniens affleurent à l'entrée de Chaudefour, le long d'une faille orientée nord-ouest sud-est. Une récente campagne de sondages électriques a permis de mettre en évidence de nombreuses failles comprises dans tout un système d'effondrement, une caldeira. Nous renvoyons à la thèse de R. BROUSSE (Paris, 1960) pour plus de détails.

b) *La couverture volcanique.*

On peut distinguer quatre séries de formations volcaniques. Les cinérites inférieures, de base, présentent une stratification serrée de sables et de tufs. Elles semblent d'âge miocène supérieur d'après une florure de 28 espèces. Les formations pliocènes constituent la plus grande partie des Monts Dores. C'est un agglomérat de brèches, de tufs et de cinérites, avec des coulées trachytiques interstratifiées et des dykes nombreux dans la région centrale. Il constitue un cône épais de plusieurs centaines de mètres dans sa partie centrale. Ces formations pliocènes sont recouvertes par une véritable carapace de coulées andésitiques qui descendent en pente douce vers la périphérie du massif. Ce sont ces coulées qui forment la plupart des sommets du massif. Au quaternaire encore, le volcanisme s'est manifesté avec puissance, édifiant un certain nombre de cônes et de coulées. Ces dernières se sont épanchées dans les vallées et sont ainsi à une altitude plus faible que les formations antérieures, par inversion du relief.

Notons qu'une interprétation récente (RUDEL, 1962) donne un âge villafranchien (quaternaire) à la plupart de ces formations.

B — Les méthodes d'étude

1 — La végétation.

Nous avons employé dans l'étude de la végétation la méthode codifiée par JOSIAS BRAUN-BLANQUET (*Pflanzensoziologie*, 1951) et connue sous le nom de méthode de Zurich-Montpellier. Nous avons effectué l'étude des individus d'association, sur le terrain, en attachant une grande importance à la notion d'homogénéité floristique de la station. Bien que l'aire minimale nous ait paru de l'ordre de

50 m², nous avons, dans la mesure du possible, considéré des surfaces de 100 m² pour l'établissement des relevés. Nous n'avons pas noté isolément les coefficients d'abondance et de dominance et nous avons utilisé les coefficients classiques :

coefficients d'abondance-dominance :

- + = nombre d'individus et degré de recouvrement très faibles
- 1 = nombre des individus faible ou assez élevé, mais degré de recouvrement faible.
- 2 = Individus nombreux ou même très nombreux et degré de recouvrement faible
- 3 = Individus nombreux recouvrant 1/2 de la surface
- 5 = Espèce numériquement dominante et recouvrant au moins 4/5 de la surface.

coefficients de sociabilité :

- 1 = Individus isolés
- 2 = Individus groupés
- 3 = Individus en troupe
- 4 = Individus en peuplement
- 5 = Individus en peuplements denses

La stratification de nos forêts a été traduite par quatre strates :

- I = Strate arborescente, au-dessus de quatre mètres
- II = Strate arbustive
- III = Strate herbacée
- IV = Strate muscinale (qui peut comprendre des phanérogames de très petite taille ou rampants)

Pour les formes biologiques des plantes, nous avons employé la classification de Raunkiaer (1905) :

- Phanérophytes = Végétaux arborescents ou arbustifs dont les bourgeons sont à plus de 30 cm au-dessus du sol.
- Chaméphytes = Végétaux dont les bourgeons aériens se trouvent à moins de 30 cm au-dessus du sol.
- Hémicryptophytes = Végétaux dont les bourgeons et les pousses perennantes se trouvent au ras du sol.
- Géophytes = Végétaux dont aucune partie ne dépasse le sol pendant la saison défavorable (l'hiver).
- Thérophytes = Plantes annuelles passant la mauvaise saison sous forme de graines.

Une fois établie l'homogénéité des individus d'association, il importe de s'assurer de l'homogénéité statistique des associations et sous-associations qu'ils forment. DU RIETZ, FRIES et OSWALD (1920) ont tracé, les premiers, des graphiques de constance (constance au sens scandinave équivalent à présence). Cependant AUGARDE (1957), et GUINOCHET et CASAL (1957) ont montré que « la forme des histogrammes de présence est indépendante de l'homogénéité des tableaux et, a fortiori, des groupements ». Nous nous sommes donc adressé d'une manière systématique à la méthode de l'analyse différentielle de CZEKANOWSKI. Cette méthode, introduite en France par GUINOCHET et fondée sur les travaux du mathématicien anglais PEARSON, est employée couramment par les phytogéographes d'Europe centrale. Un certain nombre de modifications à la formule initiale ont été utilisées. Les auteurs ne précisant pas toujours celle qu'ils emploient, nous pensons devoir en donner quelques-unes pour permettre des comparaisons.

Soit deux associations A et B ; a le nombre des espèces de A , b le nombre des espèces de B , c le nombre des espèces communes à A et B ,

coefficient de JACCARD (1901):

$$S = \frac{c}{a + b - c}$$

coefficient de KULCZYNSKI (1927):

$$S = \frac{(a + b) \cdot c}{2 \cdot a \cdot b}$$

coefficient de SORESENSEN (1948):

$$S = \frac{2 \cdot c}{a + b}$$

Nous avons employé le coefficient de SORESENSEN. Ce coefficient peut être calculé pour un nombre quelconque de relevés pris deux à deux, donc caractériser les ressemblances d'un nombre quelconque de relevés. Des hachures conventionnelles traduisent sur un tableau à double entrée les différentes classes de coefficients. Par translation des colonnes et des lignes on range côte à côte les individus d'association les plus semblables et par là on délimite les associations et sous-associations.

Une fois en possession d'un ensemble homogène de relevés, nous pouvons les comparer entre eux pour dégager l'association plante par plante. Pour conserver le maximum d'objectivité dans la dési-

gnation des caractéristiques, nous avons employé des tests de signification.

Considérons une plante dans deux séries de relevés, *A* et *B*, différentielle possible de l'une des séries. Soit x les coefficients d'abondance et n le nombre de relevés. La moyenne $\bar{x}$ de chaque série est :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

La différence des moyennes est donc :

$$d = \frac{\sum x_a}{n_a} - \frac{\sum x_b}{n_b}$$

La signification statistique de cette différence s'obtient en considérant σ_d écart-type de la différence

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_{ma}^2 + \sigma_{mb}^2} = \sqrt{\frac{\text{variance de A}}{n_a} + \frac{\text{variance de B}}{n_b}}$$

L'estimation de la variance de A est :

$$V_a = \frac{\sum [x_a - \bar{x}_a]^2}{n_a - 1}$$

Par ailleurs nous pouvons écrire :

$$\sum [x_a - \bar{x}_a]^2 = \sum (x_a^2) - \frac{[\sum (x_a)]^2}{n_a}$$

L'estimation de l'écart-type de la différence est alors :

$$S_d = \sqrt{\frac{n_a \sum (x_a^2) - (\sum x_a)^2}{n_a^2 (n_a - 1)} + \frac{n_b \sum (x_b^2) - (\sum x_b)^2}{n_b^2 (n_b - 1)}}$$

Les variances σ_{ma}^2 et σ_{mb}^2 étant a priori inconnues, deux cas peuvent se présenter :

a) cette formule est applicable quand n_a et n_b sont grands (au moins une quarantaine de relevés) ; on peut alors assimiler l'estimation de l'écart-type à la véritable valeur de cet écart-type. Il suffit

de comparer $R = \frac{d}{S_d}$ à la valeur correspondant à la probabilité S_a

désirée de la loi de distribution normale. Nous choisirons une probabilité de 95 % ; il suffira donc de comparer la valeur de R à 2 valeur du t de STUDENT-FISHER pour un seuil de probabilité de 0,05.

b) n_a et n_b sont inférieurs à quarante. Ce sera ici le cas général. On peut supposer sans difficulté que les deux échantillons, c'est-à-dire les deux séries de relevés, sont issus de populations normales, et il faut aussi supposer que les variances de A et de B sont égales. Comme il s'agit d'échantillons très semblables, cela est très probable dans les cas retenus ici. On estime la valeur de la variance à :

$$V_a = V_b = S^2 = \frac{\sum (x_a - \bar{x}_a)^2 + \sum (x_b - \bar{x}_b)^2}{n_a + n_b - 2}$$

On a :

$$S_d^2 = \frac{S^2}{n_a} + \frac{S^2}{n_b} = S^2 \frac{n_a + n_b}{n_a n_b}$$

Le rapport R est alors égal à :

$$R = \frac{d}{S_d} = d \sqrt{\frac{n_a + n_b - 2}{\sum (x_a - \bar{x}_a)^2 + \sum (x_b - \bar{x}_b)^2} \cdot \frac{n_a \cdot n_b}{n_a + n_b}}$$

Et il est possible de comparer la valeur de R à la valeur de t donnée par la table de Student-Fisher à $N = n_a + n_b - 2$ degrés de liberté, et au seuil de probabilité que nous avons choisi égal à 0,05. Si $R \geq t$, la plante est différentielle avec une probabilité de 95 % de la série où elle est la plus abondante. Notons immédiatement que les résultats écologiques et biologiques confirment pleinement les mises en évidence ainsi réalisées. Cette méthode que nous nous proposons d'appeler « *méthode de la différentielle statistique* », autorise évidemment des séparations qu'il serait fort délicat d'opérer sans s'appuyer sur une base mathématique.

Une fois les caractéristiques et les différentielles reconnues, on les utilise pour la dénomination des associations selon la méthode de l'Ecole de Zurich-Montpellier. Notons dès maintenant que les dénominations attribuées à certaines entités d'ordre supérieur (alliance, ordre) pourraient surprendre. C'est ainsi que nous allons être appelé à classer dans le Quercion robori-sessiliflorae des forêts ne renfermant pas trace de chênes. Il s'agit là d'une stricte question de nomenclature. Remarquons par ailleurs que pour le phytosociologue, à l'encontre parfois du forestier, les arbres ne constituent qu'un élément d'une forêt, le plus spectaculaire sans doute, mais pas toujours le plus important au point de vue association. Un bois de hêtres dont le sous-bois serait formé de plantes

appartenant au cortège habituel du chêne sessile sera considéré comme une chênaie par le phytosociologue, et réciproquement. « Il ne faut pas confondre forêt de hêtres et association du hêtre » (BRAUN-BLANQUET).

Il est parfois difficile de ranger certaines associations des hêtraies dans les cadres phytosociologiques d'ordre supérieur. Nous proposons une représentation graphique qui nous l'a permis assez simplement; toute forêt des Querceto-Fagetea peut en effet être représentée par un point dans une figuration géométrique et l'emplacement de ce point est caractéristique de sa position dans la classification.

Soit une forêt des Querceto-Fagetea; c'est l'ensemble de quatre groupes de plantes:

(α): Plantes du Fagion et des Fagetalia silvaticae

(β): Plantes du Quercion et des Quercetalia robori-sessiliflorae

(γ): Plantes des Querceto-Fagetea

(δ): Espèces compagnes

On peut donc caractériser la position systématique de cette association par quatre chiffres:

$$x = \frac{\alpha}{\gamma} \quad y = \frac{\gamma}{\delta} \quad z = \frac{\delta}{\alpha} \quad t = \frac{\alpha}{\beta}$$

α , β , γ , δ étant respectivement la somme des moyennes $\bar{x}$ des plantes de chaque ensemble (α), (β), (γ), (δ).

Par ailleurs $\alpha + \beta + \gamma + \delta = N$, N étant un nombre fixe. N'ayant que trois degrés de liberté pour nos variables, nous pouvons donc envisager une figuration spatiale à trois dimensions. Considérons un tétraèdre régulier ABCD (fig. 1). En coordonnées triangulaires dans le triangle équilatéral ADC on peut représenter x , y , z , par des points L, M, N, tels que

$$x = \frac{CL}{DM} = \frac{CL}{AM'} \quad y = \frac{DM}{AN} = \frac{DM}{CN'} \quad z = \frac{AN}{CL} = \frac{AN}{DL'}$$

La solution existe et elle est unique. Les parallèles à CD, DA et AC menées respectivement par L, M, et N sont concourantes en un point O. Ce point O est le barycentre de A, D, C affectés de α , δ et γ . On finit de caractériser l'association avec Ω tel que

$$t = \frac{B\Omega}{\Omega O}. \text{ Ce point } \Omega \text{ est la représentation de l'association.}$$

2 — Le milieu.

Nous examinerons successivement les méthodes d'études des milieux climatique, pédologique et biotique.

a) Les facteurs climatiques.

Le climat régional étant supposé connu, il s'agit de déterminer le méso-climat et les micro-climats propres à chaque association et partie d'association.

Ne disposant pas d'appareils enregistreurs, nous avons fait des mesures à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué en cinquièmes de degrés Celsius. Nous avons protégé le réservoir par une rondelle de carton blanc réfléchissant le rayonnement solaire direct.

La luminosité a été mesurée, par comparaison elle aussi, à l'aide de deux appareils, une cellule photoélectrique et un posophotomètre à comparaison de brillance. Les résultats obtenus sont homologues.

L'humidité relative de l'atmosphère a été relevée à l'hygromètre à cheveu, soigneusement réglé chaque fois. Nous en avons déduit, de façon approchée, le déficit de saturation. Il donne en effet

le rapport $h = \frac{f}{F}$, f étant l'humidité réelle et F la pression saturante de vapeur d'eau dans les mêmes conditions. On en déduit

$e = F(I - h)$, F est fourni par les tables de Regnault (voir par exemple Angot - Introduction à la Météorologie).

L'évaporation a été mesurée avec des évaporimètres de Piche, simultanément en des endroits différents.

b) Les facteurs pédologiques.

Deux temps principaux s'imposent : sur le terrain, étude des profils des sols et de certaines propriétés ; au laboratoire, analyses et détermination des autres caractéristiques. Nous avons employé la terminologie proposée par AUBERT et DUCHAUFOR (Congrès de Paris, 1956). Voici la nomenclature utilisée :

horizons	
sans entraînement	A ₀ matières organiques pures
(sols peu évolués)	A ₁ mixte
ou horizons éluviaux	
(sols évolués)	A ₂ minéral
horizons illuviaux	(B) Fe ₂ O ₃ libre
d'accumulation	B ₁ riche en argiles et en fer
	B ₂
présence	
d'une nappe d'eau	G gley
roche-mère	C

Nous n'avons pu effectuer en laboratoire que quelques mesures, en particulier granulométriques. Voici brièvement notre mode opératoire :

La fraction supérieure à 2 mm est d'abord séparée par tamisage et pesée.

La fraction inférieure est conservée pour la suite des opérations.

Les matières organiques sont dosées par calcination au rouge et addition d'eau oxygénée concentrée, sur 10 g de sol séchés à l'air.

La granulométrie est effectuée sur un autre échantillon de 10 g, après élimination des matières organiques. La dispersion des colloïdes est assurée par adjonction de citrate de soude sodique. Une sédimentation de huit heures pour 10 cm de chute fournit deux fractions séparées par siphonage :

- suspension de colloïdes minéraux et organiques
- dépôt des sables et des silts (= limons)

Les sables sont ensuite séparés des silts par une sédimentation de 14'30" pour une hauteur de 30 cm de chute. Après siphonage, ces deux éléments sont séchés à l'air et pesés.

La suspension est alors reprise ; l'addition d'une solution de chlorure de potassium et le chauffage ménagé provoquent la floculation des colloïdes minéraux (= argiles) qui sont recueillis par filtration sous un léger vide. L'addition d'acide chlorhydrique concentré au filtrat fait alors flocculer les colloïdes humiques qui à leur tour sont filtrés, séchés et pesés.

Les divers résultats sont exprimés en pourcentage de terre fine séchée à l'air.

Les procédés, parfois rudimentaires, employés n'ont pas permis une grande précision et l'erreur peut atteindre 6 à 7 pour cent. Pour que le lecteur puisse apprécier le degré d'erreur, nous n'avons en aucun cas « arrondi » les calculs pour obtenir un total de 100.

c) *Les facteurs biotiques.*

Nous n'avons effectué aucune culture de la microflore du sol, mais nous avons eu la chance de bénéficier, sur notre terrain, des observations et des conseils de Th. DOMINIK et de B. BOULLARD, spécialistes de la rhizosphère, qui nous ont fourni de très précieux éléments.

Nous avons fait appel à quelques traits biologiques d'observation, notamment pour expliquer les divers modes de concurrence vitale et les relais d'espèces lors de la dynamique de nos associations. Les modes de dispersion des espèces et leur facilité de survie à d'anciens épisodes climatiques défavorables sont également importants à considérer.

LES FORÊTS DU VERSANT SUD DES MONTS DORES

On appelle « hêtraie », au sens usuel du mot, un bois constitué essentiellement de hêtres. Au sens phytosociologique, d'acception quelque peu différente, c'est une association végétale renfermant un certain nombre de caractéristiques dont le hêtre constitue la plus spectaculaire. Dans le cadre de la région étudiée ici, cette distinction ne joue guère et nous appliquerons indifféremment le terme de hêtraie à des ensembles répondant à l'une ou à l'autre de ces définitions.

Dans le massif des Dores, la hêtraie semble être l'un des climax, et dans ce pays rude, souvent d'accès peu facile, certaines parties de la vaste forêt primitive ont peu subi l'action de l'homme. Elles nous présentent donc l'aspect naturel de la végétation indigène, dans sa variété de détails originelle. Cette diversité se traduit par les compositions différentes du tapis herbacé, reflets de l'état du sol et de l'état biologique de la forêt. Nous allons examiner successivement :

- A — les hêtraies de l'ordre des Fagetalia (à sol peu acide),
- B — les hêtraies de l'ordre des Quercetalia (à sol acide),
- C — le milieu de la hêtraie (facteurs climatiques, édaphiques et biotiques),
- D — les rapports de la hêtraie avec les associations non silvatiques voisines,
- E — les rapports de la hêtraie avec les forêts d'altitude moindre,
- F — les plantations et leur avenir possible.

A — Les hêtraies de l'ordre des Fagetalia

1 — Le *Fageto-Scilletum lilio-hyacinthii* Lemée 1956.

LUQUET, dans sa thèse (1926), est le premier auteur à avoir envisagé l'étude des forêts d'Auvergne sous un angle phytosociologique. Il ne faudrait cependant pas oublier les très exactes descriptions de LECOQ dès 1835. En 1932, le fondateur de la méthode Zuricho-Montpelliéraine, BRAUN-BLANQUET, désignait le climax des hêtraies d'Auvergne sous le nom de *Fagetum gallicum*. Il nous semble cependant que les trois relevés de notre région donnés par cet auteur ne peuvent être rangés dans le *Fagetum gallicum* tel qu'il devait lui-même le définir en 1952; peut-être sont-ils plus proches du *Fageto-Scilletum* (BR.-BL.) des environs de Luchon. En

1956, LEMÉE devait proposer le terme, conforme à la nomenclature, de *Fageto-Scillettum lilio-hyacinthii* pour « la hêtraie à sol brun à humus du type mull » du Massif Central. Ce terme convient parfaitement à certaines hêtraies des Monts Dore et nous l'adoptons, dans un sens peut-être un peu plus restreint, car nous en écartons les hêtraies à luzules.

Cette association se présente sous la forme d'une belle futaie où le hêtre, presque exclusif dans la strate arborescente, est particulièrement bien venu. La forêt n'a qu'une strate arbustive très réduite, avec, de ci de là, quelques jeunes hêtres, quelques alisiers, ronces et *Lonicera (nigra et alpigina)*. Nos relevés ont pu aisément porter sur des individus d'association où aucune coupe n'avait été effectuée depuis fort longtemps, car l'exploitation de ces bois est souvent très irrégulière et très espacée dans le temps. Certains relevés concernent des futaies dont les arbres avaient gelé à cause de l'altitude. Leur tronc avait séché et ils avaient repoussé à partir de rejets. Nous n'avons rencontré ce phénomène que dans cette association — où les conditions sont optimales pour le hêtre.

L'altitude où l'association atteint son optimum est d'environ 1 300 m et les individus d'associations bien caractéristiques que nous avons rencontrés s'échelonnent de 1 100 à 1 450 m. La pente du sol est souvent forte, 40° en moyenne et nous avons noté une pente extrême de 60° dans la vallée du Chaudefour. Cette difficulté d'exploitation n'est pas sans expliquer le peu d'action de l'homme que présentent ces forêts. Le substratum est très varié, comprenant des granites, des trachytes, des andésites et des basaltes. Il ne paraît pas avoir d'action marquée sur la composition floristique ou la croissance de la forêt. De même l'exposition ne semble pas préférentielle, bien que les vallées glaciaires et fluviales dont les pentes les portent soient généralement orientées d'ouest en est.

Nous avons assuré l'homogénéité de notre tableau de relevés par la méthode de CZEKANOWSKI. Le coefficient de SORESENSEN n'est jamais descendu en dessous de 35, ce que nous considérons comme suffisant*.

* Le tableau complet et le tableau des coefficients de Czekanowski sont portés dans le mémoire déposé au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. Il en est de même pour les autres associations. De la même façon nous n'avons pu indiquer ici les coefficients d'abondance-dominance. Pour permettre une connaissance suffisante des Associations, nous avons noté les associations en coefficients de présence et en indice de classe.

Coefficient de présence (1^{er} chiffre noté) :

- I = Espèce très rare.
- II = Espèce représentée dans moins de 2/5 des relevés.
- III = Espèce représentée dans 2/5 à 3/5 des relevés.
- IV = Espèce représentée dans 3/5 à 4/5 des relevés.
- V = Espèce représentée dans 4/5 au moins des relevés.

Indice de classe (2^e chiffre noté) :

L'indice de classe est le rapport de la somme des coefficients d'abondance-dominance au nombre de présence.

L'association ainsi constituée, nous avons élevé neuf espèces au rang de caractéristiques d'association. Leur présence habituelle, aussi bien dans l'association typique que dans les sous-associations nous y a autorisé. Leur aire restreinte et leurs conditions écologiques définies assez strictement nous permettront de les considérer comme différentielles de notre association, par rapport aux autres associations du Fagion lorsque nous comparerons cette hêtraie aux autres hêtraie françaises et européennes.

Caractéristiques d'Association.

Fagus silvatica L. V; 3,0 - *Scilla lilio-hyacinthus* L. V; 1,5 - *Euphorbia hyberna* L. IV; 0,6 — *Fagus silvatica* L. (germinations) IV; 0,3 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *glochidisperma* Murb. III; 0,6 - *Pulmonaria affinis* Jordan ssp. *eu-affinis* P. F. III; 0,3 - *Polygonatum verticillatum* All. III; 0,3 - *Fagus silvatica* L. (arbusitif) II; 0,4 - *Epilobium montanum* L. II; 0,3 - *Circaea intermedia* Ehrh. I; 0,1 - *Conopodium denudatum* Koch I; 0,1.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Asperula odorata L. IV; 0,6 - *Actaea spicata* L. IV; 0,4 - *Paris quadrifolia* L. IV; 0,3 - *Galeobdolon luteum* Huds. IV; 0,2 - *Milium effusum* L. IV; 0,2 - *Prenanthes purpurea* L. III; 0,7 - *Myosotis silvatica* Hoffm. III; 0,4 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze III; 0,1 - *Dentaria pinnata* Lank. II; 0,8 - *Festuca silvatica* Vill. II; 0,3 - *Euphorbia dulcis* L. II; 0,1 - *Euphorbia amygdaloides* L. II; 0,1 - *Cicerbita muralis* Wallr. I; 0,1 - *Lilium martagon* L. I; 0,1 - *Neottia nidus-avis* L. I; 0,1 - *Poa nemoralis* L. I; 0,1 - *Carex silvatica* Huds. I; 0,1 - *Impatiens noli-tangere* L. I; 0,1 - *Lysimachia nemorum* L. I; 0,1 - *Epilobium duriei* Gay I; 0,1 - *Scrophularia nodosa* L. I; 0,1 - *Carex remota* L. I; 0,1.

Quercion et Quercetalia robori-sessiliflorae.

Solidago virga-aurea L. II; 0,2 - *Convallaria maialis* L. II; 0,2 - *Hieracium* groupe *murorum* I; 0,3 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. I; 0,1 - *Sorbus aria* Crantz I; 0,1 - *Maianthemum bifolium* D.C. I; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Viola silvestris Koch IV; 0,5 - *Anemone nemorosa* L. IV; 0,3 - *Melandryum silvestre* Roehl IV; 0,2 - *Melica uniflora* Retz III; 0,1 - *Moehringia trinervia* Clairv. II; 0,2 - *Abies pectinata* Lmk. I; 0,1 - *Ranunculus breynianus* Crantz I; 0,1 - *Bromus asper* L. I; 0,1 - *Arum maculatum* L. I; 0,1 - *Epipactis latifolia* Vill. I; 0,1 - *Campanula trachelium* L. I; 0,1 - *Senecio spathulaefolius* D.C. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Oxalis acetosella L. III; 0,4 - *Dryopteris filix-mas* Schott. III; 0,4 - *Athyrium filix-foemina* Roth. III; 0,4 - *Poa chaixii* Vill. II; 0,4 - *Senecio cacaliaster* Lmk. II; 0,2 - *Luzula maxima* D.C. I; 0,3 - *Phegopteris dryopteris* Fée I; 0,1 - *Geranium robertianum* L. I; 0,1 - *Sorbus aucuparia* L. I; 0,1

Muscinées.

Hylocomium triquetrum Br. Eur. I; 0,1 - *Hylocomium splendens* Br. Eur. I; 0,1 - *Polytrichum formosum* Hedw. I; 0,1 ...

(Association définie sur 28 relevés).

Scilla lilio-hyacinthus L. endémique pyrénéo-centrale est la meilleure de nos caractéristiques; nous ne l'avons rencontrée qu'une fois en dehors des hêtraies sur le flanc sud du Puy de Pallaret. *Euphorbia hyberna* L., espèce strictement atlantique, est ici à sa limite orientale et fournit une bonne caractéristique des forêts du Massif Central et des Pyrénées. Au contraire, la sous-espèce *glochidisperma* Murb. de *Stellaria nemorum* L. est plutôt nordique (voir Lawalrée). Non encore signalée dans notre région, elle semble avoir été méconnue car elle est bien caractérisée, et la confrontation avec des spécimens d'herbier nous l'a confirmé. *Pulmonaria affinis* Jordan, sous-espèce *cu-affinis* P.F. est plutôt une plante du sud de la France, et on ne la rencontre en Auvergne que dans les bois des Fagetalia, station assez étonnante pour une plante méridionale; il est vrai que la systématique très embrouillée des Pulmonaires ne correspond peut-être pas à la réalité écologique. *Polygonatum verticillatum* Allioni se rencontre à l'étage du hêtre sur sol brun des forêts et apparaît comme une caractéristique régionale. *Epilobium montanum* L. sensu stricto est fréquente dans notre dition alors qu'*Epilobium duriei* Gay ne se trouve qu'à leur limite supérieure. Une autre Oenotheracée, *Circaea intermedia* se montre fréquemment dans les stations où la nappe phréatique est proche de la surface, de même que *Conopodium denudatum* Koch, atlantique à sa limite est.

Cette association est commune dans les Monts Dore où elle conserve une bonne homogénéité floristique. L'ensemble caractéristique est pratiquement toujours présent. Les individus d'association peuvent recouvrir des surfaces continues de l'ordre d'un hectare ou être morcelés en fragments de quelques mètres carrés. Dans les Monts Dômes elle est beaucoup plus dégradée et n'est restée à l'état de futaie que dans le parc d'Allagnat et sur les Puits de Côme et de Manson. La très belle carte de la végétation des Monts Dômes dressée par LEMÉE en montre la répartition exacte. *Daphne mezereum* L. y semble plus fréquent que dans les Monts Dore. La hêtraie des Gardes dans les Monts de la Madeleine marque la limite

nord-est de nos deux caractéristiques les plus importantes, *Scilla lilio-hyacinthus* et *Euphorbia hyberna*. Le cortège floristique du hêtre y est appauvri, et la hêtraie passe insensiblement au Querceto-Fagetum LEMÉE 1937. Le Forez ne possède pas les caractéristiques atlantiques de notre association, et les hêtraies de cette région paraissent proches de celles décrites dans les Cévennes par BRAUN-BLANQUET comme Fagetum gallicum conopodietosum (1953). Par contre, les hêtraies du Cantal sont identiques à celles des Dores, avec lesquelles elles sont en continuité plus ou moins nette. Il en est de même pour celles de la partie ouest de l'Auvergne et de l'Artense. Notons cependant que le houx y semble plus abondant.

Il est permis de penser qu'on rencontre le Fageto-Scilletum lilio-hyacinthii dans les Pyrénées, bien que nous ne possédions pas de relevés de cette région. Il y aurait cependant lieu de distinguer deux ensembles à nombreuses différentielles, les Dores ne possédant évidemment pas les nombreuses endémiques des Pyrénées.

2 — Le Fageto-Scilletum athyrietosum.

Nous avons proposé la dénomination de Fageto-Scilletum athyrietosum, en 1960, pour désigner un groupement assez fréquent dans les hêtraies des Dores. Il se présente généralement sous forme fragmentaire le long des ruisselets ou dans les éboulis au pied des falaises trachytiques. Nous avons cependant rencontré des surfaces notables recouvertes par cette sous-association notamment dans les bois de Chaudefour et de Sarrevielle.

Le plus souvent il s'agit d'un taillis-sous-futaie. La strate arborescente n'a pas un recouvrement supérieur à 55 %, et les hêtres qui la composent sont de faible taille, souvent tortueux et mal venus. Parfois cependant ils peuvent pousser de meilleure façon, à Chaudefour surtout. La strate arbustive est formée de hêtres jeunes et de rejets, avec quelques sorbiers. Les fougères et de grandes composées encombrent le sous-bois. La strate herbacée est très vigoureuse, les mousses rares.

Cette sous-association atteint son optimum de développement sensiblement à la même altitude que l'association, 1 300 à 1 350 m, mais elle descend nettement moins bas et monte relativement très haut près de la limite supérieure de la forêt. La pente du sol est particulièrement forte, ce groupement occupant les rebords glaciaires raides des vallées en auge. Le substratum géologique est volcanique et comprend des laves variées, acides ou non.

Un trait important de cette sous-association tient à son exposition. Pour 6 expositions est, 9 nord-est et 3 nord dans les individus d'association typiques considérés, aucune exposition ouest, sud-ouest ni sud. Les conditions écologiques nous en donneront la raison. L'homogénéité statistique du tableau de sous-association a été fournie

par la méthode de Sorensen. Les coefficients ont varié de 32 à 62. Aucune structure n'a été mise en évidence dans le tableau de CZEKA-
NOWSKI.

Différentielles de sous-association.

Athyrium filix-foemina Roth. V; 1,4 - *Dryopteris filix-mas* Schott. V; 1,3 - *Melandryum silvestre* Roehl. V; 0,7 - *Lysimachia nemorum* L. V; 0,4 - *Carex leporina* L. et var. *argyroglochis* Koch) III; 0,1 - *Aspidium aculeatum* Sw. ssp. *angulare* Kit. II; 0,2 - *Polistichum spinulosum* D.C. ssp. *eu-spinulosum* Mill. II; 0,3.

Caractéristiques d'association.

Fagus silvatica L. V; 2,4 - *Fagus silvatica* L. (arbusatif) V; 0,5 - *Scilla lilio-hyacinthus* L. IV; 0,6 - *Fagus silvatica* L. (germinations) III; 0,7 - *Epilobium montanum* L. III; 0,2 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. II; 0,3 - *Circaea intermedia* Ehrh. II; 0,2 - *Euphorbia hyberna* L. II; 0,2 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *glochidisperma* Murb. II; 0,1 - *Polygonatum verticillatum* All. N; 0,1 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *alpestre* Lam. I; 0,1.

Transgressives de l'Adenostylien.

Mulgedium alpinum Less. NN; 0,1 - *Adenostyles albifrons* Rehb. II; 0,2 - *Doronicum austriacum* Jacq. I; 0,1 - *Mulgedium plumieri* D.C. I; 0,1 - *Rumex arifolius* All. I; 0,1 - *Peucedanum ostruthium* Koch I; 0,1 - *Saxifraga rotundifolia* L. I; 0,1 - *Epilobium trigonum* L. I; 0,1.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Actaea spicata L. IV; 0,3 - *Prenanthes purpurea* L. IV; 0,2 - *Paris quadrifolia* L. III; 0,3 - *Asperula odorata* L. III; 0,3 - *Milium effusum* L. II; 0,2 - *Myosotis silvatica* Hoffm. II; 0,2 - *Galeobdolon luteum* Huds. II; 0,1 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze II; 0,2 - *Festuca silvatica* L. II; 0,2 - *Lilium martagon* L. II; 0,1 - *Corydalis solida* Sm. N; 0,5 - *Impatiens noli-tangere* L. I; 0,1 - *Euphorbia amygdaloides* L. I; 0,1.

Quercion et Quercetalia robori-sessiliflorae.

Salidago virga-aurea L. I; 0,1 - *Maianthemum bifolium* D.C. I; 0,1 - *Orobancha tuberosus* L. I; 0,1 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. I; 0,1

Querceto-Fagetea.

Anemone nemorosa L. II; 0,3 - *Melica uniflora* Retz II; 0,1 - *Cirsium crisithales* L. II; 0,1 - *Bromus asper* L. I; 0,1 - *Viola silvestris* Koch I; 0,1.

Espèces compagnes.

Oxalis acetosella L. III; 0,5 - *Sambucus racemosa* L. III; 0,3 - *Sorbus aucuparia* L. (germinations) II; 0,3 - *Sorbus aucuparia* L.

(arbustif) II ; 0,1 - *Luzula maxima* L. II ; 0,1 - *Carex muricata* L. II ; 0,1 - (18 relevés).

Carex leporina L., commun dans les prairies environnantes, s'infiltré à l'intérieur de la hêtraie à la faveur de conditions écologiques favorables. Il revêt alors souvent la forme *argyroglochin* Koch qui n'est guère qu'un accommodat. *Aspidium aculeatum* Sw. ssp. *angulare* Kit. est une silvatique ombrophile à sa limite supérieure, ce n'est qu'une caractéristique locale. *Polystichum spinulosum* D.C. ssp. *eu-spinulosum* Mill. s'élève le long des bords humides des ruisseaux.

Athyrium filix-foemina Roth. qui a servi à dénommer notre sous-association est très fréquente et simultanément dominante. Ce n'est pourtant que statistiquement qu'il est possible d'en faire une caractéristique car on la rencontre dans le Fageto-Scilletum typique. La méthode de la différentielle statistique nous donne une valeur de t de 3,42 alors que le t de STUDENT-FISCHER pour une probabilité de 95 % est de 2,03. Il en est de même de *Melandryum silvestre* Roehl. (t calculé = 3,66 et t = 2,01) et de *Dryopteris filix-mas* Schott. (t calculé = 4,48 et t = 2,05). Sur le terrain, on reconnaît d'un coup d'œil la sous-association et l'association; la méthode de la différentielle statistique faisant appel à $\bar{x}$ se révèle beaucoup plus précise et exacte que la simple considération de la présence ou de l'absence des espèces, généralement employée.

Dans les Monts Dores, cette sous-association est bien développée et présente sur toute l'aire de la hêtraie. Cependant elle est souvent fragmentaire comme nous l'avons déjà signalé. Elle nous a paru bien typique dans les Monts du Cantal, notamment dans la vallée de l'Allagnon. Une sous-association très semblable, mais privée de *Scilla lilio-hyacinthus* se rencontre dans les Monts du Forez. Nous ignorons son extension sur le glacis ouest du Massif Central. Il est probable qu'elle y existe.

3 — Le Fageto-Scilletum equisetosum.

Nous avons élevé au rang de sous-association un aspect des hêtraies des Dores. Il se caractérise à première vue par sa richesse en Prêles. Sous une strate arborescente où les hêtres sont exclusifs, la strate arbustive est très pauvre et pratiquement nulle. Par contre, la strate herbacée montre un recouvrement moyen de 80 %, avec une dominance nette d'*Equisetum hyemale* L. qui est parfois en peuplements presque purs. (Il s'agit évidemment de la race occidentale à côtes biangulaires).

La fréquence la plus grande de cette association se trouve pour une altitude optimum assez basse, de l'ordre de 1 000 m. En effet, elle exige la présence du hêtre et des prêles, qui ont des réparti-

tions altitudinales différentes — les prêles sont rares au-dessus de 1 100 m. La pente du sol est de 35° en moyenne. Les prêles poussent donc sur un sol horizontal qui n'est pas inondé en permanence. L'exposition nord-est semble préférentielle et on peut penser qu'elle est en rapport avec les conditions écologiques que préfère le groupement.

L'homogénéité statistique de la sous-association, fournie par le coefficient de SORESENSEN, est plus faible que dans les cas précédents. Cela s'explique par la relative abondance d'espèces prairiales apportées par les eaux.

Caractéristiques de sous-association.

Equisetum hyemale L. V; 3,3 - *Calamagrostis lanceolata* Roth. II; 0,5.

Caractéristiques de l'association.

Fagus sylvatica L. V; 3,3 - *Scilla lilio-hyacinthus* L. III; 0,4 - *Circaea intermedia* Ehrh. III; 0,2 - *Euphorbia hyberna* L. II; 0,3 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *glochidisperma* Murb. I; 0,1 - *Fagus sylvatica* L. (arbustif) I; 0,1 - *Fagus sylvatica* L. (germinations) I; 0,1 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *cu-affinis* P.F. I; 0,1 - *Epilobium montanum* L. I; 0,1.

Fagion et Fagetalia sylvaticae.

Myosotis silvatica Hoffm. III; 0,4 - *Impatiens noli-tangere* L. III; 0,3 - *Asperula odorata* L. II; 0,2 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulz II; 0,2 - *Festuca heterophylla* Lam. II; 0,2 - *Scrophularia nodosa* L. II; 0,2 - *Daphne mezereum* L. I; 0,1 - *Paris quadrifolia* L. I; 0,1 - *Cicerbita muralis* Wallr. I; 0,1 - *Poa nemoralis* L. I; 0,1 - *Veronica montana* L. I; 0,1 - *Festuca sylvatica* Vill. I; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Melandryum silvestre Roehl. III; 0,3 - *Viola silvestris* Koch I; 0,1 - *Anemone nemorosa* L. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Ranunculus aconitifolius L. III; 0,3 - *Cardamine impatiens* L. III; 0,1 - *Angelica silvestris* L. II; 0,2 - *Dryopteris phegopteris* Fée II; 0,2 - *Poa chaixii* Vill. I; 0,1 - *Avena pubescens* L. I; 0,1 - *Agrostis capillaris* L. I; 0,1 - *Phalaris arundinacea* L. I; 0,1 - *Lotus corniculatus* L. I; 0,1 - *Alchemilla vulgaris* Rehb. I; 0,1 - *Senecio doronicum* L. I; 0,1 - *Aconitum vulparia* Rehb. I; 0,1 - *Equisetum silvaticum* L. I; 0,1 - *Dryopteris filix-mas* Roth. I; 0,1.

Musciniées.

Mnium hornum L. II ; 0,3 - *Mnium undulatum* Neck. I ; 0,4 - *Hypnum cuspidatum* L. I ; 0,1 - *Eurhynchium* sp. I ; 0,1. (11 relevés).

Les deux différentielles sont pratiquement exclusives de la sous-association. Les stations étudiées n'avaient pas été signalées par les auteurs locaux précédents.

Dans les Monts Dores, la sous-association est relativement rare et présente seulement dans les régions basses. Dans les Monts Dômes, elles semble également fragmentaire et passe au Querceto-Carpinetum montanum LEMÉE 1956, dans la vallée de la Pépinière près de Royat par exemple.

Dans le Forez, LEGRAND a signalé *Equisetum hyemale* dans une hêtraie au nord du Roc de Gourgon vers 1 400 m. SALANON (communication verbale) a retrouvé cette station et nous a confirmé qu'elle coïncidait avec la sous-association des Dores. Dans le massif du Cantal elle semble présente dans les bois du Siniq et les bois de Chenuscles et d'Algère.

4 — Le Fageto-Scilletum moehringietosum.

Il nous a été donné d'observer une sous-association assez peu répandue mais à caractères tranchés. Elle est liée à l'évolution naturelle des forêts, résultant d'une diminution marquée du pourcentage de recouvrement de la strate supérieure, sans que cette diminution soit provoquée par des coupes. Elle peut donc résulter de chablis peu étendus ou encore de la chute d'arbres morts sur pied, qui se décomposent ensuite sur place. Cette sous-association est souvent fragmentaire comme on peut penser, mais nous avons pu observer une surface assez grande qu'elle recouvrait dans la forêt de Sarrevielle.

Comme il est normal, l'altitude de cette sous-association est la même que celle de l'association typique. La pente est également très comparable. La fréquence selon l'exposition n'est nullement préférentielle. Le substratum géologique est varié. Le recouvrement de la strate arborescente est anormalement faible, de l'ordre de 20 % avec une strate arbustive faible également. Par contre, la strate herbacée est très exubérante et son degré de recouvrement atteint 100 % ; parfois même il faudrait considérer deux strates herbacées superposées. Le coefficient de SORENSEN traduit une excellente homogénéité statistique.

Différentielles de facies.

Geranium robertianum L. IV ; 2,4 et I ; 0,1 - *Cardamine impatiens* L. I ; 0,1 et IV ; 1,9.

Différentielles de sous-association.

Moehringia trinervia Clairv. V; 2,5 - *Galeobdolon luteum* Huds. V; 2,5 - *Galeopsis tetrahit* L. ssp. *eu-tetrahit* P.F. IV; 0,4 - *Arum maculatum* L. III; 0,1 - *Mercurialis perennis* L. II; 0,1.

Caractéristiques d'association.

Fagus silvatica L. V; 0,7 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. V; 0,4 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *glochidisperma* Murb. V; 0,4 - *Fagus silvatica* L. (germinations) IV; 1,9 - *Scilla lilio-hyacinthus* L. IV; 0,4 - *Euphorbia hyberna* L. IV; 0,4 - *Conopodium demudatum* Koch IV; 0,3 - *Epilobium montanum* L. III; 0,6 - *Fagus silvatica* L. (arbusitif) II; 0,3 - *Circaea intermedia* Ehrh. II; 0,2.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Myosotis silvatica Hoffm. V; 0,3 - *Asperula odorata* L. IV; 0,3 - *Cicerbita muralis* Wallr. III; 0,3 - *Dentaria pinnata* Lmk. III; 0,2 - *Actaea spicata* L. II; 0,1 - *Paris quadrifolia* L. III; 0,1 - *Prenanthes purpurea* L. III; 0,1 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze II; 0,7 - *Milium effusum* L. II; 0,7 - *Poa nemoralis* L. II; 0,1 -

Querceto-Fagetea.

Viola silvestris Koch IV; 0,5 - *Melandryum silvestre* Roehl. III; 0,1 - *Campanula trachelium* L. II; 0,2 - *Melica uniflora* Retz I; 0,1 - *Cirsium erisithales* Scopoli I; 0,1 - *Ilex aquifolium* L. I; 0,1 - *Anemone nemorosa* L. I; 0,1 - *Luzula nivea* D.C. I; 0,1 - *Bromus asper* L. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Oxalis acetosella L. V; 0,5 - *Ranunculus aconitifolius* L. V; 0,4 - *Dryopteris filix-mas* Schott. IV; 0,4 - *Athyrium filix-foemina* Roth. III; 0,4 - *Valeriana officinalis* L. (et ssp. *div.*) I; 0,1 - *Hieracium vulgatum* Fries I; 0,1 - *Urtica dioica* L. I; 0,1 - *Glechoma hederacea* L. I; 0,1 - *Senecio cacaliaster* Lmk. I; 0,1 - *Ajuga reptans* L. I; 0,1 - *Galium uliginosum* L. I; 0,1 - *Poa chaixii* Vill. I; 0,1 - *Epilobium spicatum* Lam. I; 0,1.

Muscinées.

Polytrichum formosum Hedw. II; 0,3 - *Orthotrichum* sp. I; 0,2 - *Homalothecium sericeum* Br. Eur. I; 0,1 - *Mnium undulatum* Neck. I; 0,1 - *Mnium roseum* Hedw. I; 0,1.

On peut considérer à l'intérieur du Fageto-Scilletum moehringetosum deux facies, l'un à *Geranium robertianum* et l'autre à *Cardamine impatiens* L. Ils se distinguent immédiatement sur le terrain par la nette dominance de ces espèces.

Les différentielles de sous-association sont au nombre de cinq : deux sont exclusives à l'intérieur des hêtraies, sur notre territoire tout au moins, *Arum maculatum* et *Mercurialis perennis*, *Moehringia trinervia* Clairveaux, présente dans l'association typique avec un faible degré de présence est très abondante dans cette sous-association. Elle nous a paru rare en dehors, bien que CHASSAGNE la signale « très commune dans les Monts Dore » dans son Inventaire analytique. De même *Galeobdolon luteum* ne se trouve guère que dans la sous-association. La méthode de la différentielle statistique nous donne t calculé = 6,08 (pour $t = 2,019$). Elle est donc caractéristique de façon hautement significative, *Galeopsis tetralix* est une espèce d'endroits bien éclairés dans les sous-bois, il n'est pas étonnant de la rencontrer ici. Les deux différentielles de faciès sont également différentielles de la sous-association par rapport à l'association typique, de façon hautement significative.

Dans les Dorez cette sous-association est assez rare car liée, strictement semble-t-il, à l'absence d'intervention de l'homme. C'est dans les hêtraies les plus « sauvages » celle de Sarrevielle par exemple, qu'elle est le mieux représentée. Elle n'en semble pas moins devoir revêtir une grande importance en ce qui concerne l'évolution naturelle de la végétation. Dans les Monts Dômes, encore plus exploités et dégradés que les Dorez, nous en avons vu un seul individu d'association, dans les bois de Volvic. Dans le Forez une variante appauvrie paraît se rencontrer sur le versant dominant la plaine de Montbrison. Au sud elle atteint les environs de Saint-Flour. Nous ignorons sa limite ouest ; elle existe aux environs de Messeix (de LACHAPPE - communication verbale).

5 — Le Fageto-Scilletum allietosum.

Une autre sous-association est bien caractérisée dans les parties les plus élevées de nos forêts. *Allium victorialis* L. étant à la fois dominante et différentielle nous l'avons intitulée Fageto-Scilletum allietosum en 1960. On peut la rencontrer sur des surfaces assez étendues, mais généralement d'accès peu facile.

L'altitude optimale de cette sous-association est la plus haute que nous ayons notée : 1 400 m environ. La limite inférieure ne semble pas descendre bien en dessous de 1 300 m et la limite supérieure est celle de la forêt, nous avons relevé un individu d'association à 1 520 m. La pente du sol est très forte et atteint couramment 60°, ce qui est dû à la forme très redressée des reliefs érodés par les glaciers. Le substratum est varié, mais toujours volcanique. L'exposition est nettement préférentielle ; la sous-association est pratiquement toujours localisée sur des pentes nord ou est et nous ne l'avons pas rencontrée aux expositions ouest ni sud. L'étude des sols et de leur genèse nous permettra de l'expliquer. Physionomi-

quement, la hêtraie se présente comme une futaie avec quelques rejets de hêtres en sous-bois. La strate herbacée est bien représentée, mais la strate muscinale très pauvre.

Différentielles de sous-association.

Allium victorialis L. V; 1,2 - *Prenanthes purpurea* L. V; 1,2 - *Calamagrostis arundinacea* Roth. IV; 0,2 - *Lilium martagon* L. IV; 0,2 - *Aspidium lobatum* Sw. III; 0,1 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *alpestris* Lank. III; 0,1.

Caractéristiques d'association.

Fagus silvatica L. V; 2,7 - *Scilla lilio-hyacinthus* L. V; 0,5 - *Euphorbia hyberna* L. III; 0,3 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. III; 0,2 - *Fagus silvatica* (germinations); II; 0,5 - *Conopodium denudatum* Koch II; 0,2 - *Circaea intermedia* Ehrh. II; 0,2 - *Fagus silvatica* L. (arbusitif) I; 0,1 - *Polygonatum verticillatum* All. I; 0,1.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Asperula odorata L. V; 0,7 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze IV; 0,5 - *Paris quadrifolia* L. III; 0,1 - *Galeobdolon luteum* Huds. II; 0,2 - *Actaea spicata* L. II; 0,3 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *eu-nemorum* Murh. II; 0,1 - *Myosotis silvatica* Hoffm. II; 0,1 - *Epilobium duriei* Gay I; 0,1 - *Dentaria pinnata* D.C. I; 0,1.

Quercion et quercetalia robori-sessiliflorae.

Hieracium groupe *murorum* III; 0,1 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. II; 0,3 - *Solidago virga-aurea* L. II; 0,1 - *Orobis tuberosus* L. I; 0,1 - *Pirola minor* L. I; 0,1 - *Veronica officinalis* L. I; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Anemone nemorosa L. IV; 0,4 - *Viola silvestris* Koch IV; 0,3 - *Melandryum silvestre* Roehl II; 0,2 - *Melica uniflora* Retz I; 0,3 - *Bromus asper* L. I; 0,1 - *Ranunculus breynius* Crantz I; 0,1.

Espèces compagnes.

Dryopteris filix-mas Schott. V; 0,7 - *Athyrium filix-foemina* Roth. V; 0,6 - *Ranunculus aconitifolius* L. II; 0,2 - *Poa chaixii* Vill. II; 0,2 - *Galium saxatile* G. et G. Weihe I; 0,1 - *Oxalis acetosella* L. 0,1 - *Streptopus amplexifolius* D.C. I; 0 - *Sorbus aucuparia* L. I; 0,1 - *Luzula maxima* D.C. I; 0,1 - *Luzula glabrata* Desv. ssp. *desvauxii* Kunth I; 0,1 - *Anthoxanthum odoratum* L. I; 0,1 - *Carex polyrrhiza* Wallr. (= *C. umbrosa* Hoppe) I; 0,1 - *Nardus stricta* L. I; 0,1*.

* *Nardus stricta*, comme *Anthoxanthum odoratum* et *Carex polyrrhiza* se sont infiltrés dans le sous-bois à partir des prairies environnantes.

Muscinées.

Hylocomium triquetrum Br. Eur. II; 0,1 - *Hylocomium splendens* Br. Eur. I; 0,1 - *Dicranum* cf. *scoparium* Hedw. I; 0,1. (16 relevés).

La sous-association comprend six différentielles par rapport à l'association type. *Dryopteris lobata* Schinz et Thell. (= *Aspidium lobatum* Sw.) et *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *alpestre* Lamotte sont pratiquement exclusives de cette sous-association au sein du Fagion, en Auvergne tout au moins. *Prenanthes purpurea* L. est une différentielle statistique souvent dominante sur le terrain (t calculé = 3,9 pour $t = 2,01$). *Calamagrostis arundinacea* Roth. est une espèce caractéristique du Calamagrostidetum arundinaceae (de LACHAPPELLE, 1961). C'est donc une caractéristique transgressive. La grande homogénéité du tableau de CZEKANOSWIKI nous confirme que la sous-association décrite n'est pas un simple terme de passage entre la hêtraie et la calamagrostidaie. Pour LUQUET, *Allium victorialis* est une élective du Calamagrostidion; nous pensons, avec de LACHAPPELLE qu'il s'agit plutôt d'une espèce de la hêtraie qui est transgressive dans la calamagrostidaie. Dans les Monts Dômes, LEMÉE (1956) considère *Allium victorialis* comme caractéristique dans le Vaccinieto-Gentianetum. *Lilium martagon* L. ne nous semble pas liée strictement à un groupement déterminé; on en a fait une caractéristique du Querceto-Carpinetum montanum et du Fraxino-Carpinion (LEMÉE, 1946), mais de LACHAPPELLE (1961) la considère comme caractéristique du Calamagrostidetum. Il s'agit d'une espèce plus ou moins ombrophile, dont l'amplitude écologique est assez grande pour permettre sa végétation en sous-bois et dans les alpages à hautes herbes. A l'intérieur du Fagion, c'est une bonne différentielle locale.

Notons que nous avons rencontré le Fageto-Scilletum allietosum en des points où la forêt était éloignée du Calamagrostidetum, et passait en altitude à des nardaies.

Cette sous-association se rencontre en dehors des Dômes. Elle ne semble néanmoins pas présente actuellement dans les Dômes; nous pensons que la reconstitution de la forêt de hêtres en certains lieux occupés par les associations de dégradation du Brachypodietum et du Calluneto-Genistetum peut conduire à un groupement comparable après la mise en défens des puits. Dans le Forez et dans le Cantal, cette sous-association se rencontre dans les hêtraies du col des Supeyres (au-dessus de 1 350 m) et dans la vieille hêtraie de la vallée du Siniq.

6 — Le Fageto-Luzuletum maximae.

Nous avons écarté certains individus d'association du Fageto-Scilletum et de ses sous-associations pour en faire un groupement spécial que nous dénommons Fageto-Luzuletum maximae. Ils se

distinguent en effet par l'absence de *Scilla lilio-hyacinthus* et par la grande abondance des luzules, *Luzula maxima* étant dominante dans la strate herbacée. Remarquons dès à présent qu'elle n'est pas identique au Luzulo-Fagetum de TUXEN (1952) ni au Fagetum boreo-atlanticum luzuletosum de MARCKGRAF (1932).

Sous-bois de Luzulo-Fagetum, *Luzula* sp. et *Poa chaixii*.
(Cl. CUSSET.)

L'association se présente comme de belles futaies de hêtres avec une strate arbustive très pauvre. Généralement l'exploitation semble légère, il semble néanmoins qu'elle pourrait être augmentée avantageusement. Nos relevés ont porté sur des individus d'associations où les arbres paraissent âgés d'une cinquantaine d'années. Le Fageto-luzuletum existe dans la plupart des hêtraies des Dores, de 800 à 1 450 m, et semble indifférent à la nature de la roche-mère, crystallophyllienne, granitique ou volcanique. Il marque une légère préférence pour l'exposition nord et nord-est.

Caractéristiques d'association.

Fagus silvatica L. V ; 3,3 - *Luzula maxima* D.C. V ; 1,6 - *Poa chaixii* Vill. IV ; 0,6 - *Festuca heterophylla* Ldk. III ; 0,7 - *Anemone ranunculoides* L. II ; 0,3 - *Daphne mezereum* L. II ; 0,3 - *Luzula pilosa* Willd. I ; 0,3 - *Fagus silvatica* L. (germinations) I ; 0,3.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Asperula odorata L. III; 0,3 - *Euphorbia hyberna* L. II; 0,4 - *Prenanthes purpurea* L. II; 0,2 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze II; 0,2 - *Dentaria pinnata* L. II; 0,2 - *Poa nemoralis* L. II; 0,1 - *Epilobium montanum* L. I; 0,1 - *Polygonatum verticillatum* All. I; 0,1 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. I; 0,1 - *Paris quadrifolia* L. I; 0,1 - *Actaea spicata* L. I; 0,1.

Quercion et Quercetalia robori-sessiliflorae.

Solidago virga-aurea L. III; 0,4 - *Sorbus aria* Crantz II; 0,4 - *Hieracium* groupe *murorum* II; 0,4 - *Orobanchus tuberosus* L. II; 0,1 - *Veronica officinalis* L. II; 0,1 - *Convallaria maialis* L. I; 0,1 - *Melampyrum pratense* L. I; 0,1 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. I; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Viola silvestris Koch III; 0,6 - *Anemone nemorosa* L. III; 0,2 - *Melandryum silvestre* Roehl. II; 0,1 - *Ranunculus breynianus* Crantz II; 0,1 - *Bromus asper* L. I; 0,1 - *Ilex aquifolium* L. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Oxalis acetosella L. IV; 0,5 - *Senecio cacaliaster* Lmk. II; 0,3 - *Dryopteris filix-mas* Schott. II; 0,3 - *Silene inflata* L. I; 0,1 - *Galium saxatile* G. et G. I; 0,1 - *Ranunculus aconitifolius* L. I; 0,1 - *Cardamine impatiens* L. I; 0,1 - *Knautia silvatica* Duby I; 0,1 - *Lonicera nigra* L. I; 0,1 - *Carex muricata* L. I; 0,1.

Musciniées.

Hylocomium triquetrum Br. Eur. II; 0,6 - *Polytrichum formosum* Hedv. I; 0,5 - *Hylocomium splendens* Br. Eur. I; 0,1 - *Dicranum scoparium* Hedw. I; 0,1. (25 relevés).

Nous avons considéré deux faciès de cette association reconnaissable à la présence ou à l'absence de peuplement de *Luzula nivea* D.C. Cette espèce, orophyte à exigences écologiques mal connues, est plutôt occidento-méridionale et il est possible que sa présence traduise un micro-climat légèrement plus chaud que celui du Fageto-Luzuletum typique. *Luzula maxima* D.C. est commune en Auvergne de 450 à 1 600 m. Bien qu'elle ne soit pas exclusive de notre groupement, c'est elle que nous avons choisie pour le nom de notre association, car sa haute taille et sa vigueur lui font dominer les autres espèces herbacées. *Luzula pilosa* Willd. est relativement fréquente dans les forêts d'Auvergne, c'est une différentielle à l'intérieur de la hêtraie des Dores. Il en est de même d'*Anemone ranunculoides*, plante des lieux les plus humides du Querceto-

Carpinetum montanum des Dômes, LUQUET en avait cependant fait une caractéristique exclusive de son « association à *Fagus silvatica* ». Nous n'adoptons pas cette opinion. *Poa chaixii* Vill. est une bonne différentielle statistique (t calculé = 3,41 pour $t = 2,01$) comme *Festuca heterophylla* Lam (t calculé = 3,36 pour $t = 2,03$).

L'aire de l'association nous paraît aussi vaste que celle du Fageto-Scilletum dans les Dôres, les Dômes et le Cantal. A l'est, elle nous semble s'étendre davantage et les bois du versant est du Forez en font probablement partie de façon générale (hêtraie de Gourgon, des Supeyres). A l'ouest, elle ne dépasse pas la hêtraie des environs de Bourg-Lastic.

Dans la vallée de la Dordogne on rencontre beaucoup plus fréquemment que dans les Dôres *Ilex aquifolium* en taillis sous la futaie. Il nous semble s'agir là d'une variante du Fageto-Luzuletum tel que nous le comprenons et nous proposons d'appeler cet aspect de la hêtraie Fageto-Luzuletum ilicetosum. Il caractérise les zones les plus atlantiques du Massif Central.

B — Les hêtraies de l'ordre des Quercetalia

Bien que le nom même de Quercetalia évoque les bois de chênes tels que les Quercetum occidentale de BRAUN-BLANQUET ou les Querceto-holcetum mollis, il faut remarquer que « forêts de hêtre et association du hêtre ne sont pas nécessairement des termes équivalents » (BRAUN-BLANQUET). Nous justifierons dans la cinquième partie de ce mémoire la position systématique des hêtraies que nous allons décrire.

1 — Le Fageto-Deschampsietum flexuosae Lemée 1959.

Cette association a été définie dans la légende de la carte phytogéographique des Monts Dômes par LEMÉE en 1959. Bien que, à notre connaissance il n'ait pas été publié de tableau de l'association, il ne fait aucun doute que nos individus d'association appartiennent à ce groupement.

L'altitude optimum de ce groupement dans les Dôres est d'environ 1 300 m mais nous l'avons rencontrée de 1 000 à 1 400 m ; la pente est forte, autour de 40° et le substratum varié. Les expositions nord, nord-est et nord-ouest sont nettement les plus fréquentes. Les arbres sont généralement bien venus mais les germinations sont bien plus rares que dans les associations vues précédemment.

Nous avons distingué, outre l'association typique, un faciès à Hypnacées. Dans l'association typique les arbres n'ont qu'un recouvrement d'environ 60 % en moyenne. La strate muscinale n'est

pas absente du facies typique et seule l'étendue du tableau de CZEKANOWSKI nous a permis de ranger de façon sûre nos individus d'association dans la bonne catégorie*. L'homogénéité est meilleure dans le facies à Hypnacées mais le coefficient de SORESENSE reste constamment au-dessus de 26 % et est très généralement supérieur à 30 %.

Différentielles de facies.

Hylocomium triquetrum Br. Eur. IV ; 0,4 et II ; 0,1 - *Hylocomium splendens* Br. Eur. II ; 0,3 et I ; 0,1 - *Hypnum cupressiforme* (ssp. div.) II ; 0,1 et I ; 0,1.

Caractéristiques d'association.

Fagus silvatica L. V ; 2,6 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. V ; 2,2 - *Hieracium* groupe *murorum* V ; 0,8 - *Maianthemum bifolium* D.C. II ; 0,1 - *Pirola minor* L. II ; 0,1 - *Campanula rotundifolia* L. II ; 0,1.

Quercion et Quercetalia sessiliflorae.

Solidago virga-aurea L. III ; 0,2 - *Veronica officinalis* L. III ; 0,2 - *Melampyrum silvaticum* L. II ; 0,3 - *Orobancha tuberosus* L. II ; 0,2 - *Teucrium scorodonia* L. II ; 0,1 - *Laserpitium latifolium* L. I ; 0,1 - *Melampyrum pratense* L. I ; 0,1 - *Hieracium vulgatum* Fries I ; 0,1 - *Hieracium tridentatum* Fries I ; 0,1 - *Sorbus aria* Crantz I ; 0,1 - *Cephalanthera ensifolia* Rich. I ; 0,1 - *Trifolium medium* L. I ; 0,1 - *Hypericum pulchrum* L. I ; 0,1.

Fagion et Fagetalia Silvaticae.

Prenanthes purpurea L. II ; 0,4 - *Asperula odorata* L. I ; 0,3 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze I ; 0,1 - *Lilium maritagon* L. I ; 0,1 - *Dentaria pinnata* L. I ; 0,1 - *Poa nemoralis* L. I ; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Anemone nemorosa L. III ; 0,3 - *Luzula nivea* D.C. II ; 0,2 - *Viola silvestris* Koch II ; 0,2 - *Melandryum silvestre* Roehl. I ; 0,1 - *Bromus asper* L. I ; 0,1 - *Stellaria nemorum* L. ssp. *eu-nemorum* P.F. I ; 0,1 - *Ranunculus breynianus* Crantz I ; 0,1.

Espèces compagnes.

Luzula maxima D.C. III ; 0,2 - *Oxalis acetosella* L. II ; 0,1 - *Anthoxanthum odoratum* L. III ; 0,1 - *Calamagrostis arundinacea* Roth.

* Rappelons que les tableaux de CZEKANOWSKI sont intégrés au mémoire déposé au laboratoire de Botanique de Clermont-Ferrand.

II; 0,1 - *Galium saxatile* G. et G. II; 0,1 - *Genista pilosa* L. I; 0,1 - *Senecio cacaliaster* Lam. II; 0,1 - *Poa chaixii* Vill. I; 0,1 - *Jasione perennis* L. I; 0,1 - *Holcus mollis* L. I; 0,1 - *Betonica officinalis* Trevisan I; 0,1 - *Serratula tinctoria* L. I; 0,1 - *Lotus corniculatus* L. I; 0,1.

Muscinées.

Polytrichum formosum Hedw. II; 0,1 - *Dicranum scoparium* Hedw. I; 0,1 - *Diphyscium sessile* Lindb. I; 0,1.

Cette association se caractérise par six espèces à tendances acidiphiles. *Deschampsia flexuosa* Griseb. que l'on rencontre dans le Genisto-Vaccinon des Dores, n'est pas rare en Auvergne en dehors de la Limagne marno-calcaire. *Hieracium murorum* est très commun spécialement sous la forme de *H. silvularum* Sudre; on rencontre aussi *H. exotericum* Sudre et *H. aegocladum* Zahn. *Hieracium nemorense* Zahn est plus rare. *Maianthemum bifolium* D.C. est exclusive de l'association dans les Monts Dores. *Pirola minor* L. est légèrement différente des exemplaires typiques (sépalés plus longs que larges, style plus long que l'ovaire). *Campanula rotundifolia* L. espèce très polymorphe est représentée par au moins deux variétés, *scopulicola* Lamotte et *montana* Lecoq et Lamotte; il s'agit d'une micro-endémique en évolution.

Le Fageto-Deschampsietum est courant dans les hêtraies des Dores et il s'y présente en général en surfaces assez étendues. Dans les Dômes l'état de dégradation de la végétation permet difficilement de le retrouver; nous sommes cependant convaincus que le Calluneto-Genistetum et surtout sa sous-association Vaccinietosum LEMÉE 1956 l'a remplacé en bien des endroits. Dans le Forez, la hêtraie du mont Sinètre et celles du Montoncel en font partie. Elle ne semble pas rare sur le versant est qui domine la plaine de Montbrison. Dans le Cantal, nous l'avons également rencontrée. Nous ignorons son extension au delà des bois du Domais, sur le versant ouest des Dores. Les conditions écologiques doivent lui convenir.

2 — Le Fageto-Deschampsietum hylocomietosum.

Au premier abord, cette sous-association ne diffère pas nettement du faciès à Hypnacées de l'association typique. Elle possède cependant une différentielle exclusive et les mousses y sont des différentielles statistiques hautement significatives.

Il s'agit d'une futaie à maigre strate herbacée (le degré de couverture ne dépasse pas 30 %) où les arbres sont bien développés, mais où les germinations sont très rares. L'exposition nord est la plus fréquente et les exposition ensoleillées peu fréquentes.

Le tableau de CZEKANOWSKI montre une homogénéité toujours supérieure à 30 %.

Différentielles de sous-association.

Hylocomium splendens Br. Eur. V; 0,8 - *Hylocomium triquetrum* Br. Eur. V; 1,7 - *Pirola secunda* L. III; 0,5.

Caractéristiques d'association.

Fagus sylvatica L. V; 3,4 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. V; 0,4 - *Hieracium* groupe *murorum* L. IV; 0,5 - *Pirola minor* L. II; 0,3 - *Maianthemum bifolium* D.C. II; 0,1 - *Campanula rotundifolia* L. I; 0,1.

Quercion et Quercetalia sessiliflorae.

Solidago virga-aurea L. III; 0,5 - *Melampyrum pratense* L. III; 0,2 - *Veronica officinalis* L. III; 0,1 - *Teucrium scorodonia* L. I; 0,1 - *Melampyrum silvaticum* L. I; 0,1.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Prenanthes purpurea L. I; 0,1 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze I; 0,1 - *Poa nemoralis* L. I; 0,1 - *Cicerbita muralis* Wallr. I; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Anemone nemorosa L. II; 0,3 - *Viola silvestris* Koch II; 0,1 - *Stellaria holostea* I; 0,1.

Espèces compagnes.

Luzula maxima D.C. IV; 0,4 - *Juniperus communis* III; 0,1 - *Oxalis acetosella* L. III; 0,1 - *Sorbus aucuparia* L. II; 0,1 - *Poa chaixii* V. II; 0,1 - *Lonicera nigra* L. I; 0,1 - *Potentilla erecta* Garcke - *Galium saxatile* G. et G. I; 0,1.

Muscinées.

Hypnum cupressiforme L. II; 0,3 - *Polytrichum formosum* Hedw. II; 0,1 - *Dicranum scoparium* Hedw. I; 0,1.

(17 relevés).

On pourrait caractériser cette sous-association par *Pirola secunda* qui est une différentielle exclusive à l'intérieur des hêtraies des Dores. Néanmoins *Pirola secunda* est souvent considérée comme appartenant à l'ordre des Vaccinio-Piceetalia et nous avons préféré utiliser *Hylocomium splendens*. *Hylocomium splendens* est nettement différentielle par rapport au faciès à hypnacées du Fageto-Deschampsietum typique (t calculé = 2,389 pour t = 2,056 pour

une probabilité de 95 %). Il en est de même de *Hylocomium triquetrum* (t calculé = 2,077 pour t = 2,055 pour une probabilité de 95 %).

Cette sous-association est assez rare sous la forme typique de futaie de hêtres dans notre dition; elle est plus abondante sur le versant ouest des Dorez, notamment dans la vallée de la Dordogne. Dans le Cantal, on la rencontre au moins dans la Hêtraie du Siniq. Elle semble se rencontrer dans les bois des environs du Brugeron dans le Forez.

3 — Le *Fageto-Deschampsietum vacciniotosum*.

Sous une maigre futaie de hêtres rabougris une strate arbustive de *Vaccinium* et de *Calluna* est bien développée. La strate arborescente a un degré de recouvrement de 30 % alors que la strate arbustive atteint 55 %. La régénération du hêtre est nulle; nous n'avons rencontré aucun semis naturel qui ait des chances de n'être pas étouffé par la callune ou les myrtilles.

L'altitude est la même que celle du *Fageto-Scilletum*, de 1 100 à 1 400 m et la roche-mère ne semble pas avoir d'influence marquée sur l'association. L'exposition sud-ouest est, de loin, la plus fréquente. Nous verrons que c'est, en effet, celle du maximum de lessivage des sols, correspondant aux pluies dominantes.

Différentielles de sous-association.

Vaccinium myrtillus L. V; 2,3 - *Calluna vulgaris* Salisb. III; 0,4 - *Leucobryum glaucum* Hamp. III; 0,4 - *Pteridium aquilinum* Kuhn III; 0,1.

Caractéristiques d'association.

Fagus sylvatica L. V; 1,3 - *Hieracium* groupe *murorum* L. IV; 0,3 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. III; 0,3 - *Pirola minor* L. III; 0,1 - *Maianthemum bifolium* D.C. II; 0,1.

Quercion et Quercetalia robori-sessiliflorae.

Veronica officinalis L. V; 0,4 - *Melampyrum pratense* L. III; 0,3 - *Solidago virga-aurea* L. III; 0,2 - *Orobanchis tuberosus* L. III; 0,1 - *Sorbus aria* Crantz III; 0,1 - *Melampyrum sylvaticum* L. III; 0,1 - *Convallaria maialis* L. I; 0,1.

Fagion et Fagetalia sylvaticae.

Prenanthes purpurea L. II; 0,1.

Querceto-Fagetea.

Viola silvestris Koch III; 0,3 - *Luzula nivea* D.C. II; 0,3 - *Abies pectinata* Lmk. I; 0,1 - *Ilex aquifolium* L. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Luzula maxima D.C. III; 0,5 - *Oxalis acetosella* L. III; 0,1 - *Holcus mollis* L. II; 0,1 - *Betonica officinalis* Trevis. II; 0,1 - *Calamagrostis arundinacea* Roth. I; 0,1 - *Sarothamnus scoparius* Koch I; 0,1 - *Blechnum spicant* Withg. I; 0,1 - *Athyrium filix-foemina* Roth. I; 0,1.

Musciniées.

Hylocomium triquetrum Br. Eur. III; 0,3 - *Hylocomium splendens* Br. Eur. II; 0,3 - *Hylocomium loreum* Br. Eur. II; 0,1 - *Hypnum cupressiforme* L. II; 0,1 - *Polytrichum formosum* Hedw. I; 0,1 - *Dicranum scoparium* Hedw. I; 0,1

(16 relevés).

La sous-association se distingue par quatre différentielles: *Vaccinium myrtillus* L. qui est une espèce commune dans le Massif Central entre 900 et 1700 m est une différentielle à l'intérieur de la hêtraie, *Calluna vulgaris* Salisb. transgressive du Calluneto-Genistetum TÜXEN 1937, qui est fréquent au-dessus des hêtraies, est une bonne caractéristique de la sous-association (t calculé = 2,162 pour $t = 2,019$). *Pteridium aquilinum* Kuhn se rencontre uniquement dans les individus d'association les plus bas et disparaît au-dessus de 1300 m. *Leucobryum glaucum* Hamp. est une mousse acidiphile qui fructifie rarement surtout à la limite supérieure de la sous-association. On la considère généralement comme caractéristique du Quercion sessiliflorae.

Cette sous-association, bien développée dans les Monts Dôres semble absente des Dômes où elle est remplacée par des associations préférant une altitude moins élevée. Dans le Forez, par contre, et le Livradois, elle est très répandue (hêtraie de la Faye, hêtraie du Montoncel, bois des Gardes...). Elle est moins répandue dans le Cantal, bien qu'on la rencontre dans les hêtraies de Marce-nat.

C — Le milieu de la hêtraie

Après une étude statique des associations des Hêtraies, nous allons entreprendre l'étude des conditions écologiques dans lesquelles elles vivent, examinant successivement les facteurs climatiques, édaphiques et biotiques.

1 — Les facteurs climatiques.

Dans son ouvrage sur l'Indochine (1934), CARTON a proposé une classification des climats. Elle permet d'avoir une idée fort juste du climat moyen de nos forêts; Besse se range dans la zone deux, tempérée, et dans le groupe B₂ tempéré à hivers froids. Le degré de continentalisme fourni par la formule de GORCZINSKI

$$(k = \frac{1,7 A}{\sin L} - 20,4) \text{ est égal à } 17,1, \text{ soit « nettement uniforme$$

ou marin ». Nous avons effectivement en altitude une saison sèche estivale, caractère océanique.

L'indice « classique » le plus ancien est celui de LANG; c'est simplement le rapport de la pluie à la température. A Besse, il est égal à 159 et à Chaudesfour il doit atteindre 300.

Le coefficient de MEYER tient compte du déficit de saturation de l'air. A Besse, il est sensiblement égal à 970 car le déficit de saturation est de l'ordre de 1,2 (en mm de mercure), ce qui correspond à la zone des sols « faiblement podzolique ».

$$\text{L'indice de DE MARTONNE } Ar = \frac{P}{T + 10} \text{ fournit une valeur de}$$

68 à Besse et d'environ 110 à Chaudesfour; ce sont des valeurs de climat montagnard froid et humide.

Les courbes de GAUSSEN nous montrent enfin qu'il n'existe pas de saison sèche à Besse. La courbe 4 T elle-même ne recoupe pas la courbe des pluies.

En résumé, tous ces indices climatiques, malgré leur variété, s'accordent pour reconnaître à notre région un climat très humide et plutôt froid. La végétation ne souffre jamais de la sécheresse et le lessivage des sols peut être très important.

a) Les températures.

Nous avons noté les températures de l'air et du sol dans les différentes sortes de hêtraies pour comprendre l'influence de la végétation sur le microclimat.

Nous n'avons pas de mesures pour le Fageto-Scilletum à *Equisetum*. Les autres mesures ont été faites alors que le ciel était uniformément bleu et le vent très faible.

Les fougères épaisses dans le Fagetum-Scilletum athyrietosum abaissent la température au niveau de la strate inférieure. Cette diminution de la température est évidemment plus sensible en été où les frondes sont développées, mais ces dernières persistent long-

temps à l'arrière-saison et cet effet se fait sentir tant que la neige ne recouvre pas le sol.

Le Fageto-Scilletum allietosum marque une plus grande amplitude de variation due probablement à l'altitude élevée de cette sous-association, où le vent est tantôt fort tantôt faible avec des sautes capricieuses rapides.

	Phase de lumière			
	150 cm	5 cm	0 cm	- 10
Fageto-Scilletum athyrietosum	+ 0,5	0	- 1,5	
Fageto-Scilletum allietosum	+ 0,5	+ 1,5	+ 2,5	+ 1
Fageto-Scilletum typique	+ 0,5	+ 0,5	+ 1	+ 0,5
Fageto-Scilletum moehringietosum ..	0	+ 0,5	- 0,5	0
Fageto-Luzuletum	0	+ 0,5	+ 1	+ 1
Fageto-Deschampsietum	+ 0,5	+ 1	+ 1,5	+ 2
Fageto-Deschampsietum hylocomiet.	- 0,5	0	- 0,5	+ 1
Fageto-Deschampsietum vaccin.	0	+ 1,5	+ 2,5	+ 2

	Phase d'ombre			
	150 cm	5 cm	0 cm	- 10
Fageto-Scilletum athyrietosum	- 0,5	- 3	- 4,5	
Fageto-Scilletum allietosum	- 0,5	- 1	+ 0,5	+ 1
Fageto-Scilletum typique	- 0,5	- 1	- 1,5	- 1
Fageto-Scilletum moehringietosum ..	0	- 0,5	- 1	- 1,5
Fageto-Luzuletum	- 1	- 2	- 2,5	- 1,5
Fageto-Deschampsietum	- 0,5	- 1	- 2	- 2
Fageto-Deschampsietum hylocomiet.	- 2	- 3,5	- 2	- 2
Fageto-Deschampsietum vaccin.	0	- 2	- 2	- 1,5

(Températures notées par rapport à celle d'une prairie)

— Notation en degrés Celsius —

Le Fageto-Scilletum moehringietosum a des températures bien voisines de celles des prairies environnantes, sauf au niveau du sol. En sont cause le faible degré de recouvrement de la strate arborescente et la strate herbacée très dense au contraire.

Par contre, la température du Fageto-Deschampsietum hylocomietosum est notablement abaissée, surtout en phase d'ombre par l'épais-

* La prairie de référence était bien entendu à la même altitude et à la même exposition. Les arbres étaient pourvus de leurs feuilles en phase d'ombre, et dépourvus en phase de lumière.

se couverture de la strate arborescente. Le Fageto-Deschampsietum vacciniotosum voit la température des différentes strates varier au niveau de la strate arbustive; en saison froide elle protège l'air et le sol des vents les plus froids et en saison chaude elle donne une ombre drue et froide arrêtant les rayons du soleil presque totalement.

Les trois associations typiques, qui toutes trois se présentent comme des futaies à sous-bois peu encombré, montrent un faible abaissement en phase d'ombre et un léger réchauffement en phase de lumière. L'action des feuilles qui diminuent l'insolation estivale explique le premier, et le second est dû à la protection des arbres en saison froide. Les différences sont plus sensibles au ras du sol qu'en altitude où ces actions sont moins marquées.

b) La luminosité.

Là aussi nous n'avons pu faire que quelques mesures comparatives par rapport à la luminosité à un mètre du sol dans des associations prairiales voisines (nardaies ou centaureo-cynosuretum).

La pente généralement forte de nos groupements augmente la luminosité et les chiffres que nous avons obtenus sont souvent supérieurs à ceux des autres auteurs. Précisons que nous avons tenu nos instruments non verticalement, mais en tenant compte de l'inclinaison du sol, condition à laquelle les plantes sont soumises. WIESNER (1907) donnait une intensité lumineuse de 130, 162 et 185 pour des pentes de 35, 45 et 55° contre une intensité de 100 pour une surface horizontale.

La même association présente naturellement des éclaircissements différents selon que l'on s'adresse à des plages de lumière ou d'ombre sous le feuillage des arbres. Toutes nos mesures concernent des plages d'ombre. Nous avons noté en éclaircissement relatif :

	150 cm	5 cm
Fageto-Silietum typique	4,5 %	3,5 %
Fageto-Scilietum moehringietosum	25 %	7 %
Fageto-Scilietum allietosum	6 %	2 %
Fageto-Scilietum athyrietosum	6 %	3 %
Fageto-Luzuletum	4 %	3,5 %
Fageto-Deschampsietum typique	4 %	4 %
Fageto-Deschampsietum hylocomietosum	3 %	2 %
Fageto-Deschampsietum vacciniotosum	9 %	3 %

(100 % = éclaircissement d'une prairie voisine).

On est immédiatement frappé par la très forte luminosité à 150 cm du sol du Fageto-Scilietum moehringietosum. Il est évident que le faible pourcentage de recouvrement en est cause.

Si l'on examine l'aptitude de la végétation à supporter l'ombre, dans le cadre de la classification de WIESNER, on voit que nos hêtraies ne portent aucune plante « à la lumière obligatoire » et que seule *Picea sepium* (dans le F.S. moehringiesotum) appartient au groupe « héliophile », *Nardus stricta*, *Campanula rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus* et *Pteridium aquilinum* sont « indifférentes » au sens de WIESNER. Remarquons qu'il s'agit surtout de plantes à nombreux écotypes et à amplitude écologique parfois considérable (*Pteridium aquilinum* se retrouve aussi bien dans les zones tropicales qu'au Groenland). Les autres plantes, c'est-à-dire presque toutes sont soit des « Umbrophiles » soit des « plantes craignant la lumière ».

Les seules observations suivies que nous avons pu faire concernent la hêtraie (Fageto-Scilletum) du Lac Pavin. Les résultats sont très comparables aux résultats classiques (voir par exemple QUANTIN, p. 253).

c) L'humidité.

Nous avons vu que l'humidité du méso-climat est très forte. En est-il de même pour les micro-climats ?

Nos mesures d'évaporation, effectuées à l'évaporimètre de PICHE (rondelles standard) sont fragmentaires. On en déduit néanmoins, de façon nette que l'évaporation augmente beaucoup des hêtraies à fougères aux hêtraies à myrtilles. Toutes les mesures ont été faites à 20 cm du sol pendant deux heures.

Fageto-Scilletum athyrietosum	8 %
Fageto-Scilletum typique	35 %
Fageto-Luzuletum	45 %
Fageto-Deschampsietum vaccinnietosum ...	70 %
Nardaie de référence	100 %

Le déficit de saturation est une des données les plus importantes pour caractériser l'état d'humidité de l'atmosphère. Voici les chiffres que nous avons obtenus :

	Phase de lumière		Phase d'ombre	
	150 cm	20 cm	150 cm	20 cm
Fageto-Scilletum athyrietosum	80	20	60	15
Fageto-Scilletum allietosum	95	80	75	55
Fageto-Scilletum typique	95	85	75	60
Fageto-Scilletum moehringietosum	90	60	70	45
Fageto-Luzuletum	95	90	80	65
Fageto-Deschampsietum	100	90	90	70
Fageto-Deschampsietum hylocomietosum ..	95	85	90	85
Fageto-Deschampsietum vaccinnietosum ..	100	90	95	90

Hêtraie de la vallée de Chaudesfour.
Dykes trachytiques dégagés par l'érosion.

Forêt de Vauconx, route de Besse.
Régénération de hêtre dans le sous-bois de conifères,
dès qu'apparaît une éclaircie.

(Cl. CUSSET.)

Les variations du déficit de saturation sont parallèles à celles de l'évaporation. Par temps ensoleillé comme en période d'ombre, le déficit est supérieur au niveau du sol. LEMÉE avait des chiffres comparables dans les associations silvatiques mésophiles du Perche. Notons que les variations du déficit de saturation ont une amplitude moindre dans les associations les plus xérophiles, et que sa moyenne s'élève des groupements ombrophiles aux groupements xérophiles.

2 — Les facteurs édaphiques.

L'étude des sols des hêtraies nous a permis de mettre en évidence une dizaine de types de sols. Nous commencerons par les moins évolués.

a) *Les Rankers à mull.*

Le Fageto-Scilletum athyrietosum recouvre souvent des sols très peu évolués que l'on peut ranger dans la catégorie des rankers à mull. Un bel exemple recouvre une surface d'environ un hectare sur le versant sud de la vallée de Chaudefour.

Le sol est peu évolué, à profil du type A₁C. L'érosion continue à la base des falaises apporte des éboulis, entraîne les débris végétaux dès qu'ils recouvrent le sol, empêche un approfondissement. Les oxydes de fer sont libérés en partie, et colorent la partie superficielle en un brun sale. L'horizon humifère passe dès une dizaine de centimètres de profondeur à un horizon mixte, transition vers la roche-mère. Les racines des fougères atteignent et délitent cette roche-mère, souvent de nature cinéritique.

La composition granulométrique est donnée dans le tableau 2 où nous avons groupé les résultats des analyses de sols*.

b) *Le sol brun juvénile uniforme.*

La sous-association à fougères se rencontre également sur un sol un peu plus évolué que le précédent, un sol brun de profil pratiquement uniforme. L'analyse que nous donnons provient d'un échantillon prélevé dans la vallée de Chaudefour, sur une roche-mère de cinérites trachytiques.

D'assez nombreux blocs de trachyte arrachés par l'érosion à une falaise surplombante peuvent s'observer à la surface du sol, et l'on pourrait être tenté d'en faire partie intégrante du sol. Cependant la végétation n'a de rapports qu'avec les parties du sol dénudées, les blocs, tant qu'ils ne sont pas emportés plus loin par la neige, ne jouant qu'un rôle minime dans son déterminisme. Le profil est de type A(B)C, sans lessivage horizontal sensible des colloïdes miné-

* Nous avons fait les analyses de sol en collaboration avec DE LACHAPELLE.

raux ni du fer. Ils sont entraînés obliquement par l'eau courante et l'eau de fonte des neiges et ne se regroupent pas en un horizon différencié. La grande porosité de la roche-mère facilite ces déplacements. L'humus est un mull forestier à acidité faible, parfois neutre. Il existe une litière de feuilles mortes qui se décompose rapidement au printemps après une assez longue période hivernale où elle est recouverte par la neige. L'analyse montre un horizon (B) légèrement enrichi en colloïdes minéraux; il est pratiquement indiscernable sur le terrain de la roche-mère. Les traces de

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS DE HÊTRAIE

		pH	sables gross.	sables fins	silts	coll. min.	coll. hum.	matière org.	CO ₂ Ca	capac. éch.
Ranker à null	A ₁	6,7	32,4	16,1	12,6	7,8	8,2	27,1	null	2,50
Sol brun forestier	A ₁	6,8	22,5	14,3	19,1	6,7	5,2	30,6	null	17,5
	(A ₂)	6,9	39,1	25,1	18,2	4,3	2,4	6,1	traces	8,7
	B ²	6,8	27,8	21,2	24,1	9,2	3,1	14,2	traces	13,5
Sol brun uniforme	A ₁	6,7	36,8	16,9	5,6	1,4	3,2	31,2	null	9,1
	(B)	6,8	47,2	26,0	5,3	2,8	0,8	15,5	null	3,8
	(BC)	6,8	54,5	17,7	15,1	1,9		6,8	traces	3,5
Sol brun lessivé	A ₁	5,4	29,2	11,4	12,2	18,5	6,2	20,5	null	22,7
	A ₂	5,6	44,6	22,1	11,3	12,3	1,2	4,2	null	10,4
	B ²	5,8	31,5	18,2	14,1	22,5	2,4	3,1	null	32,7
Parabraunerde	A ₁	4,7	27,1	26,4	18,6	13,4	5,1	12,4	null	21,2
	A ₂	5,1	37,1	24,3	21,4	11,4	0,8	1,2	null	6,8
	B ²	4,8	31,0	18,3	24,0	23,6	traces	traces	traces	13,8
Sol brun podzolique	A ₁	4,2	9,7	34,1	27,4	19,3	3,1	5,4	null	19,4
	B	4,6	6,2	28,5	35,6	25,1	0,3	0,3	null	14,6
Sol podzolique	A ₁	4,2	36,8	27,2	18,8	4,1	5,4	7,4	null	16,4
	A ₂	4,4	28,4	37,8	27,6	3,1	traces	0,2	null	1,9
	B ²	4,0	23,2	30,1	26,2	16,2	0,6	0,6	null	10,2
Podzol humo-ferrugineux	A ₁	3,9	38,1	36,9	7,4	2,4	6,4	12,3	null	17,8
	A ₂	4,5	53,2	38,2	3,2	1,2	traces	traces	null	0,7
	B ₁	4,1	26,8	45,2	4,1	16,2	6,3	6,8	null	26,2
	B ₂	4,7	47,2	41,3	2,7	2,0	3,1	3,1	null	9,2
Podzol humique	A ₁	6,9	51,5		12,5	19,2	7,6	22,8	null	31,2
	A ₂	7,0	57,7		20,2	15,8	traces	0,8	null	0,9
	B ₁	6,8	32,1		7,8	30,4	21,2	27,2	null	72,4
	(BC)	7,2	55,2		28,0	13,5	traces	traces	traces	8,1

Tous ces résultats sont exprimés en pourcentage de terre fine séchée à l'air.

TABLEAU II

calcaire de (BC) proviennent de la décomposition des ferro-magnésiens trachytiques. Cette décomposition est très rapide et il semble que les bases soient immédiatement utilisées par les racines qui sont à leur niveau.

c) *Le sol brun forestier.*

Le Fageto-Scilletum dans son faciès typique est généralement supporté par un sol brun forestier dont nous avons pu observer de nombreux échantillons et profils.

L'analyse se rapporte à un profil du flanc nord du Montchal, au-dessus du lac Pavin. La roche-mère y est une coulée basaltique d'âge probablement quaternaire, ce qui se traduit par une légère tendance à la mélanisation du sol.

Le profil est du type A B C, avec trois horizons différenciables sur le terrain par une structure assez nettement polyédrique de B. Cet horizon B est cependant un peu lessivé, l'indice d'entraînement des colloïdes minéraux est de 1,4. L'analyse minéralogique au binoculaire nous a permis de reconnaître dans les sables de cet horizon des ferromagnésiens peu attaqués, de la serpentine, de la chlorite et des feldspaths altérés, parfois un peu de damourite. La capacité d'échange des bases est relativement élevée en A₁, ce qui est dû à la nature basaltique de la roche-mère; c'est d'ailleurs un fait d'observation bien connu que la plus grande fertilité des coulées de basaltes décomposées.

Un profil observé en forêt de Vaucoux, sur roche-mère granitique nous montre un sol très comparable, bien que plus clair et probablement moins riche en bases.

d) *Le sol brun lessivé.*

Dans une coupe du sol provenant de Chaudfour, nous avons analysé les horizons. L'horizon B se reconnaît très bien sur le terrain par sa couleur nettement rougeâtre. Effectivement, il s'agit d'un sol brun lessivé.

Nous avons noté une teneur assez élevée en colloïdes minéraux au niveau de l'horizon B et surtout l'analyse minéralogique nous a fourni à ce niveau de belles petites boules de limonite. L'enrichissement en fer se traduit donc de manière nette. La roche-mère est une cinérite très fine ce qui explique la richesse de tout le profil en éléments fins et la capacité d'échange assez élevée permettant une bonne nutrition de la forêt. Il supporte généralement un Fageto-Luzuletum dont les pH à 5 cm de profondeur sont de l'ordre de 5,2.

e) *Le sol lessivé (Parabraunerde).*

L'humus devient du type moder et le pH s'abaisse à 4,7 pour le sol lessivé dont nous avons observé un échantillon dans la hêtraie du Montcineyre. Bien que la roche-mère soit basaltique, l'horizon A₂ est très nettement décoloré sur des étendues vastes et il est possible que cela explique la dénomination de la montagne (*mons cinerea*), les roches affleurantes étant souvent noirâtres au con-

traire. Dans cette hypothèse, on devrait admettre une assez grande ancienneté de formation de ce sol lessivé. Il semble cependant s'être constitué sous la hêtraie en place.

Il existe un horizon A_1 épais d'une dizaine de centimètres et très foncé. Les feuilles mortes s'y décomposent selon le mode classique. L'analyse minéralogique montre près de 25 % de limonite dans les sables (grossiers et fins) de l'horizon B. Ce dernier est de couleur marron-chocolat car l'entraînement des colloïdes humiques est loin d'être négligeable. La richesse en bases de la roche-mère permet cependant de conserver une valeur acceptable en bases échangeables.

f) *Le sol brun podzolique.*

L'évolution du sol est un peu différente dans le cas des sols bruns podzoliques dont nous avons noté la fréquence sous le Fageto-Deschampsietum. Ce type de sol se forme essentiellement dans les cas où la pente du sol est accusée et le profil analysé vient d'un individu d'association de la hêtraie de Sarrevieille à pente d'environ 55°.

On ne rencontre pas d'horizon A_2 net mais un A_1 très foncé recouvert d'un humus de type moder. Le lessivage très oblique dans les stations à pente aussi prononcée et la finesse de la roche-mère cinéritique expliquent la migration des colloïdes humiques qui colorent tout le profil. Les colloïdes minéraux sont lessivés obliquement et entraînés en contre-bas, se répandant sur toute l'épaisseur du profil des terrains les plus bas. On remarque la rareté des sables supérieurs à 2 mm causée par la nature de la roche-mère. C'est également sa finesse qui permet un fort pourcentage de colloïdes minéraux à bases échangeables.

g) *Le sol podzolique.*

Le Fageto-Deschampsietum vacciniotosum s'établit sur des sols podzoliques à humus du type mor. Il ne provient que peu de la décomposition des feuilles de hêtres, mais de celle des très nombreuses feuilles de myrtille et de callune. La couche de fermentation est parfois épaisse d'une dizaine de centimètres. Un exemple de tels sols a été pris dans la hêtraie de Chaudesfour. Il existe un horizon A_2 décoloré très net et l'horizon B est ocre-rouge. La texture du sol est plus sableuse que dans les profils précédents. L'entraînement des colloïdes minéraux est très fort et de l'ordre de 3,9. Minéralogiquement, la limonite est dominante dans l'horizon B alors qu'elle est pratiquement inexistante dans l'horizon A_2 .

h) *Le podzol humo-ferrugineux.*

Ce terme ultime de la dégradation des sols est atteint dans les individus d'association les plus acidiphiles du Fageto-Deschampsie-

tum vaccinietosum. Sur un tel sol, la callune est très abondante et le hêtre en équilibre vital précaire souvent appelé à disparaître.

L'horizon A_2 est constitué presque uniquement de sables, alors que B_1 est beaucoup plus riche en minéraux. L'indice d'entraîne-

Clairière sur sol très acidifié.
Bruyère, callune et genévrier commun s'emparent du sol.
La reconstitution de la forêt y semble très difficile.
(Cl. CUSSET.)

ment est proche de 8. B_2 est surtout ferrugineux et la limonite en constitue l'essentiel. La capacité d'échange est presque nulle dans l'horizon A_2 mais se relève dans B_1 où les racines puisent l'essentiel de leur nourriture.

i) *Le sol hydromorphe du bois du Pavin.*

Dans une hêtraie près du lac Pavin, assez dégradée par les nombreux touristes, nous avons rencontré un type de sol différent. Les horizons A_1 et A_2 sont proches de ceux d'un sol brun lessivé comme il en est au voisinage, mais les horizons B semblent appartenir à un podzol hydromorphe. L'humidité est très grande, des sources s'écoulant vers le lac entretenant une nappe phréatique permanente à une quarantaine de centimètres de profondeur. Nous rapprochons ce sol des types décrits par DUCHAUFOR dans les Landes*.

* Ces sols ne sont pas identiques mais le facteur principal de leur formation — les remontées d'eau à partir d'une nappe importante voisine — est le même.

L'horizon B₂ est faible et n'apparaît guère que comme un liseré rouge discontinu. Par contre, B₁ est épais d'une vingtaine de centimètres, très noir et à consistance dure: c'est un véritable alios humique. Nous considérerons donc ce sol comme un podzol humique à alios. Il semble rare dans notre dition, les montagnes en pente accentuée n'en permettant qu'exceptionnellement la genèse.

Nous n'avons pas d'analyse du sol de Fageto-Scilletum equisetosum mais un profil nous a montré la présence d'un horizon bleuâtre. Il s'agit donc d'un sol à pseudogley comme nous le supposions en 1960. La présence permanente d'une nappe d'eau l'explique aisément.

L'acidité ionique du sol a été résumée dans la figure 3 montrant l'amplitude du pH pour chaque association. Nous le discuterons plus loin.

3 — Les facteurs biotiques.

La compétition biotique entre les espèces se traduit de trois façons: par la périodicité de la végétation, par la concurrence vitale des espèces en présence et par les formes biologiques dominantes.

Depuis LECOQ, la périodicité de la flore des hêtraies a été décrite assez souvent. On peut distinguer:

— un groupe conservant ses feuilles en hiver, même sous la neige: dans nos forêts, il comprend notamment les myrtilles et les callunes dans la strate arbustive (encore qu'elles perdent un bon nombre de leurs feuilles), et dans la strate herbacée *Luzula maxima*, *Luzula pilosa*, *Luzula nivea*, *Oxalis acetosella*, *Asperula odorata*, *Veronica officinalis*, *Deschampsia flexuosa*, *Bromus asper*, *Festuca heterophylla* qui conserve ses feuilles basales, de même que les *Carex*. Les fougères restent marcescentes (*Athyrium filix-foemina*, *Dryopteris filix-mas*, *Aspidium aculeatum*, *Polystichum spinulosum*...). Toutes les muscinées continuent également à assimiler pendant la saison hivernale.

— un groupe ayant en hiver, entre les restes des feuilles desséchées de jeunes pousses sorties en automne: *Milium effusum*, *Poa nemoralis*, *Melandryum silvestre*, *Ranunculus breynianus*, *Viola silvestris*, *Epilobium montanum* et *duriei*, *Myosotis silvatica*, *Galcboldon luteum*, et tous les *Hieracium* à stolons.

— un groupe « prévernal » (SALISBURY) héliophiles apparaissant au printemps et disparaissant dès que l'ombre des arbres devient épaisse: *Anemone nemorosa*, *Scilla lilio-hyacinthus*, *Corydalis solida*, *Adoxa moschatellina*, *Conopodium denudatum*. *Pulmonaria affinis* présente une phase de vie intense (avec floraison) au printemps et les feuilles radicales d'été sont bien différentes.

— un groupe plus sciaphile s'accommodant de l'ombre des arbres: *Stellaria nemorum*, *Orobis tuberosus*, *Maianthemum bifolium*, *Prenanthes purpurea*, *Solidago virga-aurea*, *Phyteuma spicatum*, *Cicerbita muralis*, *Pirola* sp.

Notons que les hêtraies des Quercetalia présentent une végétation assez uniforme toute l'année, les végétaux dominants appartenant au premier groupe, alors que les hêtraies à scilles montrent deux phases bien distinctes. LEMÉE avait déjà signalé dans le Perche que « les associations du Quercion se distinguent par la présence d'espèces toujours vertes et l'abondance d'espèces à assimilation continue ». Il semble que la continuité de l'assimilation chlorophyllienne puisse compenser dans ces associations la pauvreté du sol.

Il peut être intéressant de rapprocher les espèces de chaque alliance, Fagion ou Quercion, pour examiner leur adaptation à chaque sol. Sont en concurrence les espèces à aptitudes écologiques voisines. Les espèces du Fagion sont généralement liées au mull. *Scilla lilio-hyacinthus*, *Stellaria nemorum* ssp. *glochidisperma*, *Pulmonaria affinis* ssp. *eu-affinis*, *Conopodium denudatum*, *Galeobdolon luteum*, *Myosotis silvatica*, *Festuca silvatica*, *Impatiens noli-tangere*, *Milium effusum*, et *Neottia nidus-avis* sont exclusives du mull dans notre dition tout au moins. *Phyteuma spicatum* ssp. *ochroleucum*, *Asperula odorata*, *Dentaria pinnata*, *Cicerbita muralis*, et *Poa nemoralis* s'accommodent également d'humus de type moder.

Les espèces du Quercion sont liées au contraire aux humus acides. Elles n'apparaissent guère au-dessus de pH 6. *Hieracium murorum* sensu lato, *Sorbus aria*, *Pirola minor*, *Convallaria maialis*, *Teucrium scorodonia* sont dans ces cas. *Solidago virga-aurea* et *Deschampsia flexuosa* montrent une amplitude un peu plus grande.

Les espèces du Querceto-Fagetea qui doivent s'adapter à toute la gamme des conditions écologiques précédentes ont effectivement la possibilité de végéter aussi bien sur le mull que sur le mor. *Viola silvestris*, *Anemone nemorosa*, *Melandryum silvestre*, *Bromus asper*, *Ranunculus breyninus* se rencontrent de pH 7 à pH 4.

Les différentielles de chaque association ou sous-association sont évidemment liées de manière assez stricte aux conditions écologiques les plus fréquentes dans ce groupement. *Geranium robertianum*, *Equisetum hyemale*, *Vaccinium myrtillus* et *Calluna vulgaris* nous semblent exclusives de leurs groupements, à l'intérieur de la hêtraie. *Leucobryum glaucum* est lié au mor.

La concurrence vitale peut également se reconnaître à la prééminence de telle ou telle forme biologique. On sait l'importance que cette notion revêt pour la comparaison de groupements à flores différentes dans des pays éloignés.

Les spectres biologiques, établis d'après la classification de RAUNKIAER, se révèlent assez semblables pour tous nos groupements. Les

héli-cryptophytes dominant de façon générale; les géophytes sont nombreux; les phanérophytes bien représentés. Les thérophytes peuvent être absents et ils sont toujours rares. Nous avons établi les spectres biologiques en tenant compte des coefficients d'abondance-dominance dans chaque groupement (fig. 4). Les abréviations représentent respectivement: F.S. = Fageto-Scilietum typique; F.S. Ath. = Fageto-Scilietum athyrietosum; F.S. Eq. = Fageto-Scille-

SPECTRES BIOLOGIQUES

FIG. 4.

tum equisetosum; F.S.M. = Fageto-Scilietum moehringietosum; F.S.All. = Fageto-Scilietum allietosum; F.L. = Fageto-Luzuletum; F.D. = Fageto-Deschampsietum; F.D. = Fageto-Deschampsietum; F.D.H. = Fageto-Deschampsietum hylocomietosum; F.D.V. = Fageto-Deschampsietum vacciniyetosum.

Ce mode de représentation reflète beaucoup mieux les écarts entre nos divers groupements. De manière générale, les géophytes se font de plus en plus rares au fur et à mesure de l'acidification du sol. Bien que celui-ci soit assez profond pour eux, ils ne trouvent plus une nourriture suffisante au niveau de l'horizon A₂ appauvri. Au contraire, les phanérophytes, et surtout les nanophanérophytes qui exigent un support moins stable, végètent facilement en atteignant l'horizon d'accumulation. Les muscinées profitent de la pellicule superficielle où leurs rhizoïdes sont ancrés pour végéter un peu sur tous les milieux; néanmoins elles sont plus rares sur les mors trop acides (excepté *Leucobryum glaucum*). Sur le null elles sont étouffées par les espèces herbacées plus vigoureuses.

Dans le Fageto-Scilletum athyrietosum les héli-cryptophytes ont une grande importance; poussant leurs rhizomes ou leurs racines dans les blocs de rochers et dans le sol peu profond, ils consolident le sol et l'approfondissent. Ce sont eux qui jouent le rôle dynamique le plus important dans la formation du sol forestier. Les géophytes n'ont pas assez de place pour implanter des bulbes ou des organes souterrains importants. Dans le Fageto-Scilletum moehringietosum où nous avons noté un éclaircissement relatif de 25 %, les thérophytes prennent une place notable. C'est celle de nos associations dont le pourcentage d'espèces annuelles est nettement le plus fort. Au contraire, les thérophytes disparaissent complètement dans le Fageto-Scilletum allietosum dont l'altitude est trop élevée. Le recouvrement du sol une bonne partie de l'année par la neige et les températures extrêmes minimales certainement très basses n'autorisent pas l'implantation de thérophytes fragiles. Par contre les géophytes bien protégés par la neige sont favorisés. Du Fageto-Iuzuletum au Fageto-Deschampsietum hylcomietosum on voit l'accroissement du pourcentage des mousses, aux dépens des hémicryptophytes dont les racines superficielles sont en concurrence étroite avec les rhizoïdes et dont les racines profondes sont dans un horizon appauvri. Dans le Fageto-Deschampsietum vacciniotosum, les phanérophytes deviennent très abondants. L'éclaircissement réduit sous leur feuillage et la podzolisation du sol réduisent le nombre d'autres végétaux.

D — Le dynamisme des hêtraies et des associations non silvatiques du même étage

Dans cette partie de notre étude nous ferons appel à un certain nombre de groupements définis par DE LACHAPELLE en 1961. Nous avons d'ailleurs confronté souvent nos vues et nous lui sommes redevable de précisions très intéressantes*. Nous donnerons, pour

* Voir son mémoire déposé au Laboratoire de Botanique de Clermont-Ferrand.

faciliter la compréhension, les caractéristiques sommaires de ces associations.

1 — Le passé de la végétation.

On connaît des vestiges ante-dinantiens de la vie végétale en Auvergne, mais c'est seulement à partir du Tertiaire que nous avons affaire à des plantes semblables à celles que nous voyons actuellement. GRANGEON, dans sa contribution à l'étude de la flore stampienne de Limagne a groupé les « plantes des forêts sociales et montagneuses ». Nous relevons dans la liste qu'il donne : *Thuiopsis europaea*, *Abies* sp., *Podocarpus gypsorum*, *Protophyllocladus*, *Fagus gautieri*. Cependant l'état de conservation des empreintes nous semble ne pas permettre d'être très affirmatif sur l'attribution de ces espèces à un genre déterminé; c'est ainsi que, comme le signale GRANGEON, l'empreinte dénommée *Protophyllocladus* avait déjà été rangée parmi les Fougères, les Cycadées et les Taxacées. La présence de *Podocarpus* sp. nous semble poser un intéressant problème de phytogéographie; ce genre a été également reconnu dans le Tertiaire d'Huppaye (Belgique), de Cervera (Catalogne), d'Aix-en-Provence, d'Häring (Tyrol), de Koumi (Ile Eubée) et Leoben en Styrie. On sait qu'il s'agit actuellement d'une espèce strictement sud-équatoriale. S'agit-il bien d'un vrai *Podocarpus*?

Fagus gautieri Laurent et Marty est représenté par plusieurs empreintes. Il s'agit « de petites feuilles d'aspect coriace, de 25-35 mm de long sur 9-12 de large munies de 10-12 paires de nervures secondaires ». Il serait « apparenté au groupe *silvatico-orientalis* ». Dans les cinérites du lac Chambon, on rencontre des feuilles de hêtre d'attribution indubitable. Rapproché de *Fagus moesiaca*, ou même dénommé *Fagus silvatica* par MARTY, cet arbre aurait constitué des forêts au Pliocène (au Villafranchien pour RUDEL).

Les cinérites du Cantal nous ont conservé l'image de l'étagement botanique du Tertiaire terminal. Les forêts s'étendaient à partir d'un étage à *Abies ramesi*. On y rencontrait *Alnus glutinosa*, *Populus tremula* et *Cornus sanguinea*, mais aussi *Sassafras ferretianum*, *Acer loetum*, *Jasminum heterophyllum* et *Berhemia volubilis*. Dans la strate herbacée, les fougères sont les mieux conservées, *Dryopteris filix-mas*, *Polypodium vulgare*. On reconnaît aussi *Ilex aquifolium*, *Hedera helix* et *Vinca minor*, espèces à feuilles coriaces se fossilisant bien.

Dès le Villafranchien, l'élément euro-sibérien paraît le mieux représenté sur le Plateau Central comme l'a souligné BRAUN-BLANQUET en 1921. Il a gardé cette prééminence jusqu'à nos jours. CHASAGNE écrit en 1956: « Les types sibériens sont fréquents et répandus en Auvergne; le plus grand nombre est arrivé assez récemment et cette marche se poursuit à l'heure actuelle ».

L'évolution de la végétation au Quaternaire est maintenant bien connue dans notre région grâce aux travaux de G. et C. DUROIS et de LEMÉE. L'analyse pollinique a été appliquée à de nombreuses stations. Après le maximum du Würm, la forêt semble absente des sommets et les pentes devaient être recouvertes de bouleaux, probablement de *Betula nana*, que l'on trouve actuellement dans le nord de la Margeride, en Haute-Loire entre Grèzes et Chalaneilles et en Lozère vers Lajo. Un réchauffement temporaire permet ensuite la remontée de la forêt vers 1 200 m, avec un mélange de bouleaux et de pins. Les bouleaux semblent appartenir aux espèces *verrucosa* et *pubescens*. Après un refroidissement amenant une toundra temporaire, la forêt réapparaît en mélange de bouleaux, de pins et de noisetiers. Puis les pins diminuent au profit du noisetier et surtout du chêne. L'orme s'étend, le hêtre, le sapin et l'aulne commencent à être présents. Le chêne semble avoir atteint 1400-1500 m, ce qui est presque la limite supérieure actuelle du hêtre. Le tilleul prend ensuite une importance notable. La phase suivante voit un maximum du sapin et du hêtre. « La limite supérieure était entre 1 400 et 1 500 m dans les endroits abrités, s'abaissant à moins de 1 400 m dans les endroits exposés aux vents, comme la limite naturelle actuelle » (LEMÉE - 1942). Enfin, le sapin se raréfie et disparaît totalement à l'état spontané du versant sud des Dorez et le hêtre s'étend considérablement. C'est la phase actuelle qui est marquée par la totale subjugation de la nature par l'homme. Il est hors de doute que le XVIII^e siècle a été une période de déboisement très important en Auvergne. LUQUET cite JUVÉNAL HERMET « qui constate la destruction presque générale des forêts de la province ». En 1828, les procès-verbaux ne signalent que « quelques rares futaies, assez mal venues ». Depuis 1850, la diminution de la densité de la population montagnarde, la disparition des troupeaux de chèvres et, plus récemment, l'action de l'Administration forestière ont permis la reconstitution d'une bonne partie de la forêt primitive.

2 — Dynamisme des associations.

Caractérisons d'abord rapidement les associations non-silvatiques dont nous allons parler.

Le Centaureo-Cynosuretum Br. et Tüxen 1949 est représenté par de belles prairies entre 1 050 et 1 200 m, pacagées ou clôturées pour la fauche. Ils se situent sur des pentes ne dépassant pas 10°. L'association se reconnaît à *Cynosurus cristatus*, *Trifolium repens*, *Centaurea nigra*, *Phleum pratense* et *Senecio jacobea*.

L'assèchement du sol ou un pacage abusif transforment cette association en Nardeto-Leontodonetum pyrenaici (DE LACHAPELLE). Cette dernière se caractérise par la grande abondance du nard, *Leontodon pyrenaicus*, *Meum athamanticum*, *Selinum pyrenaicum* et *Ga-*

lium hercynium. On y rencontre de nombreuses transgressives de la hêtraie, spécialement dans la sous-association à *Chrysanthemum delarbei* et *Gentiana lutea*.

Les falaises trachytiques humides sont occupées par ce que LUQUET nommait « association à *Adenostyles albifrons*, sous-association à *Luzula desvauxii*. DE LACHAPELLE l'a dénommée « *Luzuletum desvauxii* », conformément à la nomenclature. C'est un groupement de l'*Adenostylium* indépendant des autres associations de cette alliance.

a) Hêtraie et associations non silvatiques.

Dans les zones les plus humides du Nardeto-Leontodonetum, il se forme, par refus du bétail et absence de pacage, une sorte d'aunaie nitrophile qui renferme de nombreuses espèces de la hêtraie. Voici un relevé de cette formation :

Alnus glutinosa Gaertn. 1-2; *Salix atro-cinerea* Brot. 1-1; *Salix repens* L. +; *Salix aurita* L. 1-2; × *Salix ambigua* Ehrh. +; *Betula pubescens* Ehrh. +; *Caltha palustris* L. 1-3; *Ribes petraeum* Wulf. +; *Sorbus aria* Crtz. +; *Sorbus aucuparia* L. +; *Impatiens noli-tangere* L. +; *Crepis paludosa* Moench +; *Luzula campestris* L. +; *Cirsium palustre* Scop. +; *Calamagrostis arundinacea* Roth. +; *Orchis latifolia* L. +; *Carex* div. +; et les transgressives de la hêtraie: *Pulmonaria affinis* Jord. 1-2; *Stellaria nemorum* ssp. *glochidisperma* Murb. 2-1; *Euphorbia hyberna* L. +; *Epilobium montanum* L. +; *Prenanthes purpurea* L. +; *Circaea intermedia* Ehrh. +; *Myosotis silvatica* Hoffm. +; *Poa sudetica* Haenck. +; *Melandryum silvestre* Roehl. +; *Festuca silvatica* Will. +; et *Fagus silvatica* (Semis) +.

Ce groupement paraît devoir évoluer vers une hêtraie à *Scilla lilio-hyacinthus*. On peut noter les points de ressemblance qu'il présente avec le Fageto-Scilletum moehringietosum. Son recouvrement est en effet faible et les conditions écologiques assez semblables.

Le Nardeto-Leontodonetum chrysanthemosum renferme lui aussi, comme l'a justement noté DE LACHAPELLE, de nombreuses espèces de la hêtraie. Il ne semble pas être cependant un simple groupement de transition entre la prairie et la forêt. Les principales transgressives de la hêtraie sont: *Euphorbia hyberna*, *Solidago virga aurea*, *Poa sudetica*, *Hypericum pulchrum*, *Veronica officinalis*, *Galeobdolon luteum*, *Knautia silvatica*, *Teucrium scorodonia*, *Pulmonaria affinis*, *Deschampsia flexuosa* et *Anemone nemorosa*. Les individus d'association sont très homogènes, qu'ils soient près de la lisière ou loin d'elle. Le sol est assez évolué, « proche d'un sol brun uniforme » (DE LACHAPELLE). L'observation de germinations de hêtres semble permettre de penser à une colonisation possible (ou à une reconquête) par la forêt si le pacage cessait.

Le *Luzuletum desvauxii* occupe les rebords des falaises trachytiques humides. C'est à leur base, sur un mince ranker à mull que se constitue le *Fageto-Scilletum athyrietosum*. Si l'érosion des eaux courantes n'entraînait le sol du *Luzuletum desvauxii* dès qu'il se forme, les fougères ne tarderaient pas à monter à l'assaut des falaises et à étouffer les luzules sous leur ombre, préparant la marche de la forêt. Ce ranker à mull où s'installe la hêtraie évolue vers un sol brun uniforme, stade le plus jeune des vrais sols siltatiques. Si le sol est trop humide par la présence d'une nappe d'eau permanente, il se forme un *Fageto-Scilletum equisetosum* près de la limite inférieure des forêts; au contraire les conditions écologiques plus rudes aux altitudes élevées conduisent à la formation du *Fageto-Scilletum alliotosum*. Cette sous-association ne se forme pas à l'exposition ouest où le sol est trop lessivé. Le profil transversal de la vallée de Chaudesfour permet de suivre une telle évolution.

Un léger lessivage du sol transforme le *Fageto-Scilletum* en *Fageto-Luzuletum*, association pivot des hêtraies. En effet, l'éclaircissement naturel de la végétation amène une forte minéralisation de la surface du sol et il s'établit un *Fageto-Scilletum moehringietosum*, qui permet la reconstitution de la hêtraie typique. Mais le *Fageto-Luzuletum* peut évoluer en sens inverse vers une acidification plus poussée de son sol. On arrive alors au *Fageto-Deschampsietum*, c'est-à-dire que l'on passe dans l'ordre des *Quercetalia*. Comme POCHON et DE BARJAC l'ont souligné, un seuil biologique important existe à pH 5. Dans nos hêtraies, ce seuil se traduit par une irréversibilité évolutive: en dessous de pH 5, le sol s'acidifie continuellement et la hêtraie tend à se détruire elle-même*, alors que le *Fageto-Scilletum* typique se reconstitue lorsque le pH n'est pas descendu à 5. C'est également le point où les mycorrhizes commencent à jouer un rôle important, par leur nombre propre et par le nombre des espèces atteintes. Elles ont cependant, comme l'ont noté certains auteurs, besoin d'un seuil d'éclairement relatif de l'ordre de 6 %; c'est ainsi que la luminosité relative ne dépassant pas 3 % dans le *Fageto-Deschampsietum hylocomietosum* les plantes y sont très rares, à l'exception des muscinées moins exigeantes. Cette sous-association constitue un ensemble par sélection des espèces les plus acidiphiles. En été, la circulation d'eau ascendante se fait essentiellement par les racines des hêtres et le fer ne remonte que difficilement dans le sol, il ne se forme qu'un sol très lessivé à tendances podzoliques, sans horizon ferrugineux net. Au contraire, la grande luminosité de la sous-association à *Vaccinium* (9 %) se traduit par l'abondance des champignons mycorrhiziens et les espè-

* Ce cas ne semble pas totalement identique à celui des hêtraies-sapinières où ce seuil paraît être plus bas. Rappelons qu'il s'agit ici de hêtraies pures. Les micro-organismes — et notamment les bactéries — seraient-ils différents? Une éventuelle action des corps contenus dans les aiguilles de sapins serait intéressante à étudier.

ces à associés fongiques y sont nombreuses. Ils permettent l'utilisation des humus de type mor. L'aboutissement du Fageto-Deschampsietum vacciniotosum est la constitution d'un podzol humo-ferrugineux profond qui convient très bien à la Callune venue des landes voisines. Elle exerce, comme l'ont montré les forestiers anglais, une action inhibitrice nette sur le développement des basidiomycètes, et par là même entraîne la disparition des mycorrhizes, tout au moins du groupe associé aux espèces herbacées, groupe « différent de celui des espèces ligneuses » (BOULLARD *in litt.*). La forêt a disparu, victime d'une évolution irréversible dont le départ se situe aux environs de pH 5.

Ces interactions entre le sol et la végétation jouent le rôle prédominant dans le dynamisme de la végétation. Il ne faudrait cependant pas oublier l'action des facteurs externes sur l'évolution des sols et donc de la végétation. Les pluies dominantes venant de l'ouest, les pentes est et nord-est en sont protégées. Si ces pluies agissent sur le sol, elles accentuent la vitesse de lessivage du sol et donc la podzolisation. C'est effectivement sur les pentes ouest et sud-ouest que nous avons reconnu la plus grande fréquence du Fageto-Deschampsietum et de ses sous-associations acidiphiles (fig. 5).

b) La limite supérieure de la hêtraie.

Il est classique de faire état des défrichements effectués au XVIII^e siècle pour affirmer que la limite supérieure de la hêtraie a été notablement abaissée et que sa véritable altitude devrait être supérieure d'une centaine de mètres à ce qu'elle est actuellement. Nous avons déjà évoqué les résultats de l'analyse polinique (ceux de LEMÉE notamment) permettant d'affirmer que cette limite était au début du néolithique, c'est-à-dire à la phase du sapin et du hêtre, sensiblement la même qu'actuellement. S'il y a eu une nette action de l'homme sur l'abaissement de la forêt, il faut donc supposer qu'elle est mésolithique et il nous semble que la forêt aurait eu le temps de se reconstituer. Les données toponymiques coïncident d'ailleurs avec cette manière de voir, aucun lieu-dit de nom dérivé de « Fagus » est à noter au-dessus de 1 400 m dans notre région. Ils sont par contre nombreux (la Faye, Fayet...) plus bas.

Comment se présente donc actuellement la lisière supérieure de la hêtraie? Remarquons tout d'abord que les versants exposés de façon trop directe aux vents dominants de sud-ouest portent des associations de prairie alpine plus bas que les autres. Nous pouvons estimer la limite forestière supérieure à 1 450 m par exposition abritée et à 1 350 m seulement aux expositions sud et ouest... Selon que la forêt appartient à l'alliance du Fagion ou à celle du Quercion, il semble que les choses soient légèrement différentes.

Si la forêt est formée sur un sol peu acide, on observe à sa limite supérieure un groupement à *Sorbus* et *Salix*, d'une trentaine

FIG. 5.

de mètres de large. Ce groupement étudié par DE LACHAPELLE paraît assez homogène. On y note ordinairement des transgressives de la hêtraie, *Euphorbia hyberna*, *Melandryum rubrum*, *Solidago virga-aurea*, *Senecio cacaiaster*, *Anemone nemorosa*, *Allium victorialis*, *Luzula maxima*, *Prenanthes purpurea*, et des transgressives de l'Adenostylon, *Adenostyles alba*, *Ranunculus aconitifolius*, *Aconitum napellus*, *Luzula desvauxii*, *Cicerbita plumieri*. Il existe en plus quelques caractéristiques : *Aconitum lycoctonum*, *Geranium silvaticum*, *Trollius europeus* notamment.

Limite supérieure atteinte par la hêtraie (1545 m).
La photo, prise au mois de mai, montre un des névés de Chaudefour.
Les hêtres sont rabougris et couchés par les avalanches.

(Cl. CUSSET.)

Au-dessus des hêtraies de l'ordre des *Quercetalia*, on ne retrouve rien de tel. Il existe un groupement à *Juniperus*, distinct des landes subalpines. On y relève : *Juniperus communis*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Campanula linifolia*, *Potentilla erecta*, *Betonica officinalis*, *Orobis tuberosus*, *Dianthus silvaticus*, et *Cytisus purgans*.

Il faut enfin faire une place particulière au Nardeto-Festucetum *rubrae* (DE LACHAPELLE). BRAUN-BLANQUET parlait à propos d'un groupement comparable de « groupement semi-naturel créé par le pacage occupant des sols de vocation forestière ». Nous n'avons pas observé de troupeaux à une altitude aussi élevée mais estimons qu'il s'agit bien là d'un ensemble que la hêtraie pourrait facilement

coloniser. On y rencontre surtout *Nardus stricta*, *Viola sudetica*, *Festuca rubra*, *Alchemilla vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum alpinum*, *Luzula sudetica*, *Trifolium alpinum*, *Selinum pyreneum*, *Meum athamanticum*, *Potentilla aurea*, *Conopodium denudatum*, *Anemone nemorosa*, *Lilium martagon*, *Veronica officinalis*, *Vaccinium myrtillus*, *Gentiana lutea*, *Dianthus silvaticus*, *Ajuga reptans*, *Euphrasia nemorosa*, *Jasione perennis*, *Cerastium coespitosum*, *Rumex acetosella*, *Ranunculus nemorosus*, ...

c) *Les associations de coupe.*

Là encore on assiste à un dualisme entre les hêtraies des Fagetalia et des Quercetalia.

Pour les forêts à sol peu acide, on voit dès la première année l'apparition d'une série d'espèces nitratophiles, qui profitent de l'action minéralisante des bactéries de surface. Il apparaît alors une association à *Epilobium spicatum*, un *Epilobietum spicatae*. On observe d'abord *Epilobium spicatum* nettement dominant, *Galeopsis tetrahit*, *Digitalis purpurea*, *Urtica dioica*, *Senecio fuchsii*, *Galeobdolon luteum*, *Lapsana communis*, *Geranium phoeum*, *Geranium robertianum*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens noli-tangere*, *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, et *Polytrichum formosum*. Puis les phanérophytes rudéraux s'installent, *Sambucus racemosa* et *Rubus idaeus*. Une dizaine d'années après la coupe, on rencontre: *Sambucus racemosa*, *Rubus idaeus*, *Urtica dioica*, *Salix* sp., *Corylus avellana*, *Cicerbita muralis*, *Deschampsia flexuosa*, *Pulmonaria affinis*, *Oxalis acetosella*, *Phyteuma spicatum*, *Solidago virgaurea*, *Ribes petraeum*, *Glechoma hederacea*, *Senecio jacobaeaster*, *Pteridium aquilinum*, et même quelques semis de *Fagus*. La hêtraie ne va pas tarder à se reconstituer, hêtraie du type Fageto-Scilletum.

Pour ce qui concerne les hêtraies des Quercetalia, la régénération est beaucoup plus difficile et parfois même impossible. Voici un relevé où la repousse de la hêtraie paraît possible: *Sarothamnus scoparius* 2-1; *Rubus* sp. 1-1; *Vaccinium myrtillus* 1-2; *Deschampsia flexuosa* 2-1; *Pteridium aquilinum* +; *Betonica officinalis* +; *Epilobium spicatum* +; *Agrostis vulgaris* +; *Veronica officinalis* +. Au contraire, lorsque la callune s'installe après une coupe, il semble bien que le sol ait perdu toute vocation forestière*. Une clairière dans un lambeau de hêtraie près de Courbanges ne nous a pas montré le moindre signe de reconstitution de la forêt depuis quatre ans que nous avons observé son évolution. On y trouve: *Calluna vulgaris* 4-2; *Juniperus communis* 1-2; *Vaccinium myrtillus* 1-3; *Betonica officinalis* +; *Orobancha tuberosus* +; *Deschampsia*

* Il s'agit ici de l'évolution naturelle de notre dition. Des reboisements seraient probablement possibles, mais délicats. Rappelons que l'épicéa n'est pas spontané dans les Dôres.

sia flexuosa +; *Campanula rotundifolia* +; *Pirola minor* +; *Potentilla erecta* +; *Hylocomium splendens* 1-3; *Hypnum schreberi* +; *Leucobryum glaucum* +; *Hypnum cupressiforme* ssp. +.

E. — Les forêts de l'étage inférieur à la hêtraie

Il est plus difficile de décrire le passage des hêtraies aux forêts d'altitude moindre, que la limite supérieure de la hêtraie. Nous tenterons d'en donner une esquisse après avoir examiné la composition de ces forêts. Nous en prendrons des exemples dans la série forestière que l'on rencontre de Roche-Charles à Courgoul le long du ruisseau de Sault. Il est regrettable qu'il n'existe aucun chemin dans cette région fort instructive. Les altitudes vont de 1 040 m près de Boslabert à environ 600 m vers Lagouzoux.

Les bois sont de nature assez complexe et montrent souvent un véritable enchevêtrement d'associations différentes, selon des conditions écologiques elles-mêmes très variables. Il ne nous a pas été possible d'étudier de façon précise ces dernières et nous le regrettons. On peut dégager de l'examen de la végétation plusieurs associations. Nous examinerons successivement: le *Querceto-Carpinetum montanum* et ses facies, le *Fagetum tilietosum*, un *Querceto-Fagetum* de montagne, des bois proches des *Querceto-Lithospermetum* et *Quercetum pubescentis*, le *Quercetum sessiliflorae* et le *Quercetum roboris* appauvris.

1 — Le *Querceto-Carpinetum montanum* Lemée.

Cette sous-association du *Querceto-Carpinetum* est une projection montagnarde décrite d'abord dans la Comté d'Auvergne par LEMÉE, puis par le même auteur dans les Monts Dômes. Il s'agit d'un taillis sous futaie riche en espèces. Nous avons noté:

Caractéristiques d'association et Différentielles de sous-association.

Carpinus betulus L. 2;2 - *Geranium nodosum* L. 2;2 - *Potentilla fragariastrum* Ehrh. 1;2 - *Ranunculus auricomus* L. + - *Vinca minor* + - *Lilium martagon* L. +.

Fraxino-Corpinion.

Fraxinus excelsior L. 1;2 - *Evonymus europaeus* L. ssp. *vulgaris* Mill. + - *Geum urbanum* L. +.

Fagion et Fagetalia.

Euphorbia dulcis L. 2-1; *Milium effusum* L. 1-2; *Asperula odorata* L. 1-3; *Anemone nemorosa* L. 1-1; *Stellaria holostea* L. 1-1; *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. +; *Phyteuma spicatum*

L. ssp. ochroleucum Schulze +; *Epilobium montanum* L. +; *Vicia sepium* L. +; *Viola silvatica* Koch +; *Galeobdolon luteum* Huds. +; *Neottia nidus-avis* Rich. +.

Espèces compagnes.

Quercus pedunculata Ehrh. +; *Acer campestre* L. +; *Acer platanoides* L. +; *Rubus* sp. 1-2; *Cornus sanguinea* L. 1-1; *Viburnum lantana* L. 1-1; *Crataegus oxyacantha* L. et *C. monogyna* Jacq 1-1; *Ribes alpinum* L. 1-1; *Poa nemoralis* L. 2-3; *Hieracium* gr. *murorum* L. 1-2; *Orobis tuberosus* L. (= *Lathyrus montanus* Bernh.) 1-1; *Festuca heterophylla* Lmk. +; *Luzula pilosa* Willd. +; × *Luzula horneri* Bromf. +; *Ranunculus breyninus* Crantz +; *Solidago virga-aurea* L. var. *latifolia* Koch +; *Melampyrum pratense* L. +; *Allium ursinum* L. ×; *Conopodium denudatum* Koch. +.

(Nous n'avons pas relevé les muscinées).

Ce relevé se rapproche beaucoup du Querceto-Carpinetum montanum décrit par LEMÉE dans la Comté d'Auvergne. Remarquons cependant l'absence de *Cerasus avium* et d'*Ilex aquifolium* dans cette partie des bois de Courgoul.

Nous avons rencontré sur une pente très humide un peuplement abondant d'*Equisetum hyemale* L. que l'on peut considérer comme facies de la sous-association. Il existe un facies comparable dans la Comté près de Mercurol.

2 — Le Fageto-Scilletum tilietosum.

C'est le Fagetum gallicum tilietosum de LEMÉE 1946. Quelques îlots forestiers parmi le Querceto-Carpinetum précédent semblent bien appartenir à cette sous-association. Trois individus d'association nous ont fourni (la notation chiffrée représente le degré de présence):

Différentielles de sous-association.

Tilia platyphyllos Scop. 3 - *Allium ursinum* L. 3 - *Geranium nodosum* L. 2 - *Galium mollugo* L. ssp. *elatum* Thuill. 2 - *Elymus europaeus* L. 1.

Caractéristiques de l'association.

Fagus silvatica L. 3 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. *eu-affinis* P.F. 3 - *Polygonatum verticillatum* All. 2 - *Epilobium montanum* L. 2 - *Conopodium denudatum* Koch 1.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Asperula odorata L. 3 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. *ochroleucum* Schulze 3 - *Dentaria pinnata* Lmk. 3 - *Poa nemoralis* 2 - *Prenanthes purpurea* L. 2 - *Galeobdolon luteum* Huds. 2 - *Euphorbia amygdaloides* L. 2 - *Paris quadrifolia* L. 1 - *Festuca silvatica* Vill. 1 - *Vicia sepium* L. 1 - *Myosotis silvatica* Hoffm. 1 - *Milium effusum* L. 1 - *Actaea spicata* L. 1.

Compagnes.

Quercus pedunculata Ehrh. 1 - *Acer platanoides* L. 1 - *Viola silvatica* Koch 3 - *Oxalis acetosella* L. 3 - *Dryopteris filix-mas* Schott. 2 - *Hieracium* gr. *murorum* L. 1 - *Athyrium filix-foemina* Roth. 1 - *Poa chaixii* Vill. 1 - *Senecio cacaliaster* Lmk. 1. ...

La proximité du Fageto-Scilletum enrichit légèrement nos individus d'association en éléments appartenant à la flore de la hêtraie par rapport aux relevés donnés par LEMÉE de la Comté. La composition est assez différente de celle du Querceto-Carpinetum montanum.

3 — Le « Querceto-Fagetum de montagne ».

Nous sommes en possession de deux relevés que nous avons eu une certaine difficulté à intégrer dans une association déjà décrite. Après comparaison avec les listes données par divers auteurs, notamment en ce qui concerne les Querceto-Carpinetum et le Fageto-Scilletum tilietosum, il nous a semblé que l'on devrait les rapprocher du Querceto-Fagetum décrit par LEMÉE dans le Perche. La présence d'espèces montagnardes permettrait peut-être d'en faire une sous-association « montanum » si un plus grand nombre de relevés vient confirmer ceux que nous donnons aujourd'hui.

Caractéristiques d'association (Notation en degrés de fréquence).

Fagus silvatica L. 2 - *Quercus sessiliflora* Salibs. 2 - *Veronica montana* L. 2 - *Circaea lutetiana* L. 2 - *Melica uniflora* Retz 1 - *Milium effusum* L. 1 - *Anemone ranunculoides* Wid. 1.

Fagion et Fagetalia.

Epilobium montanum L. 2 - *Viola silvatica* Koch. 2 - *Prenanthes purpurea* L. 2 - *Poa nemoralis* L. 2 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. 1 - *Carex silvatica* Huds. 1 - *Sanicula europaea* L. 1.

Quercion et Quercetalia.

Solidago virga-aurea L. 2 - *Rubus* sp. 2 - *Melampyrum pratense* L. 1 - *Orobis tuberosus* L. 1 - *Hieracium murorum* L. 1 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. 1 - *Festuca heterophylla* Lmk. 1.

Espèces compagnes.

Lilium martagon L. 2 - *Ajuga reptans* L. 2 - *Campanula persicaefolia* L. 1 - *Knautia cf. silvatica* Duby 1 - *Polygonatum multiflorum* L. 1.

On note l'absence d'espèces du Fraxino-Carpinion et des caractéristiques du Querceto-Carpinetum.

4 — Le Querceto-Carpinetum holcetosum mollis Lemée.

Nous plaçons immédiatement à côté du Querceto-Fagetum montanum la sous-association acidiphile du Querceto-Carpinetum. Cela permettra les comparaisons entre les Monts Dômes où le Querceto-Carpinetum holcetosum mollis occupe les terrains acides du rebord du plateau, et les Monts Dorez plus riches en associations de transition.

Différentielles de sous-association.

Veronica officinalis L. V ; 0,6 - *Campanula rotundifolia* L. ssp. III ; 0,4 - *Holcus mollis* L. III ; 0,4 - *Ranunculus breyninus* Crantz ssp. nemorosus D.C. et ssp. polyanthemoides Bor. II ; 0,2 - *Melittis melissophyllum* L. II ; 0,1 - *Melampyrum cristatum* L. I ; 0,1.

Caractéristiques d'association.

Carpinus betulus L. V ; 1,6 - *Cerasus avium* L. I ; 0,2 - *Potentilla fragariastrum* Ehrh. V ; 0,4 - *Ranunculus auricomus* L. IV ; 0,3 - *Vinca minor* L. II ; 0,2 - *Adoxa moschatellina* L. II ; 0,1 - *Conopodium denudatum* Koch I ; 0,1.

Fraxino-Carpinion.

Carpinus betulus L. V ; 1,6 - *Cerasus avium* L. I ; 0,2 - *Potentilla fragariastrum* Ehrh. V ; 0,4 - *Ranunculus auricomus* L. IV ; 0,3 - *Vinca minor* L. II ; 0,2 - *Adoxa moschatellina* L. II ; 0,1 - *Conopodium denudatum* Koch I ; 0,1.

Fraxino-Carpinion.

Evonymus europaeus L. ssp. vulgaris Mill. III ; 0,4 - *Ficaria verna* Huds. II ; 0,4 - *Acer pseudo-platanus* L. I ; 0,2 - *Chrysosplenium alternifolium* L. I ; 0,1.

Fagion et Fagetalia.

Prenanthes purpurea L. II ; 0,3 - *Viola silvatica* Koch I ; 0,2 - *Asperula odorata* L. I ; 0,1 - *Phyteuma spicatum* L. ssp. ochroleucum Schulze I ; 0,1 - *Euphorbia dulcis* L. I ; 0,1.

Quercion et Quercetalia.

Melampyrum pratense L. V; 0,3 - *Teucrium scorodonia* L. IV; 0,3 - *Hypericum pulchrum* L. IV; 0,2 - *Orob. tuberosus* L. III; 0,6 - *Solidago virga-aurea* L. III; 0,2 - *Quercus sessiliflora* Salisb. II; 0,2 - *Hieracium murorum* L. II; 0,2 - *Betonica officinalis* Trev. II; 0,1 - *Deschampsia flexuosa* Gris. I; 0,3 - *Hieracium boreale* Fries I; 0,1 - *Hieracium nemorense* Zahn. I; 0,1 - *Convallaria maialis* L. I; 0,1.

Espèces compagnes.

Acer campestre L. III; 0,3 - *Sorbus aria* Crtz. II; 0,4 - *Crataegus* sp. I; 0,1 - *Sorbus torminalis* Crtz. I; 0,1 - *Poa nemoralis* L. III; 0,2 - *Luzula pilosa* Willd. III; 0,2 - *Luzula forsterii* D.C. II; 0,2 - *Veronica montana* L. I; 0,1 - *Campanula persicaefolia* L. I; 0,1 - *Ajuga reptans* L. I; 0,1 - *Hedera helix* L. I; 0,1 - *Veronica chamaedrys* L. I; 0,1.

(12 relevés).

5 — Le Querceto-Lithospermetum Br. Bl.

Les expositions sud portent assez fréquemment de La Tourette à Saurier des individus d'association du Querceto-Lithospermetum. Nous avons choisi ceux qui sont le plus près des éclaircies et qui nous ont paru les plus caractéristiques pour relever :

Caractéristiques d'association.*

Quercus lanuginosa Lmk. 8 - *Pirus communis* L. ssp. *achras* Gaertn. 6 - *Lathyrus niger* Bernh. 8 - *Mellittis melissophyllum* L. 7 - *Lithospermum purpureo-caeruleum* L. 7 - *Campanula persicaefolia* L. 5 - *Vincetoxicum officinale* Moench ssp. *laxum* G. et G. 3 - *Helleborus foetidus* L. 3 - *Digitalis lutea* L. 2 - *Hypericum montanum* L. 1.

Quercion pubescenti-sessiliflorae.

Ligustrum vulgare L. 2 - *Sorbus aria* Crantz 1 - *Anthericum liliago* L. 6 - *Trifolium medium* L. 4 - *Polygonatum officinale* All. 3 - *Peucedanum cervaria* Lapeyr. 1 - *Laserpitium latifolium* L. 1.

Fagion et Fagetalia.

Carpinus betulus L. 4 - *Cerasus avium* L. 1 - *Fraxinus excelsior* L. 1 - *Euonymus vulgaris* Mill. 3 - *Rosa arvensis* L. ssp. 2 - *Rosa cf. jundzillii* 1 - *Hedera helix* L. 7 - *Pulmonaria affinis* Jord. ssp. eu-

* Notation en degré de fréquence.

affinis P.F. 6 - *Anemone nemorosa* L. 7 - *Poa nemoralis* L. 6 - *Melica uniflora* Retz 6 - *Conopodium denudatum* Koch 6 - *Asperula odorata* L. 5 - *Vicia sepium* L. 3 - *Euphorbia dulcis* L. 2 - *Geranium nodosum* L. 2 - *Carex silvatica* Huds. 1.

Espèces compagnes.

Quercus sessiliflora Ehrh. 5 - *Acer campestre* L. 1 - *Crataegus monogyna* Jacq. 2 - *Lonicera xylosteum* L. 1 - *Orob. tuberosus* L. 5 - *Brachypodium pinnatum* L. 4 - *Geranium lucidum* L. 2 - *Cephalanthera xiphophyllum* Rchb. 2 - *Trifolium rubens* L. 2 - *Trifolium agrarium* Sreb. 1 - *Trifolium glomeratum* L. 1 - *Hypericum hirsutum* L. 1 - *Galium parisiense* L. ssp. 1 - *Teucrium scorodonia* L. - *Sedum maximum* Hoffm. 1 - *Veronica teucrium* L. 1 - *Tamus communis* L. 1 - *Campanula trachelium* L. 1.

La composition de cette association est voisine de celle des individus d'association décrits par LEMÉE dans la Comté d'Auvergne. Il faut cependant noter l'existence d'une sorte de vicariance, certaines espèces préférant le sol volcanique de la Comté et d'autres du même genre s'accommodant mieux du sol granitique de notre région. C'est le cas, semble-t-il, pour *Cephalanthera xiphophyllum* et *C. rubra*, *Geranium lucidum* et *G. sanguineum*; il y a là un intéressant sujet de recherches.

6 — Le *Quercetum pubescentis fragmentaire*.

Au-dessus des vignes abandonnées des environs de Saurier, on observe des taillis d'arbres tortueux et mal venus. Il semble s'agir de lambeaux de *Quercetum pubescentis*.

Caractéristiques d'association.

Quercus lanuginosa Lmk. 3 - *Lathyrus niger* Bernh. 3 - *Pirus communis* L. ssp. *achras* Gaertn. 2 - *Trifolium rubens* L. 2 - *Melampyrum cristatum* L. 1 - *Inula salicina* L. 1 - *Peucedanum cervaria* Lapeyr. 1.

Quercion pubescentis-sessiliflorae.

Sorbus torminalis Crantz 2 - *Melittis melissophyllum* L. 2 - *Bupleurum falcatum* L. 1 - *Vincetoxicum officinale* Moench 1 - *Viburnum lantana* L. 1 - *Tamus communis* L. 1 - *Cornus sanguinea* L. (jeune pousse) 1 - *Inula conyzia* D.C. 1.

Fagion et Fagetalia.

Fraxinus excelsior L. 1 - *Carpinus betulus* L. 1 - *Euonymus vulgaris* Mill. 1 - *Asperula odorata* L. 2 - *Vicia sepium* L. 2 - *Poa nemoralis* L. 1 - *Melica uniflora* Retz 1 - *Stellaria holostea* L. 1 - *Euphorbia amygdaloides* L. 1 - *Mercurialis perennis* L. 1 - *Pulmonaria affinis* L. ssp. *eu-affinis* P.F. 1.

Espèces compagnes.

Robinia pseudacacia L. 2 - *Salix cf. purpurea* L. (*S. helix* L.) 2 - *Rubus* sp. 2 - *Vitis sativa* D.C. 1 - *Brachypodium pinnatum* Pal. 3 - *Geranium robertianum* L. 2 - *Poa nemoralis* L. 2 - *Trifolium rubens* L. 2 - *Galium mollugo* L. ssp. 2 - *Valerianella olitoria* Poll. 1 - *Teucrium scorodonia* L. 1 - *Hedera helix* L. 1 - *Fragaria vesca* L. 1 - *Vicia hirsuta* Gray 1 - *Hypericum hirsutum* L. 1 - *Trifolium glomeratum* L. 1.

7 — Le Quercetum roboris appauvri.

Nous n'avons pas accompli de relevés dans quelques maigres lambeaux de *Quercetum roboris*. La flore du sous-bois présente un mélange d'espèces des associations voisines, notamment du *Quercetum sessiliflorae* et du *Quercetum pubescentis* (plus rare). Quelques différentielles peuvent cependant être reconnues : *Quercus pedunculata* (par son abondance), *Peucedanum cervaria* et *P. gallicum*, *Epipactis latifolia* (rare). Il ne paraît pas y avoir une grande différence avec le *Quercetum roboris* classique du Bassin Parisien.

8 — Le Quercetum sessiliflorae Allorge 1924.

Il s'agit là d'une association bien mieux représentée à la base du versant est des Dores. Les chênes sessiles sont généralement mal venus et de faible taille. Nous avons noté :

Caractéristiques d'association.*

Quercus sessiliflora Salisb. 11 - *Deschampsia flexuosa* Griseb. 8 - *Veronica officinalis* L. 6 - *Vaccinium myrtillus* L. 6 - *Hieracium* gr. *murorum* L. 5 - *Hieracium praecox* Sch. Bip. ssp. *conjugatum* A.T. et ssp. *pallidulum* Zahn 4 - *Festuca heterophylla* L. 3 - *Campanula rotundifolia* L. 3 - *Pteridium aquilinum* L. 2 - *Leucobryum glaucum* Hamp. 1.

Quercion et Quercetalia sessiliflorae.

Melampyrum pratense L. 10 - *Teucrium scorodonia* L. 9 - *Solidago virga-aurea* L. 9 - *Sorbus aria* Crtz. 7 - *Orobos tuberosus* L. 7 - *Convallaria maialis* L. 6 - *Hieracium umbellatum* L. et *H. sabaudum* Zahn 6 - *Melampyrum silvaticum* L. 2 - *Hypericum pulchrum* L. 2.

Fagion et Fagetalia silvaticae.

Prenanthes purpurea L. 3 - *Poa nemoralis* L. 1.

* Notation en degré de présence.

Espèces des Querceto-Fagetea.

Anemone nemorosa L. 2 - *Viola silvatica* Koch 2 - *Bromus asper* L. 1.

Espèces compagnes.

Rubus sp. 6. - *Luzula maxima* D.C. 6 - *Holcus mollis* L. 5 - *Ranunculus breynius* Crtz. 4 - *Orob. tuberosus* L. 4. - *Phyteuma spicatum* ssp. 2 - *Betonica officinalis* Trev. 2 - *Ranunculus auricomus* L. 2 - *Luzula forsteri* D.C. 2 - *Luzula pilosa* Willd. 2 - *Juniperus communis* L. 1 - *Melittis melissophyllum* L. 1 - *Euphorbia amygdaloides* L. 1 - *Betonica officinalis* Trev. ssp. *serotinus* Host. 1 - *Hedera helix* L. 1 - *Galium saxatile* G. et G. 1 - *Potentilla tormentilla* L. 1 - *Calamagrostis epigeios* Roth 1 - *Poa chaixii* Vill. 1 - *Agropyrum repens* P.B. 1 - *Alliaria officinalis* Andr. 1 - *Lunaria rediva* L. 1 - *Agrostis vulgaris* L. 1 - *Ribes alpinum* L. 1. (*Hypnum cupressiforme* - *Scleropodium purum* - *Hypnum splendens* - *Hypnum triquetrum* - *Dicranum scoparium* - ...)

(11 relevés - les mousses n'ont été notées que partiellement).

9 — Les rapports de ces forêts entre elles et avec les hêtraies.

Quels sont donc les rapports des divers types de hêtraies tels que nous les avons définis plus haut avec ces forêts de transition ou de l'étage inférieur ? Il semble que nous devions dégager deux grands groupes de forêts, liés aux conditions du milieu, surtout édaphiques, bien que ces groupes ne correspondent exactement à aucune subdivision phytosociologique.

Les forêts sur sol brun ou sur sol peu lessivé (au-dessus de pH 5) renferment à l'étage du hêtre le Fageto-Scilletum et le Fageto-Luzuletum. A l'étage « du chêne » on y rencontre, à mesure que l'altitude et l'humidité augmentent, le Querceto-Buxetum (présent dans la plaine de Montbrison par exemple) le Querceto-Lithospermetum, le Querceto-Carpinetum, le Querceto-Carpinetum montanum et le Querceto-Fagetum montanum, le Fageto-Scilletum tilietosum enfin. Les forêts sur sol nettement lessivé ou sur sol podzolique montrent le Fageto-Deschampsietum et ses sous-associations et plus bas le Quercetum roboris, le Quercetum sessiliflorae, le Querceto-Carpinetum holcetosum mollis. LEMÉE dans son étude sur la Comté d'Auvergne avait mis en évidence une partie de cette succession altitudinale. Les conditions écologiques plus favorables de notre région nous ont permis de confirmer les résultats de cet auteur et de les étendre légèrement. Nous avons donc à examiner deux problèmes, comment les associations se répartissent-elles à l'intérieur de chaque groupe écologique et comment les deux groupes définis se succèdent-ils ?

Le Querceto-Buxetum doit son existence dans le Massif Central à des conditions de température particulièrement élevées. SALANON qui l'a étudié aux environs de Montbrison insiste sur ces conditions : « le buis marque une préférence pour les lieux très chauds et très secs ». Il semble que les stations de la Comté où l'on rencontre le Querceto-Buxetum aient les mêmes caractères. Le Querceto-Lithospermetum nous paraît avoir une origine plus complexe, et nous retrouvons sensiblement les conclusions de LEMÉE. Dans la vallée de Courgoul, le Querceto-Lithospermetum se rencontre dans des lieux secs à exposition sud, donc ensoleillés, où l'action présente de l'homme semble tout à fait négligeable si même elle existe (difficulté d'accès) et en des lieux plus proches des routes et des bâtiments d'exploitation où l'action de l'homme est très forte. Dans ce cas, le Querceto-Lithospermetum correspond à une association succédant assez rapidement à des coupes ou à une exploitation abusive de la forêt. A l'opposé, les lieux les plus humides tels que les fonds de vallées où les ruisseaux sont abondants portent une aulnaie plus ou moins rudéralisée par les touristes et les pêcheurs nombreux. Le Quercetum pubescentis fragmentaire est une association xérophile qui colonise les pentes chaudes et notamment les vignes abandonnées fréquentes dans la région. Cet abandon peut être daté de l'apparition du phylloxera, c'est-à-dire de la fin du XIX^e siècle. Notons que ces vignes dépassaient 800 mètres dans la vallée de Courgoul. Il importe enfin de ne pas négliger le rôle des éboulis qui détruisent la végétation. Ces éboulis sont recouverts par une végétation xérothermique relayée après une dizaine d'années par des Querceto-Lithospermetum et des Quercetum pubescentis fragmentaires. L'évolution ultérieure est variable. Le Querceto-Carpinetum de plaine n'existe pas dans notre dition où il est remplacé par sa variante montagnarde, le Querceto-Carpinetum montanum. Cette sous-association recouvre la plus grande partie des pentes entre 600 et 900 mètres. Sa composition se rapproche beaucoup de celle des forêts du rebord est des Dômes. Elle est relayée en altitude par une sous-association du Fageto-Scilletum lilio-hyacinthii dont nous avons reconnu des individus entre 700 et 1 000 mètres. Au-dessus, le Fageto-Scilletum et ses sous-associations d'altitude. Nous considérons le Fageto-Scilletum tilietosum comme le pendant du Fageto-Scilletum allietosum de la limite supérieure de la forêt. Il s'agit de « groupements permanents » au sens de GUINOCHET, c'est-à-dire de formations à composition déterminée par les conditions de milieu — ici vraisemblablement la température — et restant stables, sans que l'on puisse les qualifier de climax. Le climax nous paraît en effet être entre 600 et 1 000 mètres, le Querceto-Carpinetum.

Les associations du deuxième groupe de forêts sont toutes acidiphiles et elles ont pour caractère commun de dériver de celles du premier groupe. Le seuil biologique de pH 5 dont nous avons parlé à propos des hêtraies se retrouve ici à une altitude plus basse et

joue le même rôle important dans l'évolution de la végétation. Le *Quercetum roboris* — bien fragmentaire dans notre dition il est vrai — se montre moins acidiphile et plus umbrophile que le *Quercetum sessiliflorae*. Il y jouerait un rôle analogue au *Fageto-Luzuletum* de l'étage supérieur tout en étant un peu plus apte à coloniser les régions humides. Le *Quercetum sessiliflorae*, lui, peut être considéré comme l'homologue du *Fageto-Deschampsietum*. C'est la forêt qui occupe les régions les plus pauvres de l'étage du chêne. Cependant, nous ne retrouvons pas une « autodestruction » de la forêt par envahissement d'espèces du *Calluno-Genistetum*. En effet, l'altitude est nettement moindre et les pluies sont moins abondantes, n'entraînant pas un lessivage aussi poussé du sol. Remarquons que dans la région de Lezoux à climat plus atlantique et à pluies plus fréquentes, CHASSAGNE (1936) a décrit sur des sols très podzolisés et à alios épais une « lande à *Calluna* » qui tend à détruire la forêt et cet auteur parle même d'une « évolution naturelle de la forêt qui forme un sol qui lui est nuisible ». Au-dessus de l'altitude optimum de la chênaie de chênes sessiles, nous rencontrons deux groupements. Le *Querceto-Fagetum montanum* occupe les lieux plus humides que le *Querceto-Carpinetum montanum*. Nos observations sont trop restreintes pour nous permettre de retracer leurs relations dynamiques. Nous ne pensons cependant pas que l'action de l'homme ait une grande importance. Le *Querceto-Carpinetum holcetosum mollis* est la sous-association acidiphile du *Querceto-Carpinetum*. Fréquent dans les Domes, ce groupement se retrouve à la base des Domes. Là on voit nettement qu'il s'intercale entre le *Quercetum sessiliflorae* et le *Fageto-Deschampsietum*.

Nous avons classé sur un schéma (fig. 6 et 6 bis) les positions de relation possibles de ces types de forêts. Les abréviations représentent : S = lisière à Sorbiers - F.S. = *Fageto-Scilletum* - F.S. Ath = hêtraie à fougères - F.S.All. = hêtraie à *Allium* - F.S.T. = hêtraie à tilleul - F.S.E. = hêtraie à prêles - Q.C.M. = *Querceto-Carpinetum montanum* - Q.C. = *Querceto-Carpinetum* facies à prêles - Al. = Aulnaie - Q.L. = *Querceto Lithospermetum* - Q.B. = *Querceto-Buxetum* - et dans l'autre série, J. = Zone à *Juniperus* - A. = Sapinières - F.D. = *Fageto-Deschampsietum* - F.D.V. = *Fageto-Deschampsietum Vaccinietosum* - F.D.H. = *Fageto-Deschampsietum hylcomietosum* - Q.F.M. = *Querceto-Fagetum montanum* - Q.C.H. = *Querceto-Carpinetum holcetosum mollis* - Q.S. = *Quercetum sessiliflorae* - Q.R. = *Quercetum roboris*.

Comment répartir dans un cadre phytosociologique toutes ces forêts ? Nous avons pour cela employé la représentation tétraédrique proposée dans la première partie (fig. 7). La projection des points représentatifs sur le plan ABC (*Fagion*, *Quercion*, *Querceto-Fagetea*) nous permet de reconnaître immédiatement les deux grands groupes, celui des forêts acidiphiles et celui des forêts qui ne le

FIG. 6.

FIG. 6 bis.

FIG. 7.

sont pas. La proximité du *Quercetum sessiliflorae* et du *Fageto-Deschampsietum* et de ses sous-associations n'est pas le fait du hasard mais traduit les similitudes étroites qui les unissent, autrement dit, le *Fageto-Deschampsietum* est le vicariant d'altitude du *Quercetum sessiliflorae*. La projection sur le plan ADC nous le confirme pleinement. D'un autre côté, la projection ABC nous montre que le *Fageto-Scilletum tilietosum* est bien étroitement lié aux autres groupements de cette association. C'est la forme du climax qui est liée à une altitude inférieure à celle du climax *Fageto-Scilletum* de « l'étage du hêtre » et qui est à une altitude supérieure à celle du climax *Querceto-Carpinetum*. Ce n'est pas un groupement de transition mais la « variété » du climax imposée par le milieu. Nous avons noté la difficulté de classer le *Querceto-Fagetum montanum* ; il apparaît sur les plans de projection comme appartenant à l'ordre des *Fagetalia* mais avec une « tendance » *Quercetalia*, il nous paraît qu'il n'est qu'un groupement de transition entre les chênaies et les hêtraies du type *Fageto-Scilletum*. Les *Querceto-Carpinetum* qui se regroupent bien sur le plan ADC sont plus lointains sur le plan ABC au point de montrer une appartenance aux *Fagetalia* pour le *Querceto-Carpinetum montanum* et aux *Quercetalia* pour le *Querceto-Carpinetum holcetosum mollis* — c'est mettre en évidence toute la difficulté de classer certains groupements.

Dans nos conclusions, nous envisagerons quelles peuvent être les conséquences de l'exploitation sur ces groupements.

F — Plantations et bois de conifères

Nous n'avons pas encore parlé des forêts de sapin. Si elles sont nombreuses et belles sur le versant ouest des Dores, il n'existe aucune forêt naturelle de sapin sur le versant est que nous avons examiné. Une telle anomalie peut surprendre, surtout après les résultats de l'analyse pollinique. En effet, il semble bien établi que le sapin est arrivé avant le hêtre dans la région des Dores et qu'il a d'abord pris une nette prépondérance. L'humidité un peu plus forte sur le versant occidental l'a peut-être favorisé, mais les conditions climatiques du versant oriental sont bien suffisantes pour lui permettre de prospérer ; aussi pensons-nous qu'il convient de rechercher ailleurs les causes de sa disparition. Nous avons signalé qu'à la fin du XVIII^e siècle les hêtraies étaient à peu près détruites par le pacage et une exploitation intensive et désordonnée. Il semble que les forêts de sapin du versant ouest aient été respectées, car il s'agissait de propriétés seigneuriales ou ecclésiastiques et elles ont échappé aux coupes à blanc. En 1726, on tenta d'exploiter la futaie pour en tirer des mâts de vaisseaux, ce qui indique la présence de beaux arbres. Ce serait donc l'action de l'homme favorisant le sapin sur le versant ouest et détruisant la forêt sur l'autre versant, qui pourrait expliquer cette répartition différente des deux essences. Il

est d'ailleurs remarquable de constater la ressemblance entre les strates arbustives et herbacées des sapinières et des hêtraies. La seule différence entre l'« Abietetum » et le Fageto-Deschampsietum consiste en la présence de *Luzula flavescent* Gaud. dans la forêt de sapin du Lioran. Si l'on ajoute que *Listera cordata* R. Br. exclusive de la sapinière pour LUQUET, se rencontre dans les bois d'épicéa des Tatra en Pologne (SZAFER - 1923), on conviendra que la différence pratiquement unique réside en l'exclusivité dans la strate arborescente de *Fagus silvatica* ou d'*Abies alba*. GUINIER (1956) parlant des forêts d'Auvergne écrit d'ailleurs: « il en est tout autrement du sapin que souvent on a planté... dans ces conditions, le sapin est définitivement installé en bien des cas et se propage ». Nous estimons que le problème parfois posé du climax, hêtraie ou sapinière, est un faux problème dans les Dores. Il ne s'agit que des différents traitements subis par les forêts primitives, mélanges de hêtre et de sapin. C'est une indication utile pour les reboisements. La forêt mélangée — hêtre + sapin — paraît en effet la forêt naturelle dans les Dores au-dessus de 900 mètres.

Les forestiers ont souvent utilisé l'épicéa (*Picea excelsa* Link.) dans leurs reboisements. Cet arbre n'est pas spontané dans le Massif central et il ne semble pas que la découverte d'une empreinte de graine ressemblant à celle de *Picea* puisse remettre en cause cette conclusion. Cependant cet arbre s'accommode remarquablement bien des conditions climatiques et peu à peu constitue un ensemble proche du Picetum montanum galietosum rotundifolii des Alpes. Les exclusives de ce groupement sont encore rares en Auvergne il est vrai, et l'on ne peut guère considérer comme telles que *Galium rotundifolium* et *Hypnum crista-castrensis*. Le hêtre paraît devoir, en l'absence d'entretien, éliminer l'épicéa car il repousse vigoureusement en sous-bois. LEMÉE a observé des phénomènes comparables dans la chaîne des Dômes.

Le pin sylvestre d'Auvergne se présente de deux manières *a priori* différentes: la race d'Auvergne est en place et de nombreuses races (Riga, des Vosges, Haguenau...) employées en reboisements depuis le milieu du XIX^e siècle. LÉCOQ fait cependant remarquer en ce qui concerne la race d'Auvergne (ses observations concernent les stations actuelles de cette race qui était pratiquement la seule à l'époque où il écrivait) qu'il n'y a pas de végétation spéciale sous un peuplement de pins et que les plantes les plus disparates s'y rencontrent. Il en est de même pour les peuplements récents effectués avec d'autres races. Il n'existe donc pas d'association du Pin. Cependant, la rusticité de cet arbre et son amour des stations bien éclairées et chaudes lui permettent de jouer un rôle important de pionnier dans le dynamisme de la végétation; il crée un sol où peuvent s'installer les hêtres qui poussent à son ombre. Aussi reste-t-il fréquemment dans les plantations de pins des espèces des groupements précédents et la grande luminosité qui règne

sous ces peuplements permet longtemps la survie de plantes des pelouses sèches que le pin remplace lorsqu'il est spontané. C'est ainsi que l'on reconnaît immédiatement un sous-bois de pins à la présence de *Brachypodium pinnatum*, de *Pilosella* sp., de *Genista pilosa*, d'*Euphorbia cyparissias*, de *Scabiosa columbaria*... Mais il n'est pas question d'en faire un ensemble spécifique.

CONCLUSIONS GENERALES

Permettons-nous tout d'abord une conclusion d'ordre méthodologique. Nous avons employé dans l'étude des forêts d'Auvergne des méthodes de l'école de Zurich-Montpellier auxquelles nous avons ajouté des procédés très mathématiques. On aurait pu craindre qu'ainsi nous nous fussions écarté par trop de la réalité des choses. L'étude écologique — microclimatique et pédologique — a pleinement confirmé les résultats obtenus et le découpage floristique. Il est donc remarquable de constater que l'emploi de méthodes zuricho-montpelliéraines conduit à la notion de groupes écologiques proches de ceux définis par DUCHAUFOR dans les Vosges par exemple et à la notion de relais altitudinal, c'est-à-dire de « *catena* », au sens de DUVIGNEAUD. Il ne paraît pas interdit d'espérer qu'une précision accrue, par l'emploi de tests statistiques de signification entre autres, permettrait de concilier les points de vue actuellement divers des phytosociologues.

Un second point sur lequel nous ne saurions trop insister est la concordance, le parallélisme parfait que nous avons observé dans l'évolution de la végétation et du sol. Il nous semble qu'il y a là une confirmation des remarquables travaux poursuivis dans ce sens depuis la thèse de DUCHAUFOR. Il apparaît donc deux grands groupes d'associations dont le déterminisme est d'ordre édaphique. Quelles conclusions pratiques peut-on en déduire pour l'exploitation des forêts?

Nous avons montré que le seuil biologique de pH 5 marquait la limite au delà de laquelle l'évolution du sol dans le sens de la podzolisation, et de la végétation naturelle dans le sens de la dégradation, était irréversible. Il faut donc que l'action des forestiers, sous peine de voir la dégradation à assez brève échéance du sol et de la forêt, s'exerce de manière à empêcher le seuil critique de pH 5 d'être atteint. Pour cela, à l'étage du hêtre le Fageto-Luzuletum marque la limite de reconstitution naturelle du climax Fageto-Scilletum. La destruction des myrtilles et surtout des callunes s'imposerait en sous-bois au cas où ce seuil serait dépassé. La plantation de résineux semble également assez délicate dans le Fageto-Deschampsietum. Au cas où la croissance des arbres serait normale en première génération, leur litière ne tarderait pas à acidifier de façon irréparable le sol et la forêt se détruirait d'elle-même.

Il ne resterait qu'un Calluno-Genistetum qui serait pratiquement impossible à reboiser. Un certain équilibre hêtre-sapin et surtout hêtre-épicéa semble devoir être entretenu pour conserver un sol de bonne valeur. Une exploitation qui viserait des résultats à trop brève échéance, production intensive de résineux et surtout d'épicéas, se révélerait très préjudiciable. Rappelons qu'il semble bien que la seule action de l'homme a délimité les domaines actuels du hêtre et du sapin dans les Monts Dore.

L'action du forestier paraît actuellement assez réduite dans les maigres forêts peu exploitables de la base des Dore et du Cézallier, à l'exception de quelques plantations de pins. L'homologie avec l'étage supérieur est évidente : il convient de favoriser le Fageto-Scilletum tilietosum et le Querceto-Carpinetum montanum aux dépens de sa variante acidiphile. Les plantations de pins et plus spécialement de pins d'Auvergne qui résistent bien aux écarts du climat permettent effectivement le meilleur emploi des sols. La végétation naturelle semble cependant devoir s'emparer assez rapidement de ces peuplements pour y reconstituer des taillis s'ils ne sont souvent éclaircis en sous-bois. Il est douteux que leur rapport le permette. Dans un premier stade, l'avantage de cette installation en sous-bois est évident : amélioration de l'humus et élagage naturel de la base des résineux. Nous avons cependant observé de nombreux cas où les hêtres avaient totalement étouffé les jeunes pins quatre ou cinq ans après leur plantation.

Note ajoutée en cours d'impression.

Nous venons de prendre connaissance de l'article de CARRIENER dans « Le Hohnack ». Si l'on considère que les associations qu'il nomme Luzulo-Fagetum, Hylocomieto-Abietetum et Festuceto-sylvaticae-Fagetum correspondent respectivement à nos Fageto-Luzuletum et Fageto-Deschampsietum à nos Fageto-Deschampsietum hylocomietosum et Fageto-Deschampsietum vacciniotosum, et à notre Fageto-Scilletum avec ses sous-associations, on voit que nous avons exactement le même parallélisme que cet auteur en ce qui concerne les rapports de la végétation et des sols.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- AGAFONOFF. — 1935. Sols de France. *Ann. Agr.*, **5**, 3, 333.
 AICHINGER. — 1954. Static and dynamic consideration in phytosociological research work. *VIII^e Cong. Int. Bot.* (7-8, 87).
 D'ALLEIZETTE. — 1956. La session extraordinaire de la Société botanique de France en Auvergne. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **103**, 36.
 — 1962. Clef analytique de la Flore d'Auvergne.
 ALLORGE et GAUSSEN. — 1934. La hêtraie d'Urbasa. *Bull. Soc. Bot. Fr.* Session extr. Pays Basque, **81**.
 D'ALVERNY. — 1907. — Les hautes-chaumes du Forez. *Revue des Eaux et Forêts*.
 — 1910. Géographie botanique des Monts du Forez. *Ann. Soc. Bot. Lyon*, **35**, 153-178.

- AUGARDE. — 1957. Contribution à l'étude des problèmes de l'homogénéité en phytosociologie. *Bull. Serv. Carte Phytos.*, **11**, (I), (II).
- BERTRAND. — 1886. Les reboisements dans le Puy de Dôme. *Revue des Eaux et Forêts*.
- BOISSE DE BLACK DU CHOUCRET. — 1951. Les glaciations de l'Auvergne.
- BRAUN J. — 1915. Etudes sur la végétation méridionale. I. Les Cévennes méridionales; Massif de l'Aigoual. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 4^e Sér., **30**.
- BRAUN-BLANQUET J. — 1921. L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. *Bull. Soc. Linn. Lyon*, **68** à **76**.
- 1926. Etudes phytosociologiques en Auvergne. Le climax complexe des landes alpines. *Arvernica*, fasc. 2.
- 1928. Pflanzensociologie. (2^e ed., 1951).
- BRAUN-BLANQUET et Coll. — 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne.
- BUFFAULT. — 1902. Les forêts de l'Aubrac. *Revue des Eaux et Forêts*.
- 1923. Quelques forêts anciennes du Cantal. *Revue de Haute-Auvergne*, **22**, 98 à 119 et 210 à 241.
- CARBIENER. — 1963. Les sols du Massif du Hohneck. Leurs rapports avec le tapis végétal, in « Le Hohneck », Strasbourg. 1 vol.
- CARLES. — 1949. L'équilibre hêtre-sapin sur l'arête orientale du Massif Central. *Cong. Ass. Fr. Avanc. Sc.*, **96**.
- CHASSAGNE. — 1956. Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins. Lechevallier. Paris.
- CHOUARD. — 1955. La dormance chez le hêtre. *C. R. Acad. Agr.*, **10**, 454.
- COMBES. — 1910. Détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux. *Amer. Soc. Bot.*, **9**, 11.
- CZEKANOWSKI. — 1913. Zarzysmetod statystycznych. Warszawa.
- DAHL et HADAC. — 1949. Homogeneity of plant communities. *Studia Botanica Cechoslovaca*, **10**, 159.
- DUCHAUFOUR. — 1949. Les sols des hêtraies. *C.R. Acad. Agr.*, **10**, 390.
- 1954. Evolution des sols forestiers en liaison avec la végétation forestière. *Revue forestière*, **11**, 641.
- 1957. Pédologie. Tableaux descriptifs et analytiques des sols. Ecole Nationale des Eaux et Forêts.
- 1958. Pédologie. Applications forestières et agricoles.
- 1960. Précis de pédologie. Masson.
- EMBERGER. — 1942. Un projet de classification des climats au point de vue Phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **77**.
- FALINSKI. — 1958. Tablice współzależności między zdjęciami fitosocjologicznymi według wzorn Jaccarda i Steinhausa. *Acta Soc. Bot. Pol.*, **27** (1).
- FLAHAULT. — 1901. Les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudo-alpines en France. *Revue des Eaux et Forêts*.
- FISCHER. — 1944. Statistical methods for research workers. 9^e édit.
- FLICHE et GRANDEAU. — Recherches physiques et chimiques sur la bruyère commune (*Calluna vulgaris*). *Ann. Sc. Agr. Nancy*.
- GAUSSEN. — 1954. Théories et classification des climats et des microclimats. *VIII^e Cong. Int. Bot.*, **78**, 125.
- GRANGEON. — 1958. Contribution à l'étude de la flore stampienne de Limagne. *Rev. Sc. Nat. Auv.*, **24**, 41 à 104.
- GUINIER. — 1956. Arbres et forêts du Massif central. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, Session extr. Auvergne, 95 à 104.
- GUINOCHET. — 1954. Sur les fondements statistiques de la phytosociologie et quelques-unes de leurs conséquences. *Verrof. Geobot. Inst. Rübel.*, **29**, 41.
- 1955. Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson.
- GUINOCHET et CASAL. — 1957. Sur l'analyse différentielle de Czekanowski et son application à la Phytosociologie. *Bull. Serv. Carte Phyto.*, **11**, 2^e sér., **1**.

- JUNG. — 1946. Géologie de l'Auvergne. *Mém. Serv. Carte Géol.*
- KOCH. — 1944. La phytosociologie de la forêt. *Journ. Forest. Suisse*, 2 à 12.
- KRAUSE. — 1958. Boden und Pflanzengesellschaften. *Handbuch of Physiologia*, 3, 824.
- DE LACHAPPELLE. — 1961. Esquisse d'une monographie phytosociologique de la vallée de Chaudefour. *D.E.S. Clermont*.
- LECOQ. — 1835. Le Mont Dore et ses environs. Guide du touriste en Auvergne. 2^e livraison.
- 1954. Etudes sur la géographie botanique de l'Europe et en particulier sur la végétation du Plateau Central de la France. Baillière. Paris.
- LEMÉE. — 1934. Sur l'alliance du hêtre, ou Fagion, dans le Perche et le nord-ouest de la France. *C.R. Acad. Sc.*, 199, 1157.
- 1937. Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Thèse. Paris.
- 1946. Etude phytosociologique sur la forêt de la Comté d'Auvergne. *Rev. Sc. Nat. Auvergne*, 12, 22.
- 1953. L'évolution forestière du Massif Central depuis la dernière glaciation. Mélanges géographiques offert à Ph. Arbos. *Publ. Fac. Lettres Clermont*, 3, 7, 189.
- 1955. L'évolution de la forêt française au cours du Quaternaire d'après les analyses polliniques. *Revue forestière*, 6, 442.
- 1956. Le peuplement végétal de l'Auvergne. *Rev. Sc. Nat. Auvergne*, 22, 73.
- LUQUET. — 1926. Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Saint-Dizier.
- MARTY. — 1902. Lettre au sujet du hêtre pliocène d'Auvergne. *Revue d'Auvergne*. Congrès d'Aurillac.
- MOOR. — 1958. Zur systematik der Fagetalia. *Communic. S.I.G.M.A.*, n° 63.
- MOZERAN. — 1953. Aperçu sur le milieu physique et la flore du massif de l'Aubrac. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 100.
- QUANTIN. — 1935. L'évolution de la végétation à l'étage de la chênaie dans le Jura méridional. Thèse Paris.
- QUEZEL. — 1952. A propos de forêts de hêtres. *Bull. Soc. Bot. Fr.* Mémoires.
- QUEZEL et RIOUX. — 1954. L'étage subalpin dans le Cantal. *Vegetatio*, 4, 345.
- ROUX. — 1905. Le domaine et la vie du sapin. *Ann. Soc. Bot. Lyon*.
- SALANON. — 1960. Recherches phytosociologiques et écologiques sur les buttes basaltiques des environs de Montbrison (Loire). *D.E.S. Clermont-Ferrand*.
- WIESNER. — 1907. Der lichtgenuss der Pflanzen.

RÉSUMÉ

Cet article est une esquisse phytosociologique des forêts du versant sud des Monts Dore en Auvergne. L'analyse des groupements, effectuée selon les méthodes de l'école de Zurich-Montpellier a été complétée par l'emploi de deux procédés inédits que nous proposons d'appeler « *méthode de la différentielle statistique* » et « *figuration tétraédrique des associations* ». Cette analyse a fourni huit associations déjà décrites par les auteurs et neuf associations ou sous-associations inédites. On peut les ranger dans deux classes, Fagetalia et Quercetalia, bien que ce groupement ne corresponde pas à la notion immédiate de forêts de hêtres et de forêts de chênes.

L'étude du milieu a été poursuivie simultanément sur deux plans; l'étude microclimatique a fourni des résultats très comparables aux données classiques. L'étude des sols a permis de reconnaître huit types de sols dont un est d'une origine assez particulière.

Il faut insister sur le parallélisme très étroit manifesté dans l'évolution de la végétation et celle des sols. On peut considérer deux grands groupes associant d'une part les associations des Fagetalia et les sols à pH supérieur à 5; d'autre part celles des Quercetalia et les sols acides. Le passage se fait au niveau de la hêtraie à Luzules.

Au point de vue pratique, l'influence passée et présente de l'homme sur la forêt est envisagée assez sommairement

SUMMARY

This paper is a phytosociological sketch of the forests of the southern slope of the Dore Mounts in Auvergne. The analysis of the associations, conducted according to the Zurich-Montpellier school's methods, has been completed by the use of two original procedures we propose to call: « *the statistic differential method* » and « *the tetrahedral representation of associations* ». This analysis has already supplied eight associations already described by the authors, and nine original associations or under-associations. They can be classified in two categories, Fagetalia and Quercetalia, though this grouping does not correspond directly to the concepts of beech forests and oak forests.

Site study has been simultaneously conducted on two levels. Soil study has allowed to differentiate eight types of soils, one of which is of a rather peculiar origin.

The very close parallelism apparent between plant and soil evolutions must be underlined. Two main groups can be differentiated, one relating Fagetalia associations with soils the pH of which is over 5, and the other relating Quercetalia associations with acid soils. The transition is at the level of beech forest with *Luzules*.

Practically, past and present human influence on the forest is considered rather briefly.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Artikel est ein phytosoziologischer Entwurf der Waldungen, die sich auf der Südseite der « Monts Dore » in der Auvergne, befinden. Die Ergründung der Forstgruppen, vollzogen nach den Lehrsätzen der Schule von Zürich-Montpellier, wurde durch zwei noch nicht an die Öffentlichkeit gekommenen Verfahren, ergänzt. Wir werden sie wie folgt nennen: « *Methode der statistischen Ausgleichung* » und « *bildliche tetraedische Darstellung der Vereinigungen* ». Diese Analysis hat acht von den schon beschriebenen Vereinigungen aufgebracht, und neun Gruppen oder Untergruppen die noch nicht ergänzt sind. Man kann sie in zwei Klassen aufteilen, Fagetalia und Quercetalia, trotzdem diese Wiedergruppierung gar nicht dem Grundbegriff der Buchen und Eichenwälder entspricht.

Das Studium des Lebensraums wurde gleichzeitig auf zwei Bahnen fortgesetzt; die mikroklimatische Ergründung brachte ähnliche Ergebnisse als die klassische Methode hervor. Die Bodenergründung hat Anlass gegeben acht Bodenverschiedenheiten zu entdecken deren eine ganz eigentümliche Herkunft aufweist.

Man muss den höchst engen Parallelismus zwischen dem Vorgang der Vegetation und der Bodenformung unterstreichen. Man kann da zwei Hauptgruppen in Betracht ziehen: einerseits die Fagetalia mit Bodenbestand über pH 5; andererseits die Quercetalia mit säuregehaltigen Boden. Der Übergang trifft man auf gleicher Höhe des Buchenbestands mit Luzulaarten.

Auf praktischem Standpunkt aus, wird die vergangene und zutändige Einwirkung des Menschen auf den Wald nur flüchtig ins Auge gefasst.