

Remarquons encore que dans cette deuxième analyse, il reste plus difficile de se repérer au sein du gradient trophique construit à l'étape précédente. Les espèces herbacées et arbustives (illustratives dans ce deuxième tableau) sont moins bien représentées au sein des groupes caractéristiques.

#### 4.2.3. 3ème tableau (IV.3)

Les espèces de la strate arbustive et herbacée sont actives. Une partition en 12 classes a été réalisée. Un fort déséquilibre est noté dans l'effectif des classes avec plus de la moitié des relevés inscrits dans la classe 1. En revanche, 5 classes rassemblent moins de 3 relevés et restent de ce fait peu représentatives.

Dans ce résultat, les taxons caractéristiques appartiennent aux strates arbustive, herbacée et muscinale. Ce sont les espèces réalisant les plus forts recouvrements au niveau de ces strates qui interviennent pour l'isolement des classes :

- dans 5 d'entre elles, sont distribuées très significativement des herbacées ou ligneux bas (cl. 3 : *Holcus mollis*, *Teucrium scorodonia*, *Stellaria holostea*; cl. 4 : *Calluna vulgaris*, *Cladonia sp.*, *Dicranum scoparium*; cl. 8 : *Vinca minor*, *Circea lutetiana*, *Hedera helix*; Cl. 11 : *Mnium undulatum*, *Viola sylvestris*; Cl. 12 : *Lamium galeobdolon*, *Galium odoratum*, *Milium effusum*).
- deux sont déterminées par des espèces arbustives (cl. 2 : *Carpinus betulus* et surtout cl. 1 : *Fagus sylvatica*). La classe 1 possède un effectif très élevé qui semble résulter de la fréquence du Hêtre au niveau de la strate arbustive, où il atteint fréquemment un recouvrement important. De plus, les forêts où cette espèce est distribuée sont pauvres en espèces.

Le recensement des modalités écologiques attachées aux unités créées montre une distribution caractéristique qui est la conséquence du déséquilibre des effectifs des classes avec :

- une forte concentration des relevés effectués dans les stations sur sols différenciés sains, acides;
- une diversification proportionnellement beaucoup plus importante des unités correspondant aux forêts distribuées sur des sols peu différenciés (colluviaux ou hydromorphes).

Dans ce troisième essai, il est possible comme précédemment de mettre en relation les espèces les plus significatives et les caractères stationnels les plus fréquents. Ainsi, dans la classe 2, la liaison de *Luzula maxima* avec les sols des plateaux recouverts de limons associés aux roches sédimentaires silicifiées et des "limons quaternaires" (carte géologique de QUARRE-LES-TOMBES) constitue une vérification statistique des observations sur le terrain. Quelques autres relations intéressantes sont notées :

- les relevés où *Holcus mollis* est abondant comportent fréquemment des sols colluviaux acides, des conditions lumineuses optimales;
- *Calluna vulgaris* est distribuée dans des forêts aux sols acides mais surtout dans les taillis. Enfin, notons que par comparaison avec le tableau précédent, les modalités écologiques décrivant le sol et l'humus sont bien représentées.

**Tableau IV-3 : Classes issues de la partition avec espèces arbustives et herbacées actives**

CLASSE	EFFECTIF	ESPECES CARACTERISTIQUES	VARIABLES ECOLOGIQUES
1	226	<i>Fagus sylvatica (A), Fagus sylvatica (a)</i>	Sol brun ocreux, futaie sur souche, sommet arrondi, Rhyolite de Montreuillon, futaie régulière
2	39	<i>Carpinus betulus(a), Luzula maxima, Convallaria majalis, Quercus robur (As), Hedera helix, Poa chaixii, Deschampsia coespitosa, Atrichum undulatum</i>	Plateau, limons des plateaux, sol brun mésotrophe à pseudogley, replat
3	58	<i>Holcus mollis, Teucrium scorodonia, Stellaria holostea, Castanea sativa (a), Lonicera periclymenum, Prunus avium (a), Hieracium murorum</i>	Sol colluvial acide, exposition sud, granite porphyroïde de Luzy, versant, granodiorite de Gien
4	22	<i>Calluna vulgaris, Cladonia sp., Dicranum scoparium, Quercus petraea (a), Deschampsia flexuosa, Leucobryum glaucum, Pseudoscleropodium purum</i>	Taillis vieilli, sol brun ocreux, ranker, haut de versant, exposition ouest
5	1	<i>Carex glauca, Juncus conglomeratus, Juniperus communis, Epilobium montanum, Carex sylvatica, Deschampsia coespitosa, Convallaria majalis</i>	Sol brun mésotrophe à pseudogley, marnes, exposition est, mull mésotrophe, versant
6	3	<i>Festuca sylvatica, Ulmus montana (Ai), Rubus idaeus, Rhytidadelphus loreus, Polypodium vulgare, Tilia platyphyllos (a), Oxalis acetosella, Fraxinus excelsior (As)</i>	Exposition est, sol colluvial acide, granite du folin, mull mésotrophe, granite porphyroïde
7	1	<i>Salix aurita, Molinia caerulea, Juncus effusus, Hylocomium splendens, Betula pendula (A), Quercus robur (a), Quercus robur (A), Frangula alnus, Rosa arvensis</i>	Sol brun acide à pseudogley, sédimentaire silicifié, exposition nulle, mull oligotrophe
8	13	<i>Vinca minor, Populus tremula (Ai), Circea lutetiana, Hedera helix, Fraxinus excelsior (Ai), Carpinus betulus(Ai), Carex sylvatica, Ligustrum vulgare</i>	Sol brun mésotrophe, plateau, lias et infra-lias, sol colluvial acide
9	2	<i>Prunus avium (As), Castanea sativa (As), Stachys sylvatica, Geranium robertianum, Geum urbanum, Senecio nemorensis, Fragaria vesca, Corylus avellana, Epilobium montanum</i>	Tuf volcanique viséen, exposition nord-est, taillis vieilli, sol colluvial acide, mull mésotrophe
10	2	<i>Stellaria nemorum, Salix caprea, Prunus avium (Ai), Oxalis acetosella, Mniium undulatum, Dryopteris carthusiana, Galium odoratum, Senecio nemorensis</i>	Sol colluvial acide, mull mésotrophe, exposition nord-ouest, versant, tuf de trachyandésite
11	13	<i>Plagiomnium undulatum, Carpinus betulus (As), Viola sylvestris, Acer campestre (As), Fraxinus excelsior (As), Ornithogalum pyrenaicum, Fraxinus excelsior (p)</i>	Mull mésotrophe, sol colluvial acide, gneiss, bas de versant, granulite
12	36	<i>Lamium galeobdolon, Galium odoratum, Miliium effusum, Oxalis acetosella, Fraxinus excelsior (As), Carpinus betulus (As), Endymion non-scriptum</i>	Mull mésotrophe, sol colluvial acide, bas de versant, thalweg, tuf de trachyandésite

#### 4.2.4. Interprétation

La confrontation des résultats des trois analyses permet de comparer les unités mises en évidence.

On recense :

- des unités floristiques isolées dans les trois tableaux avec le même noyau d'espèces caractéristiques (forêts à Hêtre ou à Hêtre dominant le Chêne sessile, classe 1 dans les trois analyses); les fluctuations de l'effectif de cette classe 1 semblent dues à l'omniprésence de l'essence dominante aussi bien en strate arborescente qu'arbustive, conjuguée à une richesse faible du cortège floristique. Dans la troisième analyse, la présence du Hêtre arbustif explique le regroupement des relevés effectués dans la hêtraie-chênaie sessiliflore avec ceux de la hêtraie. Nous remarquons aussi que les modalités écologiques attachées à cette même classe sont identiques dans les trois tableaux;
- des unités floristiques présentes dans deux tableaux, plus nombreuses que les précédentes; en prenant en référence le tableau IV-1, on constate que les classes déterminées par des espèces arborescentes se trouvent isolées aussi dans la deuxième analyse; que les classes déterminées par des espèces des strates inférieures sont représentées dans l'analyse 3.

Nous observons cependant que chacun des essais comportant une diminution du nombre des variables actives offre un résultat qui recouvre partiellement celui du premier tableau. Or, l'étude des classes formées nous montre bien l'existence de trois classifications originales. Ceci apporte donc un élément de confirmation des classes du premier tableau (IV-1).

L'apport des trois analyses successives complémentaires réside dans la mise en évidence de toutes les espèces capables d'atteindre un fort recouvrement au sein des différentes strates. Elles proposent un tri d'après chacune des essences dominant les combinaisons dendrologiques montrant un premier gradient basé sur la succession des essences potentiellement dominantes, sur l'axe F1. L'axe F2 traduit la variation de niveau trophique déjà étudiée précédemment. Le premier gradient apparait nettement exprimé lorsque les espèces arborescentes sont actives.

Ce classement des relevés constitue un résultat intéressant et n'a pas encore été présenté dans les travaux des auteurs consultés.

Au delà du résultat mathématique, il est nécessaire d'approfondir la signification biologique des catégories établies. L'examen des caractéristiques intrinsèques des espèces permet de compléter notre analyse. En effet, en se référant à la classification des essences proposée dans la synthèse de RAMEAU (1987, op.cit.), on peut dresser une liste des essences spontanées de la forêt du Morvan, d'après leur biologie.

ESSENCES	CATEGORIE	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES
<i>Salix pl.</i> <i>Betula alba</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Alnus glutinosa</i>	PIONNIERES	- recherchent la pleine lumière dès les premiers stades, - bonne résistance aux stress hydriques, - bois tendre et léger, croissance rapide, peu longévives, potentiel d'invasion très élevé vers les milieux ouverts (anémochorie).

<i>Sorbus torminalis</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Prunus avium</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Ulmus montana</i> <i>Tilia cordata</i> <i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i>	POST-PIONNIERES	- croissance moins rapide, - bois semi-durs ou durs, - essences longévives, - espèces héliophiles ou semi-héliophiles , tolérant un éclairage tamisé dans les plus jeunes stades, - beaucoup ont un comportement de nomades et peuvent s'installer dans un milieu ouvert.
<i>Fagus sylvatica</i> (Sapin)	DRYADES	- espèces d'ombre (à l'état juvénile), - essences longévives, - croissance lente.

(d'après RAMEAU, 1987)

Pour intégrer ces connaissances, l'auteur propose un schéma général d'évolution des groupements forestiers. Trois stades d'évolution conduisent la végétation à une forêt climacique. Dans notre étude, seul le stade forestier a été décrit. Les landes et pré-bois n'ont pas fait l'objet d'un échantillonnage.

Le stade forestier est marqué par différentes phases évolutives qui, ordonnées, constituent un modèle sylvigénétique. Celui-ci débute par l'apparition d'une phase pionnière qui suit le stade préforestier, puis d'une phase intermédiaire transitoire qui elle-même précède la phase optimale. La maturation des groupements progresse par l'apparition successive des essences selon leur comportement vis à vis de la lumière et leur aptitude à résister à la concurrence des autres espèces pour les ressources (eau et profondeur utile du sol). De même les conditions imposées par le couvert vont influencer le développement du sous-bois tout au long de l'évolution sylvigénétique (maturation parallèle du cortège floristique).

Trois essences frugales (Bouleaux et Aulne), à durée de vie courte et fort pouvoir colonisateur, composent les groupements des phases pionnières. Des espèces plus nombreuses, opportunistes, plus longévives peuvent participer à cette phase pionnière sur sol riche et dominant dans les phases intermédiaires. Celles-ci sont aptes à supporter davantage la compétition avec la dryade morvandelle ou essence d'ombre (Hêtre) caractérisant la phase optimale et représentant le degré de maturation le plus élevé du groupement. Ce schéma d'évolution linéaire est valable dans le cas d'une végétation non modifiée par l'homme. Il doit le plus souvent être corrigé en fonction des nombreuses perturbations qui ont affecté le développement des forêts :

- des phénomènes naturels accidentels (cas assez rares),
- l'intervention de l'homme qui maîtrise un cycle sylvicultural et "fixe" la composition de certains peuplements (sylvofaciès) ou bien qui, par ses prélèvements plus ou moins sévères, dégrade ceux-ci.

Les concepts énoncés précédemment permettent de considérer que dans le massif forestier étudié on recensera des groupements issus de phénomènes évolutifs non contrôlés (phases dynamiques) et d'autres qui sont des produits de l'activité de l'homme (sylvofaciès). Afin d'être exact, il faut signaler que certains traitements cultureux sont à l'origine de peuplements dont la composition est très proche, voire équivalente de celles des phases.

On sera en mesure d'identifier objectivement des phases dynamiques lorsque nous observerons des successions dynamiques linéaires (cas d'évolution progressive dans des terrains non encore boisés par ex.) ou cycliques après vieillissement ou perturbation de massifs déjà structurés (évolution régressive). Dans le cas de forêts cultivées comme dans notre région, un certain nombre de groupements correspondent de façon certaine à une végétation ayant répondu aux modifications du milieu engendrées par le traitement.

La possibilité d'étudier des successions dynamiques n'étant pas suffisamment fréquente dans notre aire, il nous reste à essayer de vérifier les modèles proposés par RAMEAU d'après la signification des espèces classées dans notre analyse. Or nous avons extrait, de chacun des tableaux, les groupes de taxons les plus caractéristiques, désignés comme des catégories floristiques (à déterminisme dynamique et non plus stationnel). Nous pensons que cette interprétation aboutit à une convergence assez claire avec les propositions de l'auteur. Les groupes d'espèces issus de l'analyse statistique nous paraissent un moyen intéressant, semi-quantitatif et non plus seulement qualitatif, pour l'appréhension des étapes dynamiques, des phases notamment. Afin de compléter l'étude du statut de chacun des groupements, il a été nécessaire d'examiner les combinaisons intervenant entre les groupes de taxons (obtenus dans les trois tableaux) dans chaque strate et de compléter cette approche en tenant compte des observations notées sur le peuplement, le recouvrement global.

Dans un deuxième temps, les tableaux floristiques sont dressés d'après les groupes de relevés et permettent de recenser les types de sylvofaciès, réalité la plus immédiate sur le terrain.

On notera que les relevés traduisent l'état de la communauté végétale à un moment précis de son évolution. Il est clair que certains relevés dont la composition floristique est proche peuvent correspondre à des phases dynamiques différentes. Ainsi des relevés dominés par *Quercus robur* peuvent appartenir à une phase progressive alors que d'autres constituent des phases régressives d'une forêt traitée en taillis-sous-futaie.

Enfin, on se reportera dans le plan factoriel qui nous montre les liens floristiques entre les unités dynamiques. Nous reprenons une image issue de l'analyse en abondance-dominance qui procure une vue synthétique du classement (Figure 5). Il s'agit d'une cartographie des 13 classes du tableau IV-1 (toutes les variables-espèces actives) sur l'axe 1. En surcharge, nous avons indiqué la position des relevés qui possédaient les espèces caractéristiques signalées dans les tableaux IV-2 et IV-3.

Nous reconnaissons le long de F1 des forêts où plusieurs espèces sont susceptibles de dominer dans la même strate, opposées à des forêts où une seule essence domine à elle seule. Ceci nous permet d'identifier 3 ensembles dont la distribution est bien délimitée sur l'axe 1. On recense des forêts à :

- Charme, Frêne, Merisier, Erable sycomore (Cl. 1,2,3,4,5);
- Chêne pédonculé, Charme et Bouleaux (Cl. 6,7,8);
- Chêne sessile, Hêtre, Châtaignier (Cl. 9,10,11,12,13).

Enfin, la dispersion des relevés au sein de chaque classe projetée traduit les variations de la composition floristique correspondant aux variations du niveau trophique.



## 5. Identification

### 5.1. Remarques préliminaires

Dans cette partie, nous donnerons une description de l'ensemble des groupements forestiers du Morvan. Rappelons que la précision obtenue à l'aide de notre échantillonnage et par le mode d'analyse employé est supérieure à celle des travaux cités en bibliographie.

Nous exploiterons en premier lieu la structuration obtenue à l'aide des caractères floristiques (1ère étape d'analyse) puis la connaissance des aspects dynamiques (2ème étape). Pour chacune des communautés, en utilisant les critères purement floristiques, nous établirons un lien avec la classification phytosociologique mise en place pour le Morvan. Nous les comparerons avec les tableaux phytocéologiques construits d'après les groupes d'espèces de la phase préliminaire.

Nous traiterons le cas des forêts collinéennes acidiphiles et neutroclines en comparaison avec les études déjà publiées, puis nous analyserons de façon plus détaillée les forêts de Hêtre des sommets les plus élevés du massif, pour répondre aux préoccupations exprimées dans notre plan d'échantillonnage. Les châtaigneraies et les forêts humides ou marécageuses feront l'objet d'une description séparée, puisque toujours bien individualisées.

### 5.2. Forêts collinéennes acidiphiles et neutroclines

Nous avons repris les distinctions chorologiques classiques appliquées au massif du Morvan et divisé l'aire d'étude en trois grandes régions (\*) : le Bas-Morvan (altitudes comprises entre 200 et 600 m), le Haut-Morvan collinéen (altitudes comprises entre 300 et 750 m). Au sein de cette dernière, nous individualisons le Haut-Morvan montagnard, désignant l'îlot de sommets les plus élevés du massif (altitudes comprises entre 700 et 900 m).

Pour chacune de ces régions, nous avons dressé des tableaux de relevés. Ceux-ci sont rassemblés en annexe. L'analyse détaillée est fondée sur des tableaux élaborés inclus dans le texte.

#### 5.2.1. Forêts très acidiphiles à acidiphiles "modéré"

Références: **Tab. V**, tableau phytocéologique; **Tab. VI et VII**, tableaux phytosociologiques; **annexe D**, tableaux de relevés

##### \* Composition floristique (Tab. V)

Plusieurs unités floristiques sont distinguées d'après les groupes d'espèces indicatrices.

- a / **Unité acidiphile-type**, formée d'espèces acidiphiles de moder et à large amplitude, dominantes sur les acidiclinales disséminées;
- b / **Unité très acidiphile** avec intrusion des espèces acidiphiles de dysmoder dans le tapis herbacé; celles-ci peuvent parfois devenir abondantes : *Leucobryum glaucum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*;

---

(\*) On se reportera au volume annexe pour la délimitation de ces régions

c / Unité acidiphile "modéré" où les acidiphiles sont régulièrement accompagnées de neutroclines à large amplitude : *Carpinus betulus*, *Hedera helix*, *Stellaria holostea*, *Polygonatum multiflorum*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Anemone nemorosa*;

d / Variabilité au sein des unités précédentes :

- Unité thermoxérophile : les ensembles cités précédemment sont marqués par la présence de *Sorbus aria* et *Silene nutans* surtout dans les trouées et lisières;
- Unité hygrosциaphile : les unités acidiphile et acidiphile "modéré" sont caractérisées par un développement important du tapis muscinal et de larges plages de *Polypodium vulgare* (\*);
- Unité hydrocline à mésohydrophile : il y a présence d'un petit contingent d'espèces hydroclines (*Populus tremula*, *Deschampsia cespitosa*, *Molinia caerulea*); cette unité, assez typée par le recouvrement atteint par les taxons hydroclines, correspond à un type forestier distinct des précédents dont le fonctionnement est influencé par l'humidité importante des sols; les relevés effectués dans ces forêts sont rassemblés dans un tableau séparé (Tab. VII).

\* Sylvofaciès et phases dynamiques (Tableaux de relevés : annexes D)

Au sein des forêts acidiphiles, parmi toutes les essences, seul *Carpinus betulus* reste cantonné dans les milieux les moins oligotrophes (unité acidiphile "modéré"). Le tableau VIII recense les essences qui structurent les peuplements dans chaque unité floristique.

**Tableau VIII : Essences structurant le couvert des forêts acidiphiles du Morvan**

COMBINAISON DENDROLOGIQUE	ESSENCES SPONTANÉES STRUCTURANT LE COUVERT	
	ESSENCES DOMINANTES	ESSENCES DOMINÉES
ACIDIPHILE "MODERÉ" A ACIDIPHILE	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Populus tremula</i> <i>Betula pendula</i>
ACIDIPHILE A TRES ACIDIPHILE	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i> <i>Betula pendula</i>

Les essences dominantes se répartissent comme suit dans les sylvofaciès :

- Hêtre seul 7% des relevés;
- Hêtre et Chêne sessile 37 %;
- Chêne sessile 47%;
- Chêne pédonculé 6%;
- autres dont résineux introduits 3% (seules quelques parcelles ont été visitées).

Plusieurs grands types de sylvofaciès sont rencontrés :

- la hêtraie-chênaie sessiliflore et la chênaie sessiliflore-hêtraie sont les plus largement distribuées et traitées en taillis-sous-futaie avec les chênaies sessiliflores;

\* regroupe les deux espèces *Polypodium vulgare* et *P. interjectum* à amplitude plus large.

**Tab. V : Tableau phytocologique des forêts acidiphiles du Morvan**

	HAUT-MORVAN			BAS-MORVAN			Hygro- sciaphile	Thermo- xérophile
	A	B	C	A	B	C		
Fréquence des espèces en %								
<b>G.1 / MESOXEROPHILES</b>								
<i>Silene nutans</i>	.	5	3	9	.	5	.	100
<b>G.3.2. / NEUTROPHILES A LARGE AMPITUDE</b>								
<i>Stellaria holostea</i>	2	.	17	.	.	30	14	.
<i>Carpinus betulus</i>	2	.	7	.	.	5	.	.
<i>Hedera helix</i>	.	.	33	.	.	80	.	40
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	10	.	.	.	.	.
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	3	.	.	5	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	.	.	.	.	.	30	.	.
<b>G.4 / A TRES LARGE AMPITUDE</b>								
<i>Quercus petraea</i>	87	91	77	88	75	80	86	80
<i>Fagus sylvatica</i>	68	45	33	18	.	25	.	.
<i>Ilex aquifolium</i>	60	60	43	46	38	35	43	80
<i>Betula pendula</i>	13	5	7	9	13	10	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	10	27	17	23	.	15	.	40
<i>Rhytiadelphus triq.</i>	8	5	27	5	13	30	43	.
<i>Corylus avellana</i>	3	14	23	23	.	25	.	20
<i>Juniperus communis</i>	2	18	.	9	.	.	14	40
<i>Solidago virgaurea</i>	2	.	20	5	.	10	.	.
<i>Quercus robur</i>	2	.	17	5	13	20	.	.
<i>Thuidium tamariscinum</i>	2	.	17	9	.	.	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	2	.	.	5	.	.	.	20
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	7	.	.	.	.	.
<b>G.5 / NEUTRONITROCLINES</b>								
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	3	5	.	.	.	.
<b>G.7 / HYGROSCIAPHILES</b>								
<i>Polypodium vulgare</i>	7	5	7	.	.	5	100	.
<b>G.8 / ACIDICLINES DE MULL MESO. hygroclines</b>								
<i>Atrichum undulatum</i>	.	.	13	14	13	35	.	.
<i>Luzula pilosa</i>	.	.	.	9	.	5	.	.
<i>Endymion non-scriptum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	5	.	.	.	.
<b>G.8 / ACIDICLINES DE MULL MESO. mésophiles</b>								
<i>Rubus pl.</i>	28	14	53	64	25	85	43	40
<i>Dryopteris carthusiana</i>	3	.	3	5	.	.	14	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	2	.	.	.	.	.	.	.
<b>G.9 / ACIDICLINES DE MULL OLIGO. mésophiles</b>								
<i>Lonicera periclymenum</i>	22	9	37	64	50	65	29	80
<b>G.10 / ACIDIPHILES, 1. à large amplitude</b>								
<i>Pteridium aquilinum</i>	63	68	73	45	63	25	43	40
<i>Polytrichum formosum</i>	50	77	67	64	63	60	71	40
<i>Rhytiadelphus loreus</i>	18	9	.	9	.	5	29	.
<i>Holcus mollis</i>	7	14	37	41	13	55	29	80
<i>Hylocomium splendens</i>	3	5	10	5	13	15	43	.
<i>Castanea sativa</i>	3	.	13	.	.	.	14	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	5	3	5	25	.	14	20
<i>Mespilus germanica</i>	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Sorbus torminalis</i>	.	.	.	.	.	5	.	.
<b>G.10 / ACIDIPHILES, 2. de moder</b>								
<i>Deschampsia flexuosa</i>	87	91	73	91	75	80	100	100
<i>Dicranum scoparium</i>	52	73	43	41	38	30	43	80
<i>Melampyrum pratense</i>	20	27	10	38	63	25	67	20
<i>Teucrium scorodonia</i>	13	9	33	41	13	30	29	80
<i>Carex pillulifera</i>	13	9	10	18	13	10	.	40
<i>Frangula alnus</i>	8	23	.	14	13	.	14	.
<i>Galium hercynicum</i>	7	.	.	5	.	.	.	.
<i>Hypericum pulchrum</i>	3	.	10	9	13	10	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	2	9	.	5	25	10	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	5	.	5	25	5	.	20
<i>Hieracium sabaudum</i>	.	.	7	.	.	.	.	.
<b>G.10 / ACIDIPHILES, 3. de dynamoder</b>								
<i>Leucobryum glaucum</i>	12	77	3	27	75	.	14	.
<i>Calluna vulgaris</i>	5	50	.	5	75	.	29	.
<i>Cladonia sp.</i>	2	32	3	.	.	.	14	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	23	.	.	.	.	14	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	3	.	13	5	14	.

- la hêtraie, assez rare, se développe dans quelques stations assez étendues, en futaie;
- la chênaie sessiliflore-boulaie et la chênaie pédonculée, moins fréquentes, n'occupent que de faibles surfaces, fréquemment à l'état de taillis vieillis.

Quelques espèces herbacées et mousses sont capables d'atteindre de forts recouvrements : *Dicranum scoparium* et *Deschampsia flexuosa*, *Luzula maxima*, *Convallaria majalis* et *Hedera helix*, *Holcus mollis* et *Stellaria holostea*, *Molinia caerulea* dans les ensembles hygroclicines.

#### \* Synsystématique

#### \* Forêts des sols sains (Tab. VI)

En premier lieu, ont été mis en évidence les taxons du *Quercion robori-petraeae* Br. Bl. 32. Ce noyau stable d'espèces sert habituellement de repère pour l'identification des forêts de cette alliance. Conformément aux données classiques, les différentes unités floristiques affirment une certaine variabilité autour du type central, le *Fago-Quercetum petraeae typicum* Tx. 55. Deux sous-associations ont été décrites à côté du groupement typique :

- une sous-association très acidiphile qui est déterminée en Morvan par la présence de quelques espèces de dysmoder (*Leucobryum glaucum*, *Vaccinium myrtillus*), sans dénomination précise actuellement;
- une sous-association typique acidiphile;
- une sous-association acidophile "modéré" proche des groupements neutroclines, la hêtraie-chênaie à Charme que RAMEAU (1980, op.cit.) a isolé dans le *Fago-Quercetum petraeae Carpinetosum*.

La classification de la sous-association très acidiphile est difficile à préciser. Trois points sont à considérer :

- le contingent d'espèces différentielles, ayant leur optimum sur dysmoder, est assez restreint;
- certains de ces taxons possèdent une amplitude écologique plus large dans d'autres régions que celle étudiée; cas de *Vaccinium myrtillus* beaucoup plus ubiquiste dans les Vosges, l'Ardenne (Oesling luxembourgeois, SIMONNOT et COLL. 1987);
- indépendamment du niveau trophique, toutes ces espèces sont susceptibles de se développer lors de la variation de certaines conditions de milieu du sol; *Leucobryum glaucum* et, surtout, *Calluna vulgaris* sont assez bien représentées sous les peuplements dégradés ou ouverts ainsi que dans les stations bien exposées.

RAMEAU (1985, op. cit.) dans son tableau de synthèse isole deux ensembles de relevés comportant des espèces indicatrices de dysmoder. Il distingue, d'une part, les forêts dégradées et, d'autre part, les forêts sur sols superficiels. Nous avons reproduit ces mêmes observations, mais avons consacré une seule colonne à l'unité floristique très acidiphile. Ainsi deux points viendront apporter des précisions sur ce syntaxon par rapport aux tableaux floristiques de l'auteur cité : une étude plus détaillée du déterminisme (caractères stationnels au chapitre III) et un choix de classification. Pour ce dernier, le choix doit être fait entre la définition d'une sous-association et la simple distinction d'une variante trophique de l'association type. Malgré le faible développement de ces forêts, nous optons pour la création d'une sous-association "*Leucobryetosum*". Cette option taxonomique a été le plus souvent choisie par certains auteurs belges (THILL ET ALL., 1988). Mais, ici il n'est pas justifié d'isoler des variantes. *Vaccinium myrtillus* apparaît plus rare dans le Bas-Morvan alors que *Leucobryum glaucum* est constant sur toute l'aire. Le taxon de la strate muscinale est représentatif des milieux les plus pauvres.

Tab. VI : Tableau phytosociologique des forêts acidiphiles du Morvan

	HAUT-MORVAN			BAS-MORVAN			Groupes écolo- giques	Hygro- sciophile	Thermo- xérophile	
	A	B	C	A	B	C				
Fréquence des espèces en %										
<b>ARBRES</b>										
Quercus petraea	87	91	77	86	75	80	4	88	80	
Fagus sylvatica	68	46	33	18	.	25	4	.	.	
Carpinus betulus	2	.	7	.	.	5	3 2	.	.	
Betula pendula	13	5	7	9	13	10	4	.	.	
Castanea sativa	3	.	13	.	.	.	10 1	14	.	
Quercus robur	2	.	17	5	13	20	4	.	.	
<b>ARBUSTES</b>										
Ilex aquifolium	50	50	43	46	38	35	4	43	80	
Franula alnus	8	23	.	14	13	.	10 2	14	.	
Corylus avellana	3	14	23	23	.	25	3 2	.	20	
Malus sylvestris	2	.	.	5	.	.	4	.	20	
Juniperus communis	2	18	.	9	.	.	4	14	40	
Mespilus germanica	.	.	3	.	.	.	10 1	.	.	
Sorbus torminalis	.	.	.	.	.	5	10 1	.	.	
Sambucus racemosa	.	.	3	5	.	.	5	.	.	
<b>CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES D'ORDRE (QUERCETALIA ROBORI-PETRAEAE TX.31) ET D'ALLIANCE (QUERCION ROBORI-PETRAEAE Br.BI.32)</b>										
Deschampsia flexuosa	87	91	73	91	75	80	10 2	100	100	
Pteridium aquilinum	63	68	73	46	63	25	10 1	43	40	
Melampyrum pratense	20	27	10	38	63	25	10 2	57	20	
Carex pillulifera	13	9	10	18	13	10	10 2	.	40	
Holcus mollis	7	14	37	41	13	55	10 1	29	80	
Teucrium scorodonia	13	9	33	41	13	30	10 2	28	80	
Galium hercynicum	7	.	.	5	.	.	10 2	.	.	
Hieracium umbellatum	.	5	3	5	25	.	10 1	14	20	
Hieracium sabaudum	.	.	7	.	.	.	10 2	.	.	
Hypericum pulchrum	3	.	10	9	13	10	10 2	.	.	
Molinia caerulea	.	5	.	5	25	5	10 2	.	20	
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ASSOCIATION ET DE VARIANTE</b>										
Carpinus betulus	2	.	7	.	.	5	3 2	.	.	
Stellaria holostea	2	.	17	.	.	30	3 2	14	.	
Festuca heterophylla	.	.	.	.	.	30	3 2	.	.	
Silene nutans	.	5	3	9	.	5	1	.	100	
Polypodium vulgare	7	5	7	.	.	5	6	100	.	
Leucobryum glaucum	12	77	3	27	75	.	10 3	14	.	
Vaccinium myrtillus	.	23	.	.	.	.	10 3	14	.	
Calluna vulgaris	5	50	.	5	75	.	10 3	29	.	
<b>ESPECES ACIDICLINES</b>										
Dryopteris carthusiana	3	.	3	5	.	.	8 h	14	.	
Lonicera periclymenum	22	9	37	64	50	65	9 m	28	80	
Luzula pilosa	.	.	.	9	.	5	8 m	.	.	
Athyrium filix-femina	2	.	.	.	.	.	8 h	.	.	
Endymion non-scriptum	.	.	.	.	.	.	8 m	.	.	
<b>ESPECES DES FAGETALIA Pawl.28 ET QUERCO-FAGETEA Br. Bl. et Vlieg. 37</b>										
Hedera helix	.	.	33	.	.	60	3 2	.	40	
Polygonatum multiflorum	.	.	10	.	.	.	3 2	.	.	
Lamium galeobdolon	.	.	3	.	.	5	3 2	.	.	
Anemone nemorosa	.	.	7	.	.	.	4	.	.	
<b>AUTRES ESPECES</b>										
Rubus pl.	28	14	53	64	25	85	8 h	43	40	
Solidago virgaurea	2	.	20	5	.	10	4	.	.	
Galeopsis tetrahit	.	.	.	5	.	.	8 m	.	.	
<b>BRYOPHYTES</b>										
Hypnum cupressiforme	10	27	17	23	.	15	4	.	40	
Dicranum scoparium	52	73	43	41	38	30	10 2	43	80	
Polytrichum formosum	50	77	57	64	63	60	10 1	71	40	
Rhytidadelphus loreus	18	9	.	9	.	5	10 1	29	.	
Rhytidadelphus triquetrus	8	5	27	5	13	30	4	43	.	
Hylacomium splendens	3	5	10	5	13	15	10 1	43	.	
Pleurozium schreberi	.	.	3	.	13	5	10 3	14	.	
Dicranella heteromalla	2	9	.	5	25	10	10 2	.	.	
Atrichum undulatum	.	.	13	14	13	35	8 m	.	.	
Thuidium tamariscinum	2	.	17	9	.	.	4	.	.	
Cladonia sp.	2	32	3	.	.	.	10 3	14	.	
Ilex aquifolium	de + à 5			de + à 3						
Recouvrement	de + à 5			de + à 3						

D'après la situation géographique des relevés, on explique classiquement une autre part importante de la variabilité, d'ordre chorologique. Selon que l'on se situe dans le Haut-Morvan ou le Bas-Morvan, le *Fago-Quercetum petraeae* offre une composition floristique nuancée par le comportement de certaines espèces. *Ilex aquifolium* atteint les plus forts recouvrements dans le Haut-Morvan, alors que dans le Bas-Morvan, si sa fréquence reste équivalente, sa représentation dans le sous-bois est plus faible (Abondance-dominance toujours inférieure ou égale à 3). Enfin, nous remarquons dans notre échantillon que la proportion de relevés où le Hêtre domine dans les sylvofaciès est notablement moins élevée en Bas-Morvan. Il y a peut-être là une confirmation de l'idée admise que le climat du Haut-Morvan est plus favorable au Hêtre ou tout au moins que ce fait s'est traduit dans les choix des gestionnaires de la forêt, qui ont davantage cultivé cette essence.

En ce qui concerne la fréquence des individus de chaque syntaxon reconnu, on peut faire plusieurs observations qui donnent une évaluation de la surface forestière concernée, en comparant les effectifs des points d'échantillonnage :

SYNTAXON	FAGO-QUERCETUM PETRAEAE Tx.55		
	<i>Typicum</i>	<i>Leucobryetosum</i>	<i>Carpinetosum</i>
BAS-MORVAN	44 %	16 %	40%
HAUT-MORVAN	53 %	20 %	26 %

Le tableau ci-dessus montre nettement l'importance spatiale du *F.Q. Carpinetosum*, en particulier dans le Bas-Morvan où l'association à Charme est aussi fréquente que la sous-association typique.

\* Forêts très fraîches à humides (Tab. VII)

Ces forêts ont déjà été signalées dans la région étudiée. Néanmoins, leur étude floristique apporte des précisions sur leur statut, leur fréquence qu'il est utile de signaler. On note une composition dendrologique à base des deux chênes (*Quercus robur* et *petraea*). Nos observations vérifient la présence des deux Bouleaux, avec toutefois une fréquence plus grande de *Betula verrucosa*. Au niveau du sous-bois *Corylus avellana* est accompagné de *Carpinus betulus* dans les ensembles à flore acidiphile "modéré". Sur le plan systématique, on peut conclure à l'existence d'un groupement de l'alliance du *Quercion robori-petraeae* en raison de la représentation dominante des taxons caractéristiques. A côté de ceux-ci sont présentes avec une forte fréquence plusieurs espèces hydroclines s'accommodant des conditions alternantes d'humidité/sécheresse des sols (*Molinia caerulea*, *Frangula alnus*, *Lonicera periclymenum*, *Rubus pl.*) que nous avons estimées caractéristiques de cette association. Rien de bien nouveau n'apparaît dans cette analyse qu'avaient conduite les auteurs pour une première description du *Betulo-Quercetum roboris* Tx.. Cependant les quelques variations notées dans la combinaison dendrologique, un peu divergentes avec les observations précitées, nous ont incité à utiliser une taxonomie reposant :

- sur l'essence de la phase optimale (*Quercus robur*),
- et sur *Molinia caerulea*, deuxième caractéristique, révélatrice des conditions de milieu, sur lesquelles nous aurons à revenir dans l'analyse des caractères stationnels.

Ajoutons la distinction de deux variantes trophiques, la première acidiphile à très acidiphile, lorsque seuls ces taxons sont présents, la deuxième, acidiphile "modéré", avec l'adjonction de quelques neutroclines dans le cortège. En raison de la faible représentation de ces forêts, aucune distinction systématique n'est nécessaire.

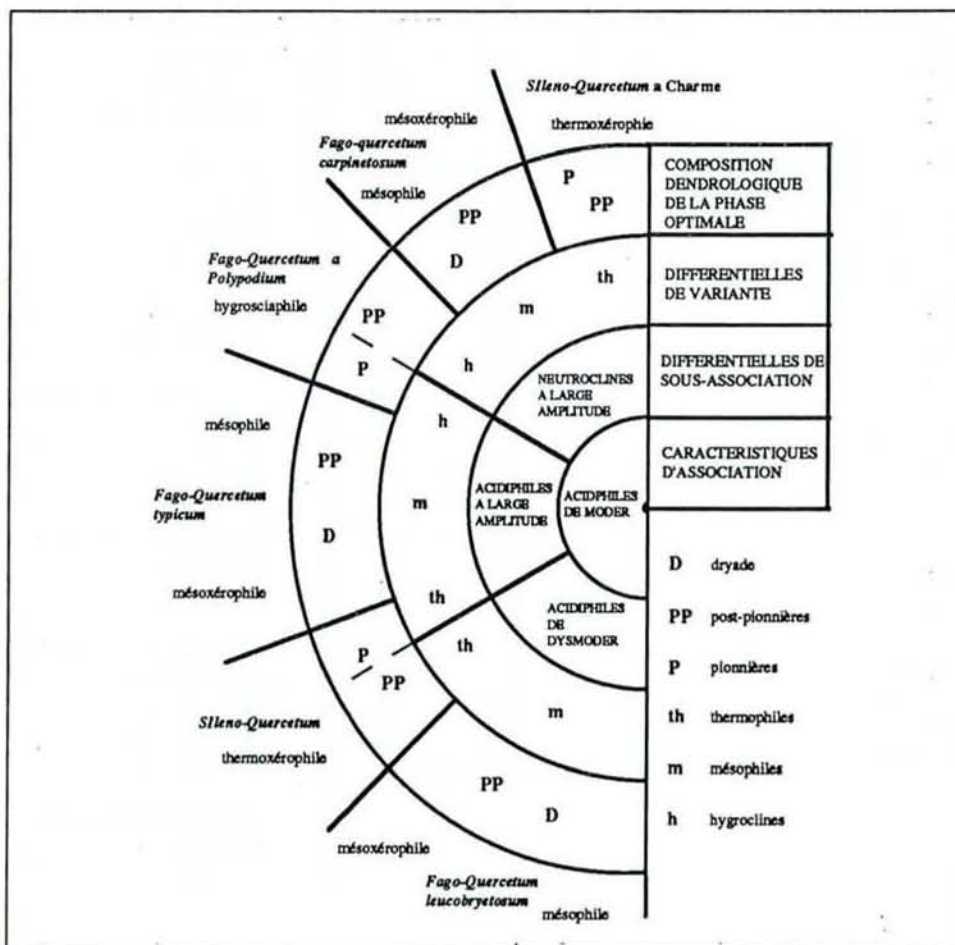
\* Comparaison des tableaux phytocologique et phytosociologique (Tab.V, Tab. VI)

En nous basant sur les connaissances autoécologiques et biologiques, nous avons examiné la composition des groupes d'espèces caractéristiques des unités syntaxonomiques. La figure 6 fournit une image synthétique issue de cette réflexion, pour le *Fago-Quercetum petraeae*.

Le *Fago-Quercetum petraeae* a pour noyau central un petit groupe d'espèces acidiphiles de moder (rond central). Les sous-associations définies par RAMEAU (1980, op. cit.), sont déterminées d'après trois ensembles qui traduisent une nuance trophique supplémentaire (cercle 2). La 3ème unité concentrique positionne les degrés d'hygrophilie (Cercle 3). L'enveloppe extérieure signale la combinaison dendrologique dominante. Chacun des secteurs isolés désigne les syntaxons.

En accord avec les règles de la nomenclature phytosociologique, nous avons distingué, d'une part, les espèces dominantes et, d'autre part, les espèces caractéristiques. Un premier ensemble de cercles concentriques identifie les groupes d'espèces indicatrices parmi les espèces caractéristiques (1er facteur de notre analyse en présence-absence). Un cercle externe précise les caractéristiques biologiques des essences (2ème facteur de notre analyse en abondance-dominance).

**Figure 6 :** Relations entre unités phytosociologiques et groupes d'espèces des forêts collinéennes acidiphiles (\*)



\* Adapté d'après un précédent graphique (SIMONNOT et al. 1983).

**Tab. VII : Tableaux phytosociologique et phytoécologique des forêts acidiphiles humides du Morvan**

**MOLINIO-QUERCETUM ROBORIS**

Tableau phytosociologique  
Fréquence des espèces en %

**ARBRES**

		Groupes d'espèces	
Quercus petraea	58	4	m
Betula pendula	44	4	m
Populus tremula	22	8	h
Quercus robur	44	4	m

**ARBUSTES**

Corylus avellana	33	4	m
Carpinus betulus	67	3	2 m

**CARACTERISTIQUES D'ASSOCIATION**

Molinia caerulea	87	10	2 h
Lonicera periclymenum	78	9	m
Rubus pl.	78	8	h
Fragula alnus	56	10	2 h
Deschampsia coespitosa	22	8	h
Viburnum opulus	22	3	2 h

**CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES D'ORDRE (QUERCETALIA ROBORI -PETRAEAE TX.31)**

**ET D'ALLIANCE (QUERCION ROBORI-PETRAEAE Br.B.32)**

Deschampsia flexuosa	89	10	2 m
Pteridium aquilinum	44	10	2 m
Melampyrum pratense	33	10	2 m
Hypericum pulchrum	22	10	2 m
Luzula maxima	22	10	2 m
Leucobryum glaucum	22	10	3 m
Calluna vulgaris	22	10	3 m

**ESPECES NEUTROCLINES**

Viola sylvestris	22	3	2 m
Hedera helix	22	3	2 m
Rosa arvensis	22	3	2 m
Solidago virgaurea	22	4	m
Convallaria majalis	33	4	m

**BRYOPHYTES**

Eurhynchium striatum	22	3	2 m
Polytrichum formosum	56	10	1 m
Rhytidelphus triquetrus	22	4	m
Hylacomium splendens	22	10	1 m

**CHENAIE-BOULAJE MESOHYGROPHILE A MOLINIE**

Tableau phytoécologique

**G.3.2. / NEUTROPHILES A LARGE AMPLITUDE**

Carpinus betulus	87
Viola sylvestris	22
Hedera helix	22
Rosa arvensis	22
Eurhynchium striatum	22
Viburnum opulus	22

**G.4 / A TRES LARGE AMPLITUDE**

Quercus petraea	56
Betula pendula	44
Quercus robur	44
Corylus avellana	33
Solidago virgaurea	22
Convallaria majalis	33
Rhytidelphus triquetrus	22

**G.8 / ACIDICLINES DE MULL MESO. hygroclines**

Rubus pl.	78
Populus tremula	22
Deschampsia coespitosa	22

**G.9 / ACIDICLINES DE MULL OLIGO. mésophiles**

Lonicera periclymenum	78
-----------------------	----

**G.10 / ACIDIPHILES, 1. à large amplitude**

Polytrichum formosum	56
Luzula maxima	22
Hylacomium splendens	22

**G.10 / ACIDIPHILES, 2.de moder, hygroclines**

Molinia caerulea	87
Fragula alnus	56

**G.10 / ACIDIPHILES, 2.de moder, mésophiles**

Deschampsia flexuosa	89
Pteridium aquilinum	44
Melampyrum pratense	33
Hypericum pulchrum	22

**G.10 / ACIDIPHILES, 3.de dysmoder**

Leucobryum glaucum	22
Calluna vulgaris	22

### 5.2.2. Forêts mésoacidiphiles à neutroclines du Morvan

Références : Tab.IX, tableau phytoécologique; Tab.XI et XII, tableaux phytosociologiques; annexe E, tableaux de relevés.

#### \* Composition floristique (Tab. IX).

Sur le plan trophique, nous avons isolé 3 unités d'après les combinaisons des groupes d'espèces indicatrices :

- a / **Unité mésoacidiphile** où l'on note l'intervention d'un petit groupe d'espèces acidiphiles à large amplitude (*Holcus mollis*, souvent recouvrante, *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*);
- b / **Unité acidiclina** formée d'espèces neutroclines à large amplitude et d'un groupe acidiclina (de mull oligo et mésotrophe) fortement représenté (*Rubus pl.*, *Lonicera periclymenum*, *Oxalis acetosella*);
- c / **Unité neutrocline à neutroacidiclina** dont le noyau de base de la composition floristique est le groupe neutrocline à large amplitude; celui-ci est accompagné de taxons neutroclines à amplitude moyenne, neutronitroclines et neutronitrophiles; le contingent d'espèces acidiclinales est assez réduit.

Parmi toutes ces unités, une certaine variabilité apparaît. Elle a trait à la représentation d'espèces des sols frais et/ou humides. Ainsi, en première approche, trois subdivisions peuvent être proposées avec des relevés possédant :

- une flore mésophile où s'ajoutent sporadiquement quelques taxons hydroclines disséminés,
- un petit groupe d'espèces hydroclines, recouvrantes, indiquant une nuance de fraîcheur au sein des stations correspondant aux trois unités trophiques isolées (*Athyrium filix-femina*, *Stachys sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Deschampsia cespitosa*, *Silene dioica*, *Stellaria nemorum*);
- des herbacées (*Deschampsia cespitosa*, *Molinia caerulea* accessoirement), des arbustes et rejets d'essences comme *Frangula alnus*, *Populus tremula*, signalant des sols qui subissent des engorgements temporaires à faible profondeur.

Dans les deux premiers cas, ainsi que l'a décrit RAMEAU, il s'agit d'unités rattachées à la Hêtraie-chênaie-charmaie, alors que le dernier groupe de relevés identifie des forêts dominées par *Quercus robur*, éventuellement accompagnées de *Quercus petraea*.

#### \* Sylvofaciès et aspects dynamiques

Dans les forêts acidiclinales à neutroclines, des essences plus nombreuses que dans les forêts acidiphiles interviennent dans la strate arborescente. Le **tableau X** dresse un inventaire des essences qui structurent le couvert.

**Tableau X : Essences structurant le couvert des forêts neutroclines du Morvan**

COMBINAISON DENDROLOGIQUE	ESSENCES SPONTANÉES STRUCTURANT LE COUVERT	
	ESSENCES DOMINANTES	ESSENCES DOMINÉES
MESOACIDIPHILE A ACIDICLINE	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i>	<i>Carpinus betulus</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Prunus avium</i> <i>Populus tremula</i> <i>Betula verrucosa</i>
NEUTROACIDICLINE A NEUTROCLINE	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus robur</i> <i>Carpinus betulus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i> <i>id. + Tilia cordata</i>

Les essences dominantes se répartissent comme suit dans notre échantillon :

- *Fagus sylvatica* 17 % des relevés,
- *Quercus petraea* 31 %,
- *Quercus robur* 14 %,
- *Carpinus betulus* 20%,
- Autres dont *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* 18%.

Au sein de ces forêts, les combinaisons d'essences sont à l'origine de sylvo-faciès assez divers dont nous donnons une évaluation spatiale ci-après :

- Hêtre dominant seul 5%,
- Hêtre et chêne sessile 12%,
- Chêne sessile (24%) et Chêne pédonculé 7%,
- Chêne pédonculé seul 13%,
- Charme, Charme et Frêne 20 %,
- Frêne et Erable sycomore 19%.

Comme dans le cas des forêts acidiphiles, la richesse (moyenne globale 13 espèces par relevé) diminue progressivement sous les couverts de Hêtre (10 espèces en moyenne). Au niveau de la strate herbacée, une bonne diversité est également constatée. Elle provient du fait qu'un plus grand nombre d'espèces sont potentiellement aptes à réaliser une couverture importante du sol :

- *Holcus mollis*, *Stellaria holostea* et *Lonicera periclymenum*;
- *Vinca minor* et *Hedera helix*;
- *Stellaria nemorum*, *Oxalis acetosella*, *Plagiomnium undulatum*;
- *Lamium galeobdolon*, *Galium odoratum* et *Milium effusum*.

	BAS MORVAN			HAUT-MORVAN			BM		HM	
	A	B	C	A	B	C	mésophila	fraie	mésophila	fraie
<b>G.2. / NEUTROCALCICOLES</b>										
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	-	13	-	-	-	7	-	10	-	4
<i>Euonymus europæus</i>	-	-	25	5	4	20	-	10	8	4
<i>Cornus sanguinea</i>	-	-	-	-	4	7	-	-	3	-
<i>Cardamine heptaphylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mercurialis perennis</i>	-	-	-	-	-	13	-	-	-	8
<b>G.3.1 / NEUTROCLINES A AMPLITUDE MOYENNE</b>										
<i>Eurhynchium striatum</i>	83	75	100	41	28	47	75	90	11	58
<i>Galium odoratum</i>	-	13	-	5	28	40	13	-	13	38
<i>Melica uniflora</i>	17	13	25	5	16	40	13	20	8	33
<b>G.3.2. / NEUTROCLINES A LARGE AMPLITUDE</b>										
<i>Hedera helix</i>	100	75	100	45	60	53	75	100	58	42
<i>Stellaria holostea</i>	50	38	50	38	40	47	38	50	24	54
<i>Dryopteris filix-mas</i>	17	38	25	5	24	60	25	30	5	33
<i>Carpinus betulus</i>	50	25	100	27	32	33	38	60	26	38
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	33	25	25	9	28	53	38	20	3	29
<i>Polygonum multiflorum</i>	50	13	50	32	48	27	13	50	16	54
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	13	-	18	12	27	-	10	13	21
<i>Rosa arvensis</i>	33	13	25	-	12	20	25	20	5	8
<i>Poa nemoralis</i>	-	13	-	9	12	13	13	-	3	13
<i>Viburnum opulus</i>	17	13	25	-	8	13	-	30	-	17
<i>Crataegus laevigata</i>	-	13	-	-	8	7	13	-	-	4
<i>Festuca heterophylla</i>	33	13	25	5	8	-	25	20	-	4
<i>Polystichum setiferum</i>	-	13	25	-	-	-	-	20	-	-
<i>Carex sylvatica</i>	33	-	-	5	12	7	13	10	-	8
<i>Vicia sepium</i>	-	-	75	-	4	20	-	30	3	4
<i>Potentilla sterilis</i>	-	-	25	-	-	-	-	10	-	-
<i>Lamium galabodolon</i>	33	-	-	-	-	7	25	-	-	4
<b>G.4 / A TRES LARGE AMPLITUDE</b>										
<i>Quercus petraea</i>	33	63	-	50	36	40	63	20	53	25
<i>Ilex aquifolium</i>	33	38	50	64	40	27	38	40	26	25
<i>Quercus robur</i>	-	25	-	23	28	7	25	-	18	25
<i>Solidago virgaurea</i>	33	25	50	27	28	20	13	50	-	38
<i>Fagus sylvatica</i>	-	25	-	32	24	-	-	20	21	21
<i>Crataegus monogyna</i>	50	25	50	14	16	20	38	40	11	4
<i>Rhynchospora triquetra</i>	50	25	25	14	8	27	25	40	13	4
<i>Thuidium tamariscinum</i>	17	25	50	-	4	13	13	40	3	4
<i>Corylus avellana</i>	-	13	25	32	48	73	13	10	37	50
<i>Betula pendula</i>	-	13	-	23	16	13	13	-	18	13
<i>Anemone nemorosa</i>	33	13	-	18	16	13	38	-	3	21
<i>Geopelia tetralix</i>	17	13	50	9	12	13	13	30	-	13
<i>Senecio fuchsii</i>	-	-	-	5	20	7	-	-	-	25
<i>Stachys betonica</i>	50	-	-	-	-	-	13	20	-	-
<i>Hyprnum cupressiforme</i>	-	-	-	-	-	7	-	-	-	4

Unité floristique	Niveau trophique
A	Acidiphile "modéré"
B	Acidophile
C	Neutrocalcicole à neutrocline

	BAS MORVAN			HAUT-MORVAN			BM		HM			
	A	B	C	A	B	C	mésophila	fraie	mésophila	fraie		
<b>G.5 / NEUTRONITROCLINES</b>												
<i>Silene dioica</i>	-	25	100	5	12	7	-	60	-	17		
<i>Fraxinus excelsior</i>	33	13	25	9	28	40	-	40	18	33		
<i>Paris quadrifolia</i>	-	-	25	5	12	27	-	10	-	29		
<i>Sambucus racemosa</i>	-	-	-	-	4	7	-	-	-	4		
<i>Geranium robertianum</i>	-	-	25	5	4	27	-	10	5	13		
<i>Primula elatior</i>	33	-	50	-	-	13	13	30	-	4		
<i>Geum urbanum</i>	17	-	25	5	-	-	13	10	3	-		
<b>G.6. / NEUTRONITROPHILES hydroclines</b>												
<i>Plagiomnium undulatum</i>	-	-	100	-	16	47	-	40	5	38		
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	-	-	50	-	-	-	-	20	-	-		
<i>Stachys sylvatica</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-	3		
<i>Glechoma hederacea</i>	-	-	50	-	-	7	-	20	-	4		
<b>G.7. / HYGROSCIAPHILE</b>												
<i>Stellaria nemorum</i>	-	13	-	-	-	7	-	10	-	4		
<b>G.8 / ACIDICLINES DE MULL MESO. mésophiles</b>												
<i>Milium effusum</i>	-	50	75	75	23	52	53	50	80	13	75	
<i>Atrichum undulatum</i>	-	100	50	25	23	16	13	63	60	13	21	
<i>Luzula pilosa</i>	-	67	38	-	9	12	13	38	40	-	25	
<i>Poa chaixii</i>	-	17	38	50	-	4	7	25	40	-	8	
<i>Dryopteris dilatata</i>	-	13	-	-	5	4	27	13	-	-	21	
<i>Mnium affine</i>	-	17	13	-	9	-	13	-	20	-	8	
<i>Endymion non-scriptum</i>	-	-	-	-	23	32	13	-	-	-	16	29
<i>Tilia cordata</i>	-	-	50	-	-	-	-	-	20	-	-	
<i>Rubus pl.</i>	83	88	75	88	100	93	88	80	71	100		
<i>Dryopteris carthusiana</i>	33	50	25	14	40	33	13	60	-	50		
<i>Athyrium filix-femina</i>	-	25	-	-	12	33	-	20	3	29		
<i>Deschampsia coespitosa</i>	33	-	25	5	8	-	-	30	-	13		
<i>Circea lutetiana</i>	-	-	-	5	-	7	-	-	-	3	4	
<b>G.9 / ACIDICLINES DE MULL OLIGO. mésophiles</b>												
<i>Lonicera periclymenum</i>	-	50	50	25	55	36	27	50	40	29	33	
<i>Moehringia trinervis</i>	-	13	-	-	14	16	7	-	10	3	13	
<b>G.9 / ACIDICLINE DE MULL OLIGO. hydroclines</b>												
<i>Oxalis acetosella</i>	33	38	25	18	36	53	-	60	-	88		
<b>G.10 / ACIDIPHILES, 1. à large amplitude</b>												
<i>Holcus mollis</i>	-	83	38	25	50	24	7	63	40	26	25	
<i>Polytrichum formosum</i>	-	83	38	-	23	16	-	63	30	3	21	
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	17	13	-	55	24	7	13	10	5	21	
<i>Rhynchospora loricata</i>	-	-	-	-	9	12	20	-	-	5	21	
<b>G.10 / ACIDIPHILE, 2. de moder</b>												
<i>Deschampsia flexuosa</i>	-	17	-	-	36	24	13	13	-	3	29	
<b>G.11 / MESOHYGROPHILE</b>												
<i>Alnus glutinosa</i>	17	-	25	5	4	20	-	20	3	13		

On remarquera le comportement du houx assez similaire à celui observé dans les forêts acidiphiles. Son recouvrement dans les forêts mésoacidiphiles à neutroclines subit les mêmes variations en liaison avec la situation géographique des points de relevés.

Les modèles dynamiques de RAMEAU indiquent que la maturation sylvigénétique conduit à une hêtraie-chênaie-charmaie. On reconnaît classiquement deux types régionaux dans ces forêts :

- Une hêtraie-chênaie-charmaie à *Poa chaixii* du Bas-Morvan,
- Une " " " à *Endymion-non-scriptum* (\*) et *Ilex aquifolium* du Haut Morvan collinéen.

En dehors de toute pression anthropique, la phase optimale est atteinte lorsque le Hêtre devient compétitif par rapport aux essences des phases transitoires, c'est-à-dire quand les conditions stationnelles restent favorables à son développement. Dans le cas contraire, la maturation n'aura pu progresser et dépasser les phases à Chênes. Il est donc nécessaire de s'interroger sur le statut dynamique des forêts dominées par des essences des phases transitoires, notamment *Quercus robur*.

L'étude de la composition floristique nous révèle la présence de stations humides occupées par une flore indiquant des conditions d'humidité du milieu assez nuancées qui, dans l'optique d'un isolement des types d'écosystèmes à fonctionnement propre, impose de distinguer deux ensembles :

- un climax climatique, la Hêtraie-chênaie; forêts comportant trois phases dynamiques dominées successivement par *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*;
- un climax édaphique où *Quercus robur* et accessoirement *Q. petraea* composent la phase optimale compte tenu des caractéristiques du milieu (forte humidité).

\* Synsystématique (Tab. XI)

Actuellement ces groupements forestiers sont répertoriés dans les deux classifications prises en référence dans la bibliographie.

Sur le plan phytosociologique, les forêts mésoacidiphiles à neutroclines du Morvan relèvent du *Carpinion betuli* Oberd. 53. RAMEAU (1980, op. cit.) a proposé de ranger celles-ci dans la sous-alliance du *Lonicero-Carpinionion*, qui correspond à l'aile acidicline de l'Alliance, seule représentée en Morvan. De même que dans le cas du *Quercion robori-petraeae*, les études floristiques ont montré qu'une part de la variabilité était liée à des aspects chorologiques. Deux associations sont reconnues :

- le *Poo chaixii-Carpinetum*, RAMEAU 80, occupant le Bas Morvan (auréole Nord et Nord-est du massif), dont la composition floristique est marquée surtout par la présence de *Poa chaixii*, la raréfaction (toujours faible recouvrement), des éléments du cortège atlantique;
- l'*Endymio-Carpinetum* NOIRFALISE 68, dont *Endymion non-scriptum* caractérise le cortège avec d'autres taxons atlantiques.

Ces deux associations possèdent un déterminisme chorologique et les stations des espèces caractéristiques jalonnent l'aire de répartition des cortèges médioeuropéen et atlantique. Elles correspondent aux nuances macroclimatiques qui sont propres au Bas-Morvan et au Haut-Morvan.

D'autres variations sont expliquées par les changements du niveau trophique et hydrique des stations. Trois sous-associations pour chacune des deux régions ont été proposées :

- deux sous-associations typiques, acidicline et neutrocline, en conditions moyennes;

---

(\*) Nous avons conservé l'ancien nom de ce taxon (actuellement *Hyacinthoides non-scripta*) afin de réserver la possibilité d'établir plus directement la relation avec les unités taxonomiques possédant cette caractéristique.

- une sous-association mésoacidiphile *holcetosum*, qui se situe au contact du *Quercion robori-petraeae*, caractérisée par la présence de taxons acidiphiles à large amplitude (*Holcus mollis*, *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*).

Dans chacune de ces sous-associations, l'auteur décrit deux variantes traduisant l'influence du niveau hydrique :

- mésophile à frais, avec présence faible d'espèces hygroclines et mésohygrophiles,
- frais à humide, lorsque les mésohygrophiles sont plus abondantes.

Pour la réalisation de la carte de la végétation, BUGNON et al. ont divisé ce même ensemble en plusieurs séries :

- série du Chêne pédonculé comprenant des forêts mésoacidophiles, désignée sous le vocable de chênaie mésophile à Houlque molle, des forêts acidiclinales à neutroclines, la chênaie pédonculée à Tremble et Chêvrefeuille;
- série mixte des deux Chênes sessile et pédonculé, située sur un large éventail de conditions trophiques, la chênaie mixte-charmaie.

Dans cette dernière série s'ajoutent des variations importantes de l'humidité, à l'origine des caractéristiques floristiques et dendrologiques propres, ayant poussé les auteurs à former plusieurs sous-ensembles :

- une chênaie mixte-charmaie mésophile, où la présence du Hêtre est mentionnée,
- une chênaie mixte-charmaie à Tremble et Bouleau des zones fraîches à humides.

Cette structuration écologique montre une volonté, de la part des auteurs, de traduire l'existence du continuum complexe que nous avons pu échantillonner précisément dans notre étude. Nous reconnaissons l'existence des niveaux trophiques eutrophes (flore neutroacidicline à neutrocline) à mésotrophes (flore acidicline à mésoacidiphile); des niveaux hydriques signalés par les groupements mésophiles à mésohygrophiles; enfin des peuplements diversifiés à Frêne, Chêne pédonculé, Chêne sessile et Hêtre. Tout ceci reste conforme à nos observations mais manque néanmoins de clarté dans la description des gradients. En parcourant la liste des séries proposées, on peut constater des similitudes très importantes entre certaines forêts comme la chênaie-mixte à Hêtre qualifiée d'"extrêmement voisine" de la série 4.2.5, répartie sur les limons des plateaux du Sud Avallonnais.

Une deuxième réflexion vient du fait que l'inventaire des sylvo-faciès nous amène à nous interroger sur la position réelle des chênaies mixtes. Nous avons vu que le concept de peuplement mixte est difficile à faire concorder avec nos données de terrain en raison de la très faible fréquence de celles-ci. Enfin, les éléments de réflexion donnés par le traitement statistique, la mise en place des gradients trophiques et hydriques conjugués aux apports dans l'interprétation fournis dans les schémas dynamiques de RAMEAU, donnent la possibilité d'établir des bases plus claires pour la délimitation des unités floristiques et une première appréhension de leur dynamique propre.

C'est pourquoi nous avons entrepris de modifier la classification des forêts du *Carpinion betuli* du Morvan afin de mieux répondre à ces exigences. L'approche dynamique nous conduit à rechercher dans chaque type de milieu quel est le terme de la dynamique et par la suite de rassembler tous les groupements possédant la même phase optimale. Nous progresserons dans un premier temps d'après les critères floristiques et dendrologiques afin d'isoler les types de groupements en connaissance de l'autoécologie des espèces dans la région. Puis nous vérifierons le déterminisme de ceux-ci avec l'analyse des caractères stationnels.

Dans toutes les unités trophiques, nous avons séparé les forêts dont la phase optimale est à Hêtre de celles n'atteignant pas ce degré de maturation en raison de conditions de milieu défavorables, les chênaies pédonculées climaciques. Pour traduire les variations du niveau hydrique sont décrites des hêtraies-chênaies-charmaies mésophiles et fraîches climaciques, rangées dans un *Fagetum* (Tableau XI), des chênaies pédonculées hygroclines à mésohygrophiles, le *Quercetum roboris* (Tableau XII), climax édaphique. Cette nomenclature s'applique à la fois au Bas-Morvan et au Haut-Morvan. Elle aboutit à une classification de l'*Endymio-Carpinetum* et du *Poo chaixii-Carpinetum* en quatre associations du *Carpinion betuli* du Morvan :

- l'*Endymio-Fagetum* et l'*Endymio-Quercetum roboris*, dans le Haut Morvan collinéen,
- le *Poo chaixii-Fagetum* et le *Poo chaixii-Quercetum roboris*, dans le Bas Morvan.

Le *Poo chaixii-Fagetum* est une association nouvelle, tandis que l'*Endymio-Fagetum* a déjà été décrit par DURIN (1967) . Toutes deux appartiennent au *Carpinion betuli* Oberd. 53. Chacune comprend trois sous-associations définies de la même manière que dans la classification précédente; elles-mêmes possédant deux variantes mésophiles et hygroclines. Enfin, dans les tableaux (Annexes E), les relevés sont rassemblés par sylvofaciès, identifiant ainsi les phases dynamiques à *Quercus robur*, *Quercus petraea* et *Fagus sylvatica*.

L'*Endymio-Quercetum roboris* déjà décrit (Tüx. et Diem 36) et le *Poo chaixii-Quercetum roboris*, association nouvelle, possèdent une composition floristique à dominante d'hygroclines et de mésohygrophiles. Aucune subdivision supplémentaire ne semble utile. Aussi avons-nous séparé deux variantes trophiques, l'une, acidiline à neutrocline sur les sols les plus riches, l'autre, mésoacidiphile, dans les stations les plus pauvres. Le tableau XIII dresse l'inventaire des syntaxons définis dans chaque région.

**Tab. XIII : Syntaxonomie des forêts neutroclines du Morvan**

**HAUT MORVAN**

ASSOCIATION	SOUS-ASSOCIATION	VARIANTE
<i>ENDYMIO-FAGETUM</i> Durin 1967	<i>HOLCETOSUM</i>	Mésophile Hygrocline
	<i>TYPICUM</i>	Mésophile Hygrocline
	<i>MERCURIALETOSUM</i>	Mésophile Hygrocline

ASSOCIATION	VARIANTE
<i>ENDYMIO-QUERCETUM ROBORIS</i> Tüx. et Diem. 36	Mésoacidiphile
	Acidiline à neutrocline

**BAS MORVAN**

ASSOCIATION	SOUS-ASSOCIATION	VARIANTE
<i>POO CHAIXII-FAGETUM</i> nov.	<i>HOLCETOSUM</i>	Mésophile Hygrocline
	<i>TYPICUM</i>	Mésophile Hygrocline
	<i>POLYSTICHETOSUM</i>	Fraiche

ASSOCIATION	VARIANTE
<i>POO CHAIXII-QUERCETUM ROBORIS</i> nov.	Mésoacidiphile
	Acidiline à neutrocline

	POO CHAIXII-FAGETUM			ENDYMIO-FAGETUM			Groupes d'espèces	PCF		EF	
	A	B	C	A	B	C		mes	frais	mes	frais
<b>ARBRES</b>											
<i>Fagus sylvatica</i>	.	25	.	32	24	.	4	.	20	21	21
<i>Quercus petraea</i>	33	63	.	50	36	40	4	63	20	53	25
<i>Quercus robur</i>	.	25	.	23	28	7	4	25	.	18	25
<i>Fraxinus excelsior</i>	33	13	25	9	28	40	5	.	40	18	33
<i>Betula pendula</i>	.	13	.	23	16	13	4	13	.	18	13
<i>Tilia cordata</i>	.	.	50	.	.	.	8	.	20	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	17	.	25	5	4	20	11	.	20	3	13
<i>Carpinus betulus</i>	50	25	100	27	32	33	3 2	38	60	26	38
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	13	.	18	12	27	3 2	.	10	13	21
<b>CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES D'ASSOCIATION</b>											
<i>Endymion non-scriptum</i>	.	.	.	23	32	13	8	.	.	16	29
<i>Ilex aquifolium</i>	33	38	50	84	40	27	4	38	40	26	25
<i>Poa chaixii</i>	17	38	50	.	4	7	8	25	40	.	8
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	.	.	4	7	5	.	.	.	4
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	5	20	7	4	.	.	.	25
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE LONICERO-CARPINENION RAMEAU 80</b>											
<i>Rubus pl.</i>	83	88	75	86	100	93	8	88	80	71	100
<i>Lonicera periclymenum</i>	50	50	25	55	36	27	9	50	40	29	33
<i>Luzula pilosa</i>	67	38	.	9	12	13	8	38	40	.	25
<i>Oxalis acetosella</i>	33	38	25	18	36	53	9	.	60	.	88
<i>Atrichum undulatum</i>	100	50	25	23	16	13	8	63	60	13	21
<i>Dryopteris carthusiana</i>	33	50	25	14	40	33	8	13	60	.	50
<i>Polytrichum formosum</i>	83	38	.	23	16	.	10 1	63	30	3	21
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE DAPHNO-CARPINENION RAMEAU 80</b>											
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	.	.	50	.	.	.	6	.	20	.	.
<i>Euonymus europaeus</i>	.	.	25	5	4	20	2	.	10	8	4
<i>Cornus sanguinea</i>	.	.	.	.	4	7	2	.	.	3	.
<b>CARACTERISTIQUES D'ALLIANCE CARPINION BETULI OBERD. 53</b>											
<i>Stellaria holostea</i>	50	38	50	36	40	47	3 2	38	50	24	54
<i>Rosa arvensis</i>	33	13	25	.	12	20	3 2	25	20	5	8
<i>Potentilla sterilis</i>	.	.	25	.	.	.	3 2	.	10	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	33	13	25	5	8	.	3 2	25	20	.	4
<b>CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES DU FAGION SYLVATICAE (TX. ET DIEM. 36)</b>											
<i>Cardamine heptaphylla</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	13	.	5	4	27	8	13	.	.	21
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ASSOCIATION ET DE VARIANTE</b>											
<i>Holcus mollis</i>	83	38	25	50	24	7	10 1	63	40	26	25
<i>Pteridium aquilinum</i>	17	13	.	55	24	7	10 1	13	10	5	21
<i>Deschampsia flexuosa</i>	17	.	.	36	24	13	10 2	13	.	3	29
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	25	.	.	12	33	8	.	20	3	29
<i>Silene dioica</i>	.	25	100	5	12	7	5	.	60	.	17
<i>Deschampsia coespitosa</i>	33	.	25	5	8	.	8	.	30	.	13
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	.	5	.	.	6	.	.	3	.
<i>Croce lutetiana</i>	.	.	.	5	.	7	8	.	.	3	4
<i>Stellaria nemorum</i>	.	13	.	.	.	7	7	.	10	.	4

	POO CHAIXII-FAGETUM			ENDYMIO-FAGETUM			Groupes d'espèces	PCF		EF	
	A	B	C	A	B	C		mes	frais	mes	frais
<b>CARACTERISTIQUES D'ORDRE (FAGETATIA SYLVATICAE PAWL. 26)</b>											
<i>Polygonatum multiflorum</i>	50	13	50	32	48	27	3 2	13	50	16	54
<i>Milium effusum</i>	50	75	75	23	52	53	8	50	80	13	75
<i>Lamium galabdolon</i>	33	.	.	.	.	7	3 2	25	.	.	4
<i>Dryopteris filix-mas</i>	17	38	25	5	24	60	3 2	25	30	5	33
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	33	25	25	9	28	53	3 2	38	20	3	29
<i>Paris quadrifida</i>	.	.	25	5	12	27	5	.	10	.	29
<i>Primula elatior</i>	33	.	50	.	.	13	5	13	30	.	4
<i>Galium odoratum</i>	.	13	.	5	28	40	3 1	13	.	13	38
<i>Melica uniflora</i>	17	13	25	5	16	40	3 1	13	20	8	33
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	.	13	2	.	.	.	8
<i>Polystichum setiferum</i>	.	13	25	.	.	.	3 2	.	20	.	.
<b>CARACTERISTIQUES DE CLASSE (QUERCO-FAGETEA BR. BL. ET VLJEG. 37)</b>											
<i>Hedera helix</i>	100	75	100	45	60	53	3 2	75	100	58	42
<i>Corylus avellana</i>	.	13	25	32	48	73	4	13	10	37	50
<i>Poa nemoralis</i>	.	13	.	9	12	13	3 2	13	.	3	13
<i>Anemone nemorosa</i>	33	13	.	18	16	13	4	38	.	3	21
<i>Moshringia trinervis</i>	.	13	.	14	16	7	9	.	10	3	13
<i>Carex sylvatica</i>	33	.	.	5	12	7	3 2	13	10	.	8
<i>Vicia sepium</i>	.	.	75	.	4	20	3 2	.	30	3	4
<i>Brechypodium sylvaticum</i>	.	13	.	.	.	7	2	.	10	.	4
<i>Crataegus laevigata</i>	.	13	.	.	8	7	3 2	13	.	.	4
<b>ESPECES D'OURLETS ET DE COUPES</b>											
<i>Galeopsis tetrahit</i>	17	13	50	9	12	13	4	13	30	.	13
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	25	5	4	27	5	.	10	5	13
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	50	.	.	7	6	.	20	.	4
<i>Geum urbanum</i>	17	.	25	5	.	.	5	13	10	3	.
<b>COMPAGNES</b>											
<i>Solidago virgaurea</i>	33	25	50	27	28	20	4	13	50	.	38
<i>Viburnum opulus</i>	17	13	25	.	8	13	3 2	.	30	.	17
<i>Stachys betonica</i>	50	.	.	.	.	.	4	13	20	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	50	25	50	14	16	20	4	38	40	11	4
<b>BRYOPHYTES</b>											
<i>Thuidium tamariscinum</i>	17	25	50	.	4	13	4	13	40	3	4
<i>Eurhynchium striatum</i>	83	75	100	41	28	47	3 1	75	90	11	58
<i>Plagiommium undulatum</i>	.	.	100	.	16	47	6	.	40	5	38
<i>Mnium affine</i>	17	13	.	9	.	13	8	.	20	.	8
<i>Rhytidelphus triquetrus</i>	50	25	25	14	8	27	4	25	40	13	4
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	.	.	7	4	.	.	.	4
<i>Rhytidelphus loreus</i>	.	.	.	9	12	20	10 1	.	.	5	21
<b>Sous-association</b>											
A Holcetosum											
B Typicum											
C Polystichetosum / Mercurialetosum											

**Tab. XII : Tableau phytosociologique des forêts neutroclines très fraîches à mésohygrophiles du Morvan**

	A	B	
<b>ARBRES</b>			
<i>Quercus robur</i>	78	100	81
<i>Quercus petraea</i>	44	33	43
<i>Betula pendula</i>	33	.	29
<i>Populus tremula</i>	22	.	19
<i>Fraxinus excelsior</i>	17	.	14
<i>Carpinus betulus</i>	17	.	14
<i>Acer campestre</i>	6	.	5
<b>ARBUSTES</b>			
<i>Carpinus betulus</i>	94	100	95
<i>Populus tremula</i>	22	.	19
<i>Betula pendula</i>	11	.	10
<i>Frangula alnus</i>	6	.	10
<i>Fagus sylvatica</i>	11	.	10
<b>CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES D'ASSOCIATION</b>			
<i>Deschampsia coespitosa</i>	56	33	52
<i>Poa chaixii</i>	28	.	29
<i>Endymion non-scriptum</i>	6	33	10
<i>Luzula maxima</i>	22	.	24
<i>Holcus mollis</i>	11	.	10
<i>Circea lutetiana</i>	11	.	10
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE LONICERO-CARPINENION RAMEAU 80</b>			
<i>Rubus pl.</i>	100	100	100
<i>Lonicera periclymenum</i>	56	.	57
<i>Polytrichum formosum</i>	33	33	52
<i>Dryopteris carthusiana</i>	11	.	43
<i>Atrichum undulatum</i>	28	.	38
<i>Oxalis acetosella</i>	11	.	10
<b>DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE DAPHNO-CARPINENION RAMEAU 80</b>			
<i>Cornus sanguinea</i>	6	.	10
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	6	.	5
<i>Ligustrum vulgare</i>	6	.	5
<b>CARACTERISTIQUES D'ALLIANCE CARPINION BETULI OBERD. 53</b>			
<i>Rosa arvensis</i>	28	.	33
<i>Stellaria holostea</i>	11	.	14
<i>Prunus avium</i>	6	33	10
<i>Festuca heterophylla</i>	6	.	10
<b>CARACTERISTIQUES D'ORDRE (FAGETATLIA SYLVATICAE PAWL. 28)</b>			
<i>Milium effusum</i>	17	33	24
<i>Lamiastrum galeobdolon</i>	17	.	19
<i>Dryopteris filix-mas</i>	11	.	19
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6	.	10
<b>CARACTERISTIQUES DE CLASSE (QUERCO-FAGETEA BR. BL. ET VLIEG. 37)</b>			
<i>Hedera helix</i>	89	100	90
<i>Convallaria majalis</i>	44	.	38
<i>Corylus avellana</i>	33	33	33
<i>Carex sylvatica</i>	22	.	24
<i>Crataegus laevigata</i>	17	.	19
<i>Poa nemoralis</i>	11	.	14
<i>Viola sylvestris</i>	6	.	10
<b>COMPAGNES</b>			
<i>Juncus conglomeratus</i>	11	.	10
<i>Crataegus monogyna</i>	17	.	29
<i>Viburnum opulus</i>	11	.	19
<b>BRYOPHYTES</b>			
<i>Eurhynchium striatum</i>	44	33	57
<i>Thuidium tamariscinum</i>	17	.	29
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	22	.	29
<i>Plagiomnium undulatum</i>	6	.	14



La représentation des combinaisons dendrologiques dominantes (**cercle externe**) est basée sur la proportion d'essences de chaque groupe dynamique qui dominent dans chacun des syntaxons.

Cette image illustre la contradiction avec la nomenclature syntaxonomique actuelle qui utilise *Carpinus betulus* comme essence caractéristique alors que son statut ne lui permet pas de jouer un rôle déterminant dans la structuration du couvert même si sa fréquence est élevée. *Carpinus betulus* traduit, pour partie, les choix sylvicoles, mais aussi les qualités trophiques du milieu.

On peut reprocher à ce choix le fait de transgresser les lois de la syntaxonomie en décrivant deux *Fagetum* de l'étage collinéen, relevant des *Quercetalia robori-petraeae*. Mais certains auteurs ont déjà emprunté cette voie. DURIN (1967) a défini l'*Endymio-Fagetum* dans l'ouest de la France. Toutes les deux appartiennent à l'Alliance du *Carpinion betuli* Oberd. 53.

L'isolement de deux associations caractérisées par une flore mésohygrophile où le Chêne pédonculé domine est justifié par le fait que l'effectif des stations dominées par cette essence est relativement important. On remarque que cette classification est proche de celle adoptée pour les autres grandes unités du synsystème (Chênaies pédonculées acidiphiles, chênaies pédonculées des sols calcaires).

Le problème le plus important posé par un raisonnement s'appuyant sur des connaissances dynamiques est celui de créer des associations pour lesquelles l'essence dominante est absente des relevés. En effet, il existe des individus du *Fagetum* sans Hêtre et de même pour le *Quercetum roboris*. Nous nous sommes autorisé ce raisonnement parce que nous avons comparé des stations où l'espèce était installée naturellement avec celles où elle est absente sur le plan floristique, d'une part, et, d'autre part, parce que notre méthode offrait la possibilité de vérifier de façon assez approfondie les caractères stationnels notamment édaphiques.

On peut également se poser le problème de la transition entre les différentes unités en arguant du fait que certains traitements ont uniformisé les peuplements sur une même unité topographique et que les potentialités biologiques réelles sont de ce fait masquées. Sur ce point, nous avons validé notre raisonnement en analysant dans le maximum des cas les relations avec les peuplements jouxtant les parcelles de statut incertain. Cette vérification reste à perfectionner car dans l'ensemble des travaux consultés, aucun élément méthodologique suffisant ne permet d'aborder le déterminisme historique qui échappe à la méthode des transects.

### 5.2.3- Les forêts de Châtaignier

Références : **Tab. XIV**, tableau phytoécologique; **annexe F**, tableaux de relevés.

#### \* Composition floristique (Tab. XIV)

L'analyse floristique des forêts de Châtaignier doit se positionner différemment de celles des autres ensembles. En effet, la présence de cette essence commune en Morvan est due à son introduction ancienne. Les forêts visitées constituent donc des sylvo-faciès où, à la composition dendrologique spontanée, a été substituée un peuplement de Châtaignier plus ou moins pur.

Il est donc vain de rechercher une signification écologique exacte à la présence de cette essence qui a été installée sur des stations très diverses. Par ailleurs, il est possible que les travaux sylvicoles aient apporté une modification de la composition des strates inférieures de la végétation.

L'analyse statistique a positionné clairement les groupements à Châtaignier en situation intermédiaire sur le gradient trophique, en raison de la coexistence dans le tapis herbacé d'espèces acidiphiles et neutrophiles dans des proportions modifiées par comparaison avec celles des autres

groupements. L'étude de la flore des stations à *Castanea sativa* (recouvrant dans la strate arborescente) nous permet d'examiner plus précisément la composition floristique de ces forêts.

Le tableau de relevés (ANNEXE F, n=24) montre que le nombre d'espèces par station est supérieur à ce qui a été noté dans le *Quercion robori-petraeae*. 36 taxons ont une fréquence qui dépasse 12%. Les plus fréquents appartiennent aux groupes acidophile (*Rubus pl.*, 96 %; *Lonicera periclymenum*, 46 %), acidiphile (*Pteridium aquilinum*, 67 %; *Holcus mollis*, 38 %, *Deschampsia flexuosa*, 38 %) et neutrocline (*Hedera helix*, 38 %). Parmi les ligneux *Quercus petraea* (54 %) et *Fagus sylvatica* (42 %) accompagnent *Castanea sativa*. En strate arbustive, on note une bonne représentation d'espèces indifférentes ou à très large amplitude (*Crataegus monogyna*, 42 %; *Corylus avellana*, 29 %; *Ilex aquifolium*, 29 %).

L'étude des groupes d'espèces indicatrices fait apparaître quatre unités :

UNITE FLORISTIQUE	Nombre de relevés
acidiphile	7
acidiphile "modéré"	8
mésacidiphile,	4
acidicline à neutroacidicline.,	5

Les parcelles où le recouvrement arborescent est total comportent un cortège floristique acidicline à neutroacidicline.

#### \* Sylvofaciès et aspects dynamiques

Dans les stations à Châtaignier, la richesse spécifique diminue lorsque le couvert de certains arbres augmente ou bien en présence d'une strate luxuriante de Ronces. Malgré la taille réduite de l'échantillon, on est en mesure de distinguer que les ronces dominent très fortement dans les peuplements purs de Châtaignier et que dans ces mêmes parcelles les herbacées se raréfient. Sous les peuplements mixtes, *Rubus pl.* existe en taches moins denses.

Deux interprétations de la dynamique du sous-bois sont possibles. On peut penser que *Castanea sativa* modifie le cortège floristique herbacé avec sa litière épaisse à décomposition lente ou bien que les différentes étapes de l'aménagement des parcelles ont provoqué de profondes modifications du milieu, colonisé alors par une flore assez semblable à celle des milieux perturbés. Les espèces parvenant à s'installer en premier influence le développement de la flore potentielle. C'est le cas de *Rubus pl.* qui semble "réduire" le tapis herbacé à son recouvrement minimum, en particulier dans les stations les moins acides où, à son optimum, elle est très agressive.

#### \* Synsystématique

Dans le cas des châtaigneraies, le raisonnement phytosociologique doit se priver de l'analyse de la composition dendrologique puisque l'essence dominante n'est pas spontanée. C'est seulement à l'aide du cortège floristique qu'il est possible d'entrer dans la classification.

Un tableau synthétique a été construit pour tenter de situer dans la classification préétablie les groupements à Châtaignier. On distingue assez nettement deux ensembles dominés soit par des espèces acidiphiles parmi lesquelles se situent les différentielles du *Quercion robori-petraeae*, soit par des taxons neutroclines du *Carpinion betuli*. Nous pensons que les relevés peuvent se ranger dans les deux alliances reconnues.

Tab. XIV : Tableau phytocécologique des forêts de Châtaignier du Morvan

	ACIDIPHILE		NEUTROCLINE	
	A	B	C	D
<b>ARBRES</b>				
<i>Castanea sativa</i>	100	100	100	100
<i>Carpinus betulus</i>	.	87	100	80
<i>Quercus petraea</i>	33	78	25	40
<i>Fagus sylvatica</i>	50	33	50	40
<i>Prunus avium</i>	.	22	50	.
<i>Betula pendula</i>	17	11	.	20
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	11	.	40
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	11	25	.
<b>ARBUSTES</b>				
<i>Castanea sativa</i>	33	44	25	20
<i>Castanea sativa</i>	67	67	.	20
<i>Quercus petraea</i>	17	22	.	20
<i>Quercus robur</i>	.	11	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	11	.	20
<i>Crataegus monogyna</i>	.	67	75	20
<i>Ilex aquifolium</i>	33	33	25	20
<i>Corylus avellana</i>	.	44	50	20
<i>Sorothamnus scoparius</i>	.	33	25	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	17	22	25	.
<i>Prunus spinosa</i>	.	22	25	.
<b>HERBACEES</b>				
<b>Neutroclines</b>				
<i>Hedera helix</i>	.	33	100	40
<i>Poa nemoralis</i>	.	33	.	.
<i>Potentilla sterilis</i>	.	33	.	.
<i>Lamium album</i>	.	11	25	20
<i>Senecio nemorosus</i>	.	11	50	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	11	.	20
<i>Stellaria holostea</i>	.	11	.	20
<i>Viola sylvatica</i>	.	11	.	20
<i>Rosa arvensis</i>	.	11	25	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	40
<i>Galium odoratum</i>	.	.	25	20
<b>Acidiphiles</b>				
<i>Pteridium aquilinum</i>	100	44	100	.
<i>Holcus mollis</i>	.	100	25	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	67	33	25	.
<i>Tournefortia scorodonia</i>	.	78	.	.
<i>Digitalis purpurea</i>	17	22	25	.
<b>Acidoclines</b>				
<i>Rubus pl.</i>	83	100	100	100
<i>Lonicera periclymenum</i>	33	67	50	20
<i>Molinia caerulea</i>	17	22	25	.
<i>Galium aparine</i>	.	11	25	.
<i>Epilobium montanum</i>	.	11	.	20
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	40
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	25	20
<b>Neutroclines</b>				
<i>Galium aparine</i>	.	44	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	.	33	.	.
<i>Hieracium murorum</i>	.	22	.	.
<i>Valeriana officinalis</i>	.	22	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	11	50	.
<i>Geum urbanum</i>	.	.	50	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	25	20
<b>Strate muscinale</b>				
<i>Polytrichum formosum</i>	33	33	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	33	22	25	.
<i>Eurhynchium striatum</i>	.	11	25	20
<i>Trichum undulatum</i>	.	11	.	20

UNITE FLORISTIQUE  
A Acidiphile  
B Acidiphile "modéré"  
C Mésoacidiphile  
D Acidocline à neutrocline

Dans le cas des syntaxons acidiphiles, on reproduit la même analyse que pour les Hêtraie-chênaies. Il existe une partie des forêts qui comportent encore une faible proportion de taxons du *Quercion* où l'on peut identifier la sous-association *Carpinetosum* (B), alors qu'un deuxième groupe en est totalement dépourvu, ce qui correspond au syntaxon typique (A).

Dans les groupements apparentés au *Carpinion betuli*, un raisonnement similaire conduit à discerner des relevés où l'on a présence ou absence de taxons acidiphiles à côté des différentielles d'alliance. Dans le premier cas, nous reconnaissons la sous-association *Holcetosum* (C) de l'*Endymio-Fagetum* alors que dans le deuxième, il s'agit de l'*E.-F.* typique (D).

On remarquera que tous ces syntaxons possèdent un déterminisme trophique. La majorité des sols décrits sont classés parmi les sols bruns acides ou colluviaux, sains. Ceux-ci semblent par ailleurs modifiés dans leur partie supérieure qui est très fréquemment humifère. On peut trouver là l'explication au fait que nous n'ayons pas identifié de changements floristiques dus à des modifications du niveau hydrique.

### 5.3. Forêts montagnardes

Références: **Tab. XV**, tableau phytocéologique; **Tab. XVI et XVII**, tableaux phytosociologiques.

#### \* Composition floristique (Tab. XV)

La description des forêts montagnardes se trouve limitée par le fait que la couverture feuillue du Haut-Morvan a considérablement diminué. Dans de nombreuses parcelles, ont été introduites des essences résineuses de remplacement (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*).

Nous avons à traiter dans cette partie :

- des forêts de l'étage collinéen, situées dans le Haut Morvan collinéen à une altitude avoisinant 600m, dont les caractères stationnels (versants en pente forte exposés au Nord) et les données floristiques se rapprochent des groupements montagnards et non du *Quercion robori-petraeae*,
- des forêts incluses dans ce que nous avons défini comme l'aire du Haut Morvan montagnard, réparties en versant Nord-est à Nord-ouest et sur certains sommets atteignant des altitudes proches de 700m,
- les hêtraies des sommets à plus de 750 m d'altitude.

Ces groupements se composent de trois unités floristiques :

- a / **Unité acidiphile-type**, exclusivement peuplée d'acidiphiles de moder et de quelques acidiclinales, pauvre en espèces;
- b / **Unité acidiphile "modéré" à mésoacidiphile**; ont été rassemblés dans cette unité complexe, les groupements à acidiphiles dominantes, accompagnés d'acidiclinales et de neutroclinales à large amplitude;
- c / **Unité acidiclinaire**; les acidiphiles y sont absentes; le tapis herbacé est constitué exclusivement de neutroclinales à large amplitude et d'acidiclinales.

Tab. XV : Tableau phytocologique des Hêtraies montagnardes

		A	B	C			A	B	C
<b>ARBRES</b>									
Fagus sylvatica	A	91	91	88	<b>ACIDICLINES DE MULL OLIGOTROPHE</b>				
	a	91	64	88	Oxalis acetosella	9	27	38	
	h	9	9	.	Moehringia trinervia	9	.	13	
Acer pseudoplatanus	A	.	36	63	<b>ESPECES A TRES LARGE AMPLITUDE</b>				
	a	.	27	50	Solidago virgaurea	18	9	25	
	h	.	9	25	Hypnum cup. cupressiforme	9	27	25	
Quercus petraea	A	.	18	.	Convallaria majalis	9	.	.	
Fraxinus excelsior	.	.	.	38	Pseudoscleropodium purum	9	.	.	
					Polypodium vulgare	9	.	.	
<b>ARBUSTES</b>									
Ilex aquifolium		55	18	75	Anemone nemorosa	.	9	13	
Sorbus aria		27	.	13	Eurhynchium striatum	.	.	60	
Frangula alnus		9	.	.	<b>NEUTRONITROCLINES ET NEUTRONITROPHILES</b>				
Malus sylvestris		9	.	.	Silene dioica	.	.	13	
Sorbus torminalis		9	.	.	Geranium robertianum	.	.	13	
Salix caprea		.	9	.	Heracleum sphondylium	.	.	13	
Betula verrucosa		.	9	.	Mycelis muralis	.	9	.	
Sambucus racemosa		.	18	26	Stachys sylvatica	.	.	13	
Carpinus betulus		.	9	25	Urtica dioica	.	.	13	
Sorbus aucuparia		.	.	13	<b>HYGROSCIAPHILES</b>				
Corylus avellana		.	.	38	Lysimachia nemorum	.	9	.	
					Stellaria nemorum	.	.	25	
<b>ACIDIPHILES DE MODER</b>									
Deschampsia flexuosa		100	73	.					
Dicranum scoparium		27	9	.					
Melampyrum pratense		9	.	.					
Carex pillulifera		9	.	.					
Teucrium scorodonia		9	.	.					
Blechnum spicant		.	9	.					
<b>ACIDIPHILE A LARGE AMPLITUDE</b>									
Polytrichum formosum		36	27	.					
Rhytiadelphus loreus		27	36	25					
Pteridium aquilinum		18	27	.					
Galium hercynicum		9	9	.					
Hieracium sabaudum		9	.	.					
<b>ACIDIPHILE DE DYSMODER</b>									
Vaccinium myrtillus		9	.	.					
<b>NEUTROCLINES A LARGE AMPLITUDE</b>									
Lamium galeobdolon		.	46	63					
Dryopteris filix-mas		.	46	63					
Polygonatum multiflorum		18	46	50					
Galium odoratum		.	36	50					
Senecio nem. fuchsii		.	27	50					
Hedera helix		.	18	38					
Stellaria holostea		9	.	13					
Euphorbia amygdaloides		.	18	13					
Viola reichenbachiana		.	9	13					
Narcissus pseudo-narcissus		.	.	13					
Rhytiadelphus triquetrus		.	9	.					
Cicerbita plumieri		9	.	.					
<b>ACIDICLINES DE MULL MESOTROPHE</b>									
Milium effusum		.	64	88					
Dryopteris dilatata		36	36	63					
Galeopsis tetrahit		.	27	25					
Endymion non-scriptum		.	.	13					
Luzula pilosa		.	9	.					
hygroclines									
Rubus pl.		18	64	75					
Athyrium filix-femina		27	46	50					
Dryopteris carthusiana		36	27	38					
Circaea lutetiana		.	.	13					

UNITE FLORISTIQUE

- A Acidiphile à très acidiphile
- B Acidiphile "modéré" à mésoacidiphile
- C Acidicline à neutrocline

En dehors des groupements forestiers, nous avons aussi observé la végétation des coupes, des interbandes de plantations et des lisières. La flore de ces formations apportent quelques informations complémentaires. C'est notamment à leur niveau qu'apparaissent les rares éléments montagnards qui ont servi aux auteurs pour établir une partie de la classification (*Prenanthes purpurea*, *Cicerbita plumieri*). Mais il reste impossible de préciser l'autécologie de ces taxons, donc leur statut dans les gradients écologiques. Néanmoins sur le plan dynamique, nous intégrons dans la définition des groupements tous les stades dynamiques qui conduisent à la phase optimale. On peut donc considérer que les espèces relevées sont une preuve de l'appartenance des forêts traitées dans cette partie à l'étage montagnard.

\* Sylvofaciès et aspects dynamiques (Tab. XVI et XVII).

Les forêts montagnardes du Morvan sont des futaies pures de Hêtre. De façon plus marginale, existent des sylvofaciès à Hêtre dominant accompagnés de *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus* et *Fraxinus excelsior*. Le sous-bois reste partout très pauvre en espèces; la strate arbustive est clairsemée (*Ilex aquifolium*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aria*).

L'image la plus typique est celle d'une hêtraie très pauvre en espèces herbacées qui ne sont représentées que par quelques pieds très épars, qu'il s'agisse d'une communauté acidiphile ou acidocline.

Quelques parcelles montrent cependant une couverture herbacée tendant à se développer. Ceci nous semble essentiellement correspondre à une réponse à l'éclaircissement supplémentaire apporté par d'éventuelles trouées ou par des déboisements réalisés en limite de parcelle (cas de la hêtraie de la Forêt de St-Prix). Le cortège dendrologique de l'unité acidocline s'enrichit avec *Acer pseudoplatanus* (déjà présent parmi les forêts mésoacidiphiles), *Fraxinus excelsior*.

Cette approche est limitée en raison de la faiblesse de l'échantillon. On rattachera aux éléments relatifs à la signification de la présence des orophytes, l'argument classique fourni par l'existence d'une sylvogénèse sans Chêne dans tous ces massifs d'altitude.

\* Synsystématique (Tab. XVI et XVII)

Deux synthèses permettent d'aborder la classification des forêts que nous avons recensées au début de cette partie. BUGNON et al. (1985), dans la notice détaillée des feuilles de végétation au 1/200.000ème DIJON et AUTUN, rangent les hêtraies dans :

- la série collinéenne du Hêtre, une hêtraie à *Deschampsia flexuosa*, où le Chêne sessile se raréfie sans doute en raison des choix sylvoicoles (Alliance du *Quercion robori-petraeae*).
- une série du collinéen supérieur comprenant deux niveaux trophiques; les auteurs ont reconnu une hêtraie "mésotrophe" (\*) à *Milium effusum*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, dont la faible représentation des éléments floristiques montagnards justifie de les rapprocher de la hêtraie mésotrophe collinéenne; une hêtraie acidiphile à *Deschampsia flexuosa*, *Sambucus racemosa* proche de l'Alliance collinéenne du *Quercion robori-petraeae*, relevant du *Fagion sylvaticae*;
- une série montagnarde inférieure représentée par une hêtraie acidiphile à *Deschampsia flexuosa*, *Prenanthes purpurea*, *Vaccinium myrtillus* distribuée sur les parties culminales du massif, qui relève du *Fagion sylvaticae*.

---

\* Dans notre propos, nous préférons réserver les qualificatifs "eutrophe, mésotrophe, oligotrophe" comme épithète des noms désignant des unités physiques plutôt que des groupements floristiques.

RAMEAU (1985) aborde la description des mêmes unités sous un angle un peu différent tout en aboutissant à un nombre équivalent de groupements. Il identifie aussi un sylvofaciès à Hêtre appartenant au *Fago-Quercetum petraeae*, à l'étage collinéen, qui est un produit du traitement sylvicole mais met à part, dans cette aire de distribution, les hêtraies en situation de versant nord à pente assez forte, qu'il préfère rattacher aux ensembles montagnards. L'argument retenu consiste à observer qu'il existe une similitude entre les conditions stationnelles des versants nord à basse altitude (600 à 650 m) et celles des parties culminales. Ces secteurs du Morvan collinéen correspondraient à une extension de l'étage montagnard. Et ces forêts s'apparenteraient aux hêtraies montagnardes qui sont de deux types selon la nature de leur cortège floristique :

- une hêtraie acidiphile à *Deschampsia flexuosa* et *Ilex aquifolium*, classiquement reconnue, à laquelle s'apparentent les individus trouvés à plus basse altitude au Nord du massif;
- une hêtraie acidicline à *Milium effusum* qui possède une composition floristique bien différente de la première, dominée par les espèces neutroclines. L'auteur identifie là une association relevant du *Fagion sylvaticae*, le *Milio-Fagetum* Frehner 63. Nous avons repris les relevés de cette association dans notre tableau (Tab. XVII, relevés R1 à R12).

Nos observations effectuées dans les mêmes secteurs nous amènent à formuler un ensemble de remarques au sujet des descriptions des auteurs précités. En effet, aucune de ces vues ne représente la totalité de nos observations sur le terrain. Nous allons examiner les apports de notre échantillonnage à la connaissance de ces forêts.

#### \* Hêtraies acidiphiles

Pour les hêtraies acidiphiles, la nature de la composition floristique et les aspects dynamiques déjà bien connus se voient directement confirmés par notre étude. En revanche, la syntaxonomie est restée jusqu'à présent assez mal définie. Deux points essentiels prêtent à discussion :

- la faiblesse du contingent de taxons montagnards nous incite à rechercher si ce constat se vérifie dans des massifs comparables sur le plan écologique;
- l'analyse de la répartition des espèces et des groupements devrait permettre de clarifier le statut phytosociologique.

Nous avons effectué en Massif Central sur le plateau de l'Artense(\*) - région choisie en vue d'y trouver des conditions stationnelles similaires à celles rencontrées dans notre zone d'étude - des points de relevé situés à une altitude de 900 à 1000m. Le tableau phytosociologique indique une composition floristique assez proche de celle des groupements du Morvan :

- des caractéristiques des *Fagetalia sylvaticae* (Hêtraies montagnardes) dont l'effectif est dominant par rapport à celui des taxons des *Quercetalia robori-petraeae*;
- des différentielles de l'alliance du *Fagion sylvaticae*, peu nombreuses, bien que plus présentes en Massif Central;
- des différentielles de sous-alliance ne rapprochant pas de façon certaine notre association du *Luzulo-Fagenion*.

Cette composition floristique nous écarte du *Luzulo niveae-Fagetum*, association à caractère neutrophile, à l'image de l'une de ses espèces caractéristiques, *Luzula nivea*, que la forte acidité élimine, ainsi que le montre BAUDIERE (1974) dans les monts de l'Espinouze.

---

(\*) Petite région granitique située au sud du massif du Sancy, s'étendant de part et d'autre de la limite entre les départements du Puy de Dôme et du Cantal

S'agit-il d'une forme appauvrie d'un groupement montagnard ? Dans cette même région, nous avons pu aussi vérifier la distribution de certains taxons comme *Prenanthes purpurea*, *Cicerbita plumieri*. Or ces espèces présentées comme caractéristiques, en Morvan, de la hêtraie acidiphile sont peu fréquentes dans des forêts offrant des conditions stationnelles identiques. Seuls quelques taxons non relevés en Morvan apparaissent comme *Maianthemum bifolium*. D'autres recherches, dans les descriptions de BILLY (1988) ne nous donnent pas d'information supplémentaire en raison du choix, de la part de cet auteur, de former des groupes d'espèces très hétérogènes sur le plan de l'autécologie des espèces.

Un point commun entre les deux ensembles de relevés réside dans la nuance atlantique affirmée par la fréquence du Houx (avec des recouvrements parfois importants), caractère déjà mentionné pour les forêts du *Quercion* souvent contiguës. Malgré l'appartenance des éléments floristiques les plus fréquents au cortège atlantique, ces forêts avaient été rattachées au *Luzulo-Fagenion* regroupant les associations du domaine médio-européen.

La pauvreté en espèces n'offre la possibilité d'utiliser que deux espèces comme caractéristiques dont l'une exprime plutôt un niveau trophique (*Deschampsia flexuosa*) et l'autre d'avantage un déterminisme d'ordre chorologique (*Ilex aquifolium*). Le comportement ubiquiste de la Canche dans tout le domaine acidiphile nous incite à choisir le Houx comme caractéristique d'association et d'identifier ainsi un *Ilici-Fagetum*, en précisant toutefois que celui-ci appartient au *Fagion sylvaticae* et non au *Quercion robori-petraeae* (étage collinéen) comme l'association décrite par DURIN dans l'ouest de la France (1967). Enfin, le rangement de cette association peut se faire parmi les sous-associations du *Fagion* acidiphiles dont le déterminisme est chorologique :

- *Luzulo albidiae-Fagenion*, pour les hêtraies du domaine médio-européen;
- *Luzulo niveae-Fagenion*, au sud de la France;
- *Ilici-Fagenion* pour les montagnes atlantiques.

Notons toutefois qu'il subsiste un problème de cohérence avec la classification des associations du *Quercion* dont nous avons relevé, pour certaines, le caractère atlantique, mais conservé la distinction de syntaxons à déterminisme trophique.

En conclusion, nous pensons que la Hêtraie acidiphile du Morvan telle qu'elle est caractérisée dans nos relevés (Tab. XV et XVI) s'identifie à celle de massifs montagnards situés dans les mêmes conditions de montagnes soumises à des influences atlantiques. Il reste à vérifier l'extension de ces observations à l'ensemble du Massif Central.

#### \* Hêtraies neutroclines

Dans la construction de BUGNON et al., nous retenons la mise en évidence d'un passage continu des forêts du *Quercion robori-petraeae* à celles du *Fagion sylvaticae* montrant une intrication des différents milieux. Nous remarquons aussi que les auteurs s'appuient sur un groupe de relevés effectués en altitude pour décrire les hêtraies "mésotrophes" du collinéen supérieur (Mont Prénéley).

Avec l'analyse de RAMEAU, il n'existe pas de divergence sur le plan phytogéographique, mais cet auteur classe la majeure partie des hêtraies pures dans l'étage montagnard. Il inclut dans ces descriptions un nombre d'individus situés à basse altitude à la fois pour les forêts acidiphiles et acidiphiles. Sans donner davantage de précisions, cet auteur pense que la hêtraie montagnarde acidiphile "correspond très certainement à une forme appauvrie de celle du Massif Central à rattacher au *Luzulo niveae-Fagetum*", alors que le *Milio-Fagetum* relève de l'*Asperulo-Fagenion*.

Tab. XVI : Tableau des hêtraies montagnardes acidiphiles

NUMERO DE RELEVÉ	MORVAN											ILICI-FAGETUM nov. ass.										MASSIF CENTRAL - ARTENSE									
	122	123	128	129	175	206	321	345	120	207	208	1007	1002	1011	1004	1003	1001	1012	1009	1010	1008	1013									
SITUATION TOPOGRAPHIQUE	VER	VER	HVE	OM	OM	HVE	HVE	HVE	VER	OM	VERS	SOM	HVER	HVER	VERS	SOM	BVER	HVER	SOM	AUTR	HVER	HVER									
ALTITUDE	725	765	785	820	855	805	730	830	770	795	775	815	910	880	1170	1190	1180	810	930	930	805	840									
PENTE	21	27	21	0	0	3	25	9	16	0	12	0	12	25	20	0	15	15	0	0	12	20									
EXPOSITION	E	NE	W	NU	NU	NU	NW	S	NW	NU	NE	NU	SW	N	E	NU	NU	N	NU	NU	E	S									
ARBRES RECOUVREMENT	100	100	100	100	100	100	80	100	100	90	90	100	90	80	100	95	95	100	90	80	95	90									
NOMBRE D'ESPECES	5	6	6	5	8	3	3	11	7	16	12	Moy. 7	7	14	12	8	14	12	4	9	12	7	12	Moy. 10							
ARBRES	Morvan Fréq.%																						M. C. Fréq.								
Fagus sylvatica	A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	91	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	82								
Abies alba planté	a	3	2	2	2	4	3	2	3	3	3	91	3	3	2	3	2	3	2	3	+	2	2	91							
Quercus petraea	A	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	18	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
Quercus robur	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	18							
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	18							
ARBUSTES	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
Sorbus aria	A + a	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	9							
Frangula alnus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Makus sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE : ILICI-FAGENION ET CARACTERISTIQUE D'ASSOCIATION	Ilx aquifolium																														
	.	.	+	1	.	+	+	+	+	.	.	55	3	.	.	.	.	.	2	1	1	4	45								
DIFFERENTIELLES DE SOUS-ALLIANCE : LUZULO-FAGENION	Luzula maxima																														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
DIFFERENTIELLES D'ALLIANCE : FAGION SYLVATICAE	Dryopteris dilatata																														
	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Rhytidadelphus loreus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
Hieracium sabaudum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Cicorbita plumieri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
Pranthes purpurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
Rhytidadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	18							
Hylacomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
Senecio nem. fuchsii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	36							
Gymnocarpium dryopteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
CARACTERISTIQUES ET DIFFERENTIELLES DE CLASSE (QUERCO-FAGETEA) ET D'ORDRE (FAGETALIA SYLVATICAE)	Oxalis acetosella																														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Moehringia trinervis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
Corylus avellana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	9							
Galium odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	36							
Hieracium murorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
Calamagrostis arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
CARACTERISTIQUES DES QUERCETALIA ROBORI-PETRAEAE	Deschampsia flexuosa																														
	2	4	2	5	5	5	+	4	2	5	4	100	3	4	5	2	1	+	.	4	5	4	1	91							
Polytrichum formosum	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36	2	.	1	+	.	.	.	.	+	.	2	45							
Pteridium aquilinum	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	18	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	36							
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	27							
Galium hercynicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	18							
Teucrium scorodonia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	18							
Melampyrum pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	27							
Carex pilulifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
Sorbus torminalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
Holcus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	9							
Maianthemum bifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	27							
Calcuna vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	27							
ACIDICLINES	Athyrium filix-femina																														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18							
Rubus pl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	18							
Lonicera periclymenum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	9							
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
NEUTROCLINES	Solidago virgaurea																														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Stellaria holostea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0							
Lamiestrum galeobdolon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
Euphorbia hyberna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
ACIDIPHILES	Dicranum scoparium																														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	2	27						
Polypodium vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	27							
Hypnum cup. cupressiforme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
Pseudocleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27							
Silene nutans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9							
TYPE DE SUBSTRAT	SC	TVOI	TVO	TVO	FM	TVO	TVOIAUT	TUF	TVO	TVOL	GRAN	TVOL	GRAN	AUTR	TVOL	TVOL	AUTR	GRAN	AUTR	GRAN	GRAN										
TYPE D'HUMUS	OD	OD	MO	OD	YS	MO	MAC	OD	YS	MO	ODE	MODE	MODE	MMO	MMO	MMO	MMO	DYSM	DYSM	MODE	MODE	MACI									
TYPE DE SOL	BOC	BOC	BAN	BOC	BOC	BAN	CACI	BOC	BOC	BACI	BACI	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR	AUTR									
SYLVOFACIES	FUS	FUS	TVIE	TVIE	FUS	TSF	TVIE	FUR	FUS	TVIE	TVIE	FUSO	FUSO	FUSO	FUSO	FUSO	FUSO	FUSO	FUSO	TVIE	FUSO	TVIE									
NUMERO DE RELEVÉ	122	123	128	129	175	206	321	345	120	207	208	1007	1002	1011	1004	1003	1001	1012	1009	1010	1008	1013									

Tab. XVII : Tableau des hêtraies montagnardes acidiclinales

MILIO-FAGETUM FREHNER 63																				
Typicum										Deschampsietosum										
NUMERO DE RELEVÉ	R3	183	126	R1	R2	R6	R5	1260		R12	R9	124	321	320	R13	R8	R10	344	R7	319
Situation topographique	-	SOMA	BVER	-	-	-	-	BVER	-	-	HVER	HVER	SOMA	-	-	-	SOMA	-	HVER	
Altitude	770	726	725	820	750	760	770	720	770	800	830	730	743	760	810	820	835	720	730	
Pente	30	0	2	10	-	10	20	2	-	15	2	25	0	5	35	5	4	2	14	
Exposition	N	NU	NU	NU	-	W	N	E	-	N	SE	NW	NU	E	OSO	O	SW	NNO	SE	
Arbres recouvrement	-	100	100	-	-	-	-	80	-	-	100	90	100	-	-	-	90	-	60	
Nombre d'espèces	13	8	9	11	15	27	19	10	13	12	12	4	5	16	12	12	11	19	8	12
Arbres																				
Fagus sylvatica	A	5	5	5	4	4	4	3	-	5	5	5	5	5	4	4	4	4	2	89
		1	+	2	2	1	1	-	+	+	+	1	3	-	-	1	-	1	1	74
Acer pseudoplatanus	A	+	-	1	-	1	2	2	-	1	-	-	-	-	+	-	-	2	-	5
		-	-	-	+	1	1	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	1	-	37
		-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Fraxinus excelsior	A	-	-	-	-	+	+	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
		-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Sorbus aucuparia	s	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Quercus petraea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Sorbus aria	A	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	5
Carpinus betulus	s	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Salix caprea	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	5
ARBUSTES																				
d.r. Ilex aquifolium	-	1	2	2	-	1	1	-	+	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	42
Sambucus racemosa	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	21
Corylus avellana	-	-	-	-	-	+	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
DIFFERENTIELLES D'ASSOCIATION																				
Milium effusum	-	2	1	1	3	3	2	1	-	2	3	2	-	-	2	2	3	2	-	74
Dryopteris filix-mas	-	+	-	-	1	1	+	+	-	+	+	-	-	-	1	+	+	-	-	53
Athyrium filix-femina	-	+	-	-	-	-	+	+	1	-	+	1	-	-	+	+	+	-	-	47
Galium odoratum	-	-	-	-	1	1	2	+	-	2	-	-	-	-	1	1	3	-	-	42
Oxalis acetosella	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	2	32
DIFFERENTIELLE D'ALLIANCE : FAGION SYLVATICAE																				
Dryopteris dilatata	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	1	-	-	-	-	-	1	1	47
CARACTERISTIQUES D'ORDRE : FAGETALIA SYLVATICAE																				
Lamium galeobdolon	-	1	-	-	+	+	1	2	-	-	-	1	-	-	1	2	-	+	+	53
Polygonatum multiflorum	-	-	+	1	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	47
Euphorbia amygdaloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	16
Viola reichenbachiana	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	11
CARACTERISTIQUES DE CLASSE : QUERCO-FAGETEA																				
Hedera helix	-	-	-	-	1	1	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	26
Moehringia trinervia	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
ESPECES ACIDICLINES																				
Dryopteris carthusiana	-	+	+	1	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	32
Luzula pilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	5
ESPECES ACIDIPHILES																				
Deschampsia flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	+	+	-	+	+	3	+	42
Pteridium aquilinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	16
Blechnum spicant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
Galium hercynicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	5
ESPECES MESOHYGROPHILES																				
Stellaria nemorum	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Stachys sylvatica	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Circaea lutetiana	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Silene dioica	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Lysimachia nemorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
ESPECES DES EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII																				
Senecio fuchsii	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
AUTRES ESPECES																				
Rubus pl.	-	-	+	1	+	+	+	4	-	-	1	-	-	+	+	+	3	+	5	68
Solidago virgaurea	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	16
Heracleum sphondylium	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Stellaria holostea	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Endymion non-scriptum	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Anemone nemorosa	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	11
Narcissus pseudo-narcissus	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
BRYOPHYTES																				
Hypnum cupressiforme	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	+	-	-	-	26
Eurhynchium striatum	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Rhytidelaphus loreus	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	1	-	-	-	-	-	+	-	2	32
Polytrichum formosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	16
TYPE DE SUBSTRAT																				
	-	MGRA	TVOL	-	-	-	-	TVOI	-	-	TVOA	TVOI	TVOI	-	-	-	-	AUTR	-	TVOI
TYPE D'HUMUS																				
	-	MACI	MACI	-	-	-	-	MACI	-	-	MMOD	MACI	MMOD	-	-	-	-	MMOD	-	MACI
TYPE DE SOL																				
	-	CACI	CACI	-	-	-	-	CACI	-	-	BAND	CACI	RANK	-	-	-	-	BACI	-	CACI
SYLVOFACIES																				
	-	FUSO	TSF	-	-	-	-	TSF	-	-	FUSO	TVIE	TVIE	-	-	-	-	FUSO	-	TAIL
NUMERO DE RELEVÉ	R3	183	126	R1	R2	R6	R5	1260	R12	R9	124	320	321	R13	R8	R10	344	R7	319	

Notre échantillonnage dans le *Milio-Fagetum* apporte des compléments à la description de RAMEAU (1985, op. cit.). Il valide les observations en ce qui concerne les aspects floristiques et oblige à réétudier la distribution de ces forêts qui ne restent pas cantonnées dans les bas de versants, mais occupent les sommets arrondis et replats sommitaux (Forêts d'Anost, Mont Prénéley), ce qui confère à cette association une signification plus large que celle accordée par RAMEAU sur le plan écologique, ainsi que nous le montrerons dans l'étude des caractères stationnels.

Afin de mieux resituer les groupements acidiclins dans notre région, nous avons utilisé de la même comparaison extérieure que précédemment. A l'évidence, hormis les variations du cortège floristique d'ordre chorologique, nous avons constaté une plus grande richesse floristique des forêts acidiclins du Massif Central. Les taxons montagnards sont bien représentés (*Prenanthes purpurea*, *Cicerbita plumieri*). Or ce sont des individus très pauvres qui caractérisent les unités trophiques acidiclins morvandelles. Les taxons alticoles n'y sont pas plus abondants que dans les forêts acidiphiles.

Nous pouvons donc être d'accord avec l'idée admise que la faiblesse des groupements de l'étage montagnard inférieur est due à l'isolement du massif par rapport aux reliefs occupés par une flore d'orophytes plus riche, conjugué à une dégradation et à une diminution importante de la surface qu'occupaient ces forêts anciennement.

Néanmoins nous pensons que la vision phytosociologique a quelque peu faussé l'analyse de l'autécologie des espèces. Les taxons cités comme caractéristiques de la Hêtraie à *Deschampsia flexuosa* n'y figurent que rarement et possèdent une amplitude écologique qui ne facilite pas la comparaison avec les groupements d'autres régions. Le facteur hydrique offre à certaines espèces la possibilité de se répandre dans les forêts montagnardes. C'est le cas de *Dryopteris dilatata*, s'accommodant parfaitement de l'ambiance méso et pédoclimatique de la hêtraie et dont la fréquence justifie pleinement le statut de différentielle d'altitude.

## **B - Les forêts humides et marécageuses**

### **1 - Aspects méthodologiques**

Les forêts humides ou marécageuses constituent un échantillon de 50 relevés. Elles ont été analysées selon la même méthode que les autres unités. Nous ne reviendrons pas sur les différentes étapes afin d'écourter le propos méthodologique.

### **2 - Résultats - Interprétations**

Lors de l'analyse des fichiers partiels, nous avons remarqué une assez forte liaison entre les deux premiers axes factoriels. Malgré un nombre d'espèces plus élevé en général dans les relevés pratiqués dans les zones humides, il semble que la disposition du nuage obtenu soit similaire à celle de la 1ère partie. Là encore, une lecture "progressive" des figures de projections nous a montré que le deuxième axe (F 2) traduisait un gradient de la richesse en espèces des relevés. L'axe F 1 propose une distinction du niveau trophique et isole d'un côté, les groupes d'espèces du bas marais acide et, de l'autre, les groupes d'espèces plus exigeantes sur le plan trophique, inféodées au milieu riverain ou aux levées alluvionnaires.

En résumé, les unités reconnues sont:

- les forêts riveraines, sur des sols bien alimentés en eau, mais non marécageux;
- les forêts marécageuses, des zones engorgées en permanence.

## 2.1. Autoécologie des espèces sylvatiques des milieux marécageux

Des profils écologiques dressés pour la variable "humus" précisent le comportement de certains taxons toujours par référence à ce qui était connu régionalement (BUGNON et ROYER 75, op. cit.).

L'échelle utilisée par ces deux auteurs est différente de celle des zones saines. C'est le sol qui est pris en compte, et non plus la forme d'humus. Dans notre étude, nous nous sommes attaché à décrire la couche hologranique et la partie superficielle de l'horizon organo-minéral, sur une profondeur plus ou moins constante dans notre échantillon à cause de la présence de l'eau. Nous présentons en **annexe B** le comportement des espèces représentatives, en fonction des types d'humus non aérés rencontrés.

Cette étude permet de compléter le tableau dressé à l'issue de l'étape 1 (Annexe C).

## 2.2 Les unités reconnues

Références : **tableau XVIII**, tableau phytoécologique.

### **2.2.1. les forêts riveraines**

Elles sont individualisées nettement par l'analyse à cause d'un cortège floristique bien caractérisé par des espèces des sols mésotrophes très frais à humides, mais non marécageux. Nous ne reprendrons pas leur description conforme à la synthèse publiée par RAMEAU et ESTRADÉ (1978).

### **2.2.2. les forêts marécageuses**

Nous avons abordé la caractérisation des forêts marécageuses à l'aide des groupes écologiques d'espèces. L'analyse phytosociologique n'a pu être menée car nous manquons personnellement de données de références extérieures à la région. Le **tableau XVIII** donne une vue synthétique des unités distinguées dans les stations marécageuses.

L'unité A, la plus acidiphile, correspond aux boulaies-aulnaies à Sphaignes occupant les stations les plus acides. Sont distinguées classiquement deux formes selon leur distribution altitudinale :

- une boulaie à Sphaignes, à l'étage collinéen, la mieux représentée;
- une boulaie pubescente-aulnaie à Sphaignes et *Lycopodium annotinum*, localisée dans le Haut Morvan montagnard.

Cette association possède un caractère atlantique affirmé par la présence de *Betula pubescens* et *Carex laevigata*. Dans quelques rares localités, on relève aussi la présence de *Lycopodium annotinum* en peuplement, conférant ainsi un caractère montagnard au cortège floristique.

DOING et KRAFT (1957) ont défini ce type de groupement comme un *Sphagno-Alnetum*, syntaxon à déterminisme édaphique, puisque les caractéristiques choisies sont inféodées aux zones marécageuses et acides (Sphaignes). Ce choix ne rend pas compte des aspects phytogéographiques importants à prendre en compte dans notre région. C'est pourquoi, il semble plus satisfaisant de désigner une association régionale du *Carici laevigatae-Alnetum* (ALLORGE 22) SCHWICKERATH 27, que nous trouvons représentée en Morvan par une sous-association acidiphile à *Sphagnum*.

L'unité C rassemble des relevés à flore dominée par les taxons mésohygrophiles indiquant des conditions stationnelles relativement plus saines que dans le cas précédent (meilleur drainage avec nappe active en profondeur), accompagnée de neutroclines et de neutroclines attestant d'un niveau trophique supérieur. Cet ensemble correspond aux forêts riveraines à Aulne et Frêne où

l'on a reconnu plusieurs groupements assez bien typés mais apparaissant souvent en mosaïque sur le terrain.

L'étude détaillée est effectuée dans le catalogue des types de stations forestières (vol. 2, annexe, unité 4000).

Nous nous attarderons sur l'unité B, qui n'a pas encore été décrite en Morvan. Il s'agit d'une aulnaie marécageuse, dont le sous-bois possède un strate arbustive assez dense à base de Saules et de Sorbier des Oiseleurs. Le trait le plus marquant est l'existence d'une strate basse totalement recouvrante à Ronces. N'émergent de ce tapis continu que les touffes nombreuses de Fougères (*Dryopteris dilatata*, *Dryopteris carthusiana*, *Athyrium filix-femina*).

Les herbacées, très concurrencées pour la lumière, restent disséminées. Cette aulnaie se distingue des autres forêts par un cortège floristique typiquement acidophile, c'est-à-dire exprimant un niveau trophique du sol supérieur à celui des aulnaies-boulaies à Molinie ou Sphaignes.

Les discontinuités de la strate arborescente, la quantité importante de mort-bois nous font penser davantage à un faciès forestier issu de dégradation, les ronces ayant répondu à un afflux de lumière au niveau des trouées. Néanmoins, il reste que le niveau trophique du sol nous permet de distinguer ces stations de toutes les autres. Les parcelles visitées étaient toutes situées au niveau des collecteurs amont des bassins versants, occupées par de faibles écoulements. Il est vraisemblable que ces zones colluvionnées reçoivent les eaux de ruissellement des versants environnants. Enfin, par rapport aux forêts humides sur sols plus riches, auxquelles elles pourraient être assimilées, on remarque une différence importante au niveau du sol, très engorgé une grande partie de l'année, avec forte accumulation de matière organique à la surface (Gley superficiel à Anmoor). Il est intéressant de constater des similitudes floristiques entre ce groupement et celui que nous avons décrit dans la châtaigneraie, où nous avons déjà remarqué l'agressivité de *Rubus pl.*.

Pour ce type de groupement, il serait nécessaire de travailler sur un échantillon plus important de stations afin d'étudier les aspects dynamiques. Il est possible de rechercher à situer sur le plan syntaxonomique cette dernière association en employant une terminologie reposant sur les deux caractéristiques marquant très fortement le paysage. Mais nous pensons que le *Rubo-Alnetum* ass. prov. du Morvan doit être comparé à certaines forêts très semblables rencontrées par exemple dans les Vosges lorraines (PIGUET, 1987; GEGOUT, 1989).

Tab. XVIII : Tableau phytocécologique des forêts marécageuses

	A	B	C
<b>GR. 11 MESOHYGROPHILES</b>			
Acidiphile			
Juncus acutiflorus	45	.	.
Acidiphile à large amplitude			
Alnus glutinosa A	38	100	90
Alnus glutinosa a	18	.	50
Neutroclines à acidiclinae			
Poa trivialis	55	.	.
Juncus effusus	27	9	30
Cirsium palustre	18	9	30
Phalaris arundinacea	18	.	.
Carex pendula	9	27	30
Ranunculus aconitifolius	9	.	40
Carex echinata	9	9	.
Geum rivale	.	.	10
Scirpus sylvaticus	.	.	10
Doronicum austriacum	.	.	20
Lychnis flos-cuculi	.	.	20
Prunus padus	.	.	20
Poa trivialis	.	.	40
Phalaris arundinacea	.	.	50
Filipendula ulmaria	.	18	80
Carex remota	.	18	.
<b>GR. 13 HYGROPHILES Acidiphiles</b>			
Sphagnum sp.	81	27	10
Betula pubescens	64	27	10
Polytrichum strictum	38	.	.
Salix aurita	27	18	30
Frangula alnus	18	9	10
Polytrichum commune	18	9	.
Betula pubescens	18	.	.
Neutroclines à acidiclinae			
Lysimachia vulgaris	64	55	50
Menyanthes trifoliata	27	.	.
Valeriana officinalis	9	18	30
Galium uliginosum	.	18	.
Dryopteris dilatata	.	55	.
Chrysosplenium oppositifolium	.	9	10
Galium palustre	.	.	40
Iris pseudacorus	.	.	30
Lycopus europaeus	.	.	20
Caltha palustris	.	.	60
<b>GR. 3 NEUTROCLINES</b>			
Salix caprea	27	.	.
Acer pseudoplatanus	9	18	20
Carpinus betulus a	.	9	.
Hedera helix	.	9	.
Senecio fuchsii	.	27	10
Viburnum opulus	.	18	20
Stellaria holostea	.	.	20
Lamiasstrum galeobdolon	.	18	50
<b>GR. 5 NEUTRONITROCLINES</b>			
Paris quadrifolia	9	.	.
Arum maculatum	.	.	10
Geranium robertianum	.	.	10
Geum urbanum	.	.	10
Primula elatior	.	.	10
Ranunculus ficaria	.	.	10
Fraxinus excelsior A	.	18	20
Sambucus racemosa	.	.	20
Cardamine pratensis	.	18	30
Silene dioica	.	.	30
<b>GR. 4 ESPECES A TRES LARGE AMPLITUDE</b>			
Betula pendula	38	27	10
Quercus robur	27	.	.
Thuidium tamariscinum	18	38	10
Dactylorhiza maculata	18	.	10
Fagus sylvatica	18	.	.
Corylus avellana	9	55	30
Polygonum bistorta	9	9	20
Scleropodium purum	9	9	.
Crataegus monogyna	9	.	10
Quercus petraea	.	9	30
Solidago virgaurea	.	.	10
<b>GR. 10.1 ACIDIPHILES A LARGE AMPLITUDE</b>			
Pteridium aquilinum	27	.	.
Polytrichum formosum	27	.	10
Luzula sylvatica	18	18	.
Mnium hornum	18	9	.
Blechnum spicant	18	.	.
Holcus mollis	9	18	.
Hylocomium splendens	.	18	.
<b>GR. 10.2 ACIDIPHILES DE MODER Hydroclines</b>			
Molinia caerulea	91	18	10
Potentilla erecta	38	9	.
Mésophiles			
Sorbus aucuparia	45	73	20
Deschampsia flexuosa	38	.	.
Dicranum scoparium	18	.	.
<b>GR. 10.3 ACIDIPHILES DE DYSMODER</b>			
Vaccinium myrtillus	27	.	.
<b>GR. 8 ACIDICLINES DE MULL MESOTROPHE</b>			
Hydroclines			
Rubus pl.	55	100	70
Athyrium filix-femina	45	91	90
Dryopteris carthusiana	45	82	50
Angelica sylvestris	9	18	70
Deschampsia coespitosa	9	9	20
Lysimachia nemorum	9	18	10
Circaea lutetiana	.	9	40
Populus tremula	.	9	30
Veronica montana	.	.	10
Mésophiles			
Atrichum undulatum	.	.	10
Epilobium montanum	.	9	20
Galeopsis tetrahit	.	.	20
Plagiomnium affine	.	.	40
<b>GR. 9 ACIDICLINES DE MULL OLIGOTROPHE</b>			
Hydrocline			
Oxalis acetosella	.	38	10
Mésophile			
Lonicera periclymenum	45	64	.
<b>GR. 6 HYGRONEUTRONITROCLINES</b>			
Galium sparine	.	.	10
Sambucus nigra	.	9	10
Stachys sylvatica	.	.	10
Urtica dioica	.	.	30
Plagiomnium undulatum	.	27	80
<b>AUTRES ESPECES</b>			
Sorbus aria	9	9	.

## IV - PREMIERE SYNTHESE - ELEMENTS DE DISCUSSION

### A - Aspects méthodologiques

La base méthodologique classique employée pour l'analyse des rapports sol/végétation est très large. Elle oblige à manipuler de nombreux concepts et à maîtriser plusieurs outils pour chacune des étapes à franchir, dans les différentes disciplines abordées.

Malgré de nombreuses applications déjà réalisées (en particulier au Laboratoire de phytoécologie de l'E.N.G.R.E.F.), on peut estimer que cette méthode exige encore des essais et des améliorations aussi bien dans la mise en oeuvre des outils que dans l'exploitation des résultats qu'elle fournit.

Un des buts poursuivis dans notre travail était de construire un enchaînement logique dans les opérations et surtout d'apporter des compléments dans les phases où des choix restaient encore à faire pour optimiser notamment l'exploitation de l'information.

Notre méthode emploie :

- des opérations classiques que nous nous sommes attaché à décrire le plus exactement possible (projection de l'A.F.C., classification hiérarchique ascendante);
- des développements peu ou non encore utilisés, en particulier pour consolider les résultats obtenus avec la méthode classique et bénéficier de descriptions statistiques plus complètes (partition).

Dans notre esprit, l'utilisation de l'outil statistique ne constitue en rien une fin en soi, ni n'apporte une preuve irréfutable venant transformer en arguments définitifs les assertions intuitives des phytoécologues. Il offre certains atouts fondamentaux s'intégrant parfaitement dans la démarche exploratoire de recherche :

- acquisition rapide des bases nécessaires à la structuration des unités du tapis végétal d'une région donnée;
- vérification statistique des diverses classifications déjà réalisées sur le plan régional;
- mise en évidence d'éléments nouveaux découverts sur le terrain et validés statistiquement.

La complexité de la méthode laisse entrevoir de nombreuses possibilités de développement offrant encore un intérêt certain pour une meilleure compréhension des phénomènes biologiques. Cela nécessite que les auteurs consacrent encore quelques pages à décrire le plus précisément les données en entrée, les choix d'analyse effectués et les éléments de base pour leur interprétation. C'est pourquoi plutôt que de considérer ces principes comme acquis, nous avons donné une place importante aux aspects méthodologiques dans notre travail.

Nous pensons avoir travaillé dans le sens d'une amélioration du comportement de l'utilisateur de l'analyse de données. Cette préoccupation est d'actualité et donne lieu à des programmes d'envergure. Nous avons pu prendre connaissance de l'existence d'un nouveau type d'analyses, dans un article intitulé la fin des "a priori" (pour la Science, n° 152, 6/90), dites relationnelles, destinées à compléter l'analyse factorielle des données, mises au point par le C.E.M.A.P. (\*).

---

(\*) Centre IBM de mathématiques appliquées.

## B - Analyse de la végétation morvandelle

Cette méthode nous a permis d'obtenir un premier ensemble de résultats venant confirmer et compléter les connaissances au sujet de la végétation morvandelle sur le plan de l'autoécologie, de la synécologie, de la phytosociologie et de la dynamique.

Sur le plan autoécologique, notre apport ne se situe pas dans une remise en cause fondamentale du comportement des espèces, mais plus modestement, dans la précision donnée aux connaissances régionales. Nous disposons au départ des données publiées par RAMEAU, dans la flore forestière française et d'un travail régional (BUGNON et ROYER, 1978). Ces auteurs ont étudié le comportement des espèces sylvatiques de Bourgogne en fonction de la nature de l'humus, du degré d'humidité des sols, pour chaque domaine bioclimatique (collinéen et montagnard). Ce travail propose une échelle plus réduite que la nôtre en ce qui concerne l'axe acide du gradient trophique. La distinction du mull-moder, type d'humus qui occupe une surface importante en Morvan, est nécessaire si l'on en juge par la présence d'un groupe important d'espèces dont nous pouvons ainsi étendre la répartition en direction du moder : présence sur le mull-moder, signalée par RAMEAU, vérifiée en Morvan, de *Carpinus betulus*, *Lamium galeobdolon*, *Hedera helix*, *Polygonatum multiflorum*... Par ailleurs, nous avons préféré utiliser la définition de dysmoders, cet ensemble désignant en fait des humus à très faible activité biologique mais non nulle (définition du mor selon DUCHAUFOR). L'appellation de lithosol acide, employée par BUGNON, relève à notre avis d'un autre gradient écologique et s'intègre mal à la succession des types d'humus.

Par rapport à la synthèse de RAMEAU, les différents résultats constatés se résument à des modifications somme toute mineures de la composition des groupes floristiques proposés dans la Flore Forestière Française. D'un point de vue plus général, nous avons pu contrôler les groupes d'espèces s'intégrant dans les gradients mis en évidence. Dans le cas des groupes neutrochlorophiles et neutrochlorophiles, nous admettons avoir beaucoup moins bien vérifié le comportement des espèces. Celles-ci possèdent une aire de répartition limitée dans notre région et sont répandues couramment dans les milieux les plus frais qui sont aussi les plus riches en Morvan. Dans ces conditions, il reste difficile pour nous de discerner l'influence de l'humidité de celle de la présence d'azote dans les sols. Il ne nous semble pas possible d'apporter de plus amples précisions sur ces deux groupes d'espèces en nous en tenant à l'étude de leur répartition en Morvan exclusivement.

Avec notre procédé d'analyse, notre intention était aussi de délimiter nos unités floristiques de la manière la plus objective possible. Le procédé employé se montre d'un intérêt non négligeable. Il nous a permis de reconstituer le gradient trophique, d'en rechercher un découpage optimal, en s'appuyant sur la définition des groupes écologiques pour le massif du Morvan. Les tableaux obtenus comportent encore une certaine hétérogénéité floristique. Chacun contient des espèces à faible fréquence, les accidentelles des tableaux des phytosociologues.

Sur le plan floristique, nous pensons avoir fourni un moyen assez fiable pour obtenir une ordination sans "a priori" des relevés. Le **tableau IV** montre qu'il est possible de parvenir à une structuration claire des unités floristiques. La description des unités obtenues s'intègre de façon optimale à l'échelle trophique mise en place. A ce point de notre proposition, nous restons persuadé d'avoir fait reculer les limites de la subjectivité dans le traitement des données, pour reprendre les préoccupations de DE FOUCAULT (84). Le procédé est applicable à différentes situations et le mode opératoire transmissible à tout utilisateur.

L'exploitation approfondie du premier plan factoriel s'est avérée très féconde. Au terme de la première étape méthodologique, nous aurions pu conclure que l'influence parallèle de deux facteurs écologiques retentissait sur la composition floristique des communautés végétales forestières du massif du Morvan. Mais l'étude plus attentive du plan factoriel nous a permis de dépasser ce niveau

de l'analyse où se sont arrêtés la plupart des auteurs déjà cités. Au-delà du résultat mathématique, c'est le fait biologique qui est intéressant. Le rôle de la richesse floristique des relevés eût été difficile à mettre en évidence avec un traitement empirique ou intuitif des relevés (par classement manuel de même).

La mise en évidence de l'influence de la richesse en espèces des relevés nous a certainement été facilitée par la grande homogénéité de la végétation étudiée, homogénéité conjuguée à une richesse moyenne assez faible (nombre d'espèces moyen dans les relevés allant de 3 à 9 dans les groupements acidiphiles, de 6 à 15 dans les groupements neutroclines) comparée à d'autres régions étudiées.

Nous avons recherché des analogies dans d'autres régions. Des travaux sur le Massif des Vosges (PIGUET, 1987; HUBERT, 1986) ou d'autres dans le Massif Central (COQUILLARD ET AL., 1985) proposent des analyses en présence-absence. Au détail de fonctionnement près de l'algorithme d'analyse (\*), les projections que nous avons étudiées présentent régulièrement un axe explicable par la richesse en espèces des relevés. Avec l'utilisation de l'abondance-dominance, les figures de projection sont modifiées en raison de l'importance prise par les espèces dominantes ainsi que nous avons pu l'observer dans la typologie de BRETHERS (1985). Bien que les auteurs n'aient pas exploité cette vue dans la structuration des communautés végétales des régions concernées (Vosges, Massif Central), ce raisonnement pourrait être appliqué pour vérifier si la végétation est animée d'une dynamique sylvigénétique semblable.

C'est un rôle important que joue la richesse en espèces puisqu'elle constitue le deuxième facteur de l'analyse. Pour l'utilisation de cette information, la comparaison avec les résultats de RAMEAU a été très fructueuse. Nos résultats présentent une convergence assez nette avec les vues de l'auteur. Nous pensons que cette première vérification était utile à ses travaux, mais non encore suffisante. En revanche, ceci nous a poussé à étudier l'abondance-dominance des espèces. Cette étape est venue confirmer la première interprétation et nous aider à établir le lien existant entre les différents groupements : ce lien dynamique exprime l'importance du facteur "temps" qui intervient de façon prépondérante dans notre analyse bien que le plan d'échantillonnage ne soit pas opérationnel pour prendre en compte celui-ci. Enfin la caractérisation des unités dynamiques ne diverge pas de celle de RAMEAU. En effet, un deuxième résultat intéressant est fourni par l'analyse avec l'abondance-dominance qui met en évidence des regroupements d'espèces correspondant aux phases sylvigénétiques. Ceci montre qu'à partir d'objets réels, les sylvofaciès résultant de l'activité humaine, il y a possibilité de mettre en évidence des unités abstraites équivalentes aux phases. Il y a dans ce raisonnement l'opportunité d'envisager le concept de phase dynamique dans une acception autre que celle envisagée jusqu'à présent, mais aussi un constat de "robustesse" des schémas dynamiques élaborés.

Cette exploitation des relevés reste cependant critiquable, en ce sens que notre échantillonnage est inopérant pour l'étude des phénomènes évolutifs dans le temps. En effet, il y a un risque de transformer les données recueillies en un échantillon synchronique, d'autant plus que ce que nous appelons unité floristique homogène n'intéresse en fait que le degré d'hygrophilie et les affinités trophiques des espèces. Nous sommes en droit de penser que d'autres paramètres édaphiques interviennent dans le déterminisme des communautés reconnues. Il reste nécessaire de ne pas voir ces phénomènes de manière trop linéaire et impératif de contrôler les facteurs écologiques.

S'il est classique d'estimer que la présence d'une espèce apporte en principe autant d'information que son absence, il reste qu'il existe une part non négligeable de cas, où l'absence d'une espèce laisse au moins autant d'incertitude que sa présence dans la pensée du phytoécologue. Ceci justifie, si besoin était, de cerner au mieux les caractéristiques du milieu.

---

(\*) Il suffit parfois de multiplier les coordonnées par (-1) pour retrouver une disposition du nuage identique à celle de nos résultats

# TROISIEME PARTIE

---

EXPLOITATION DES DONNEES ECOLOGIQUES

## Introduction :

En ce qui concerne la prise en compte des facteurs écologiques dans les recherches de phytécologie, une synthèse des principales publications fait apparaître l'existence d'approches méthodologiques assez diverses.

Les pédologues ont apporté leur contribution à la définition du concept de station forestière. Ils se sont attachés à faire progresser la connaissance de la couverture pédologique, deuxième élément de la définition du **type de station**.

Quelques rares études pédologiques fines ont été orientées dans le but de préciser l'autoécologie des espèces. PENEL (1979) a étudié des chaînes de sols forestiers afin de caractériser les types d'humus à l'aide de plusieurs paramètres chimiques et d'établir les profils écologiques des espèces sylvatiques dans le massif des Vosges. VERGER (1989) a appliqué une méthode similaire à l'étage montagnard alpin en se basant sur l'analyse des communautés végétales. Ces deux auteurs ont essayé de prendre des repères précis dans un continuum pédologique afin de leur relier les unités floristiques définies. Ils ont retenu chacun plusieurs paramètres physico-chimiques et morphologiques. Des observations classiques permettent de souligner en effet les limites d'utilisation du pH qui offre une caractérisation très incomplète du niveau trophique du sol (voir aussi DUCHAUFOR, 1989).

Dans toutes les recherches consacrées au rapport sol/végétation, un pressant besoin de précision dans la description de la couverture pédologique se fait sentir. Les premières typologies forestières utilisaient les données floristiques en tant que révélateurs des conditions de milieu et le choix des échantillons de sol était déterminé d'après la structuration des unités de végétation.

D'autres auteurs ont fait intervenir les descripteurs du milieu dans l'échantillonnage, puis les analyses. BRETHERS (1985) construit des profils écologiques pour caractériser la distribution des espèces en fonction des facteurs stationnels. Certains estiment que seules les données écologiques apportent une information fiable. FRANC (1989) a publié une méthode intéressante pour l'étude finalisée du milieu dans sa typologie des forêts du Massif Central. "Le diagnostic écologique est articulé en deux niveaux :

- un niveau de découpage régional en "secteurs écologiques",
- un niveau de diagnostic ponctuel concernant les matériaux et les sols".

A partir de cette information, il propose de construire trois bilans : un bilan de chaleur, un bilan d'eau, un bilan d'éléments nutritifs. Ces éléments de connaissance du milieu nous semblent effectivement importants à connaître dans l'optique de cerner le fonctionnement d'un écosystème puisqu'ils constituent les facteurs essentiels contrôlant la croissance, non seulement des essences forestières, mais aussi de toutes les autres espèces végétales. Ces principes sembleraient donc tout à fait indiqués dans notre optique de recherche.

Mais l'établissement des bilans préconisés exige un inventaire détaillé de paramètres concernant la roche, le matériau issu de l'altération de celle-ci (épaisseur, texture,...), autant de données qu'il est souvent difficile d'obtenir de façon exhaustive par voie bibliographique et présomptueux de vouloir contrôler en totalité sur le terrain. Nous retiendrons de cette méthode qu'elle fournit une base opérationnelle pour le découpage d'une région en unités d'échantillonnage et peut intervenir en amont des études comme celle que nous avons entreprise.

D'autres tentatives d'intégration des caractères stationnels sont apparues. GEGOUT (1988) complète la méthode des profils à l'aide d'analyses statistiques sur les variables écologiques.

Comment définir une démarche qui doit accroître les connaissances sur les facteurs stationnels au niveau d'une région donnée, ceci en essayant de concilier les impératifs d'un échantillonnage abondant et la nécessaire précision exigée ?

FRANC (1989, op. cit.) fournit aussi une image de ce que pourrait être le résultat. Le choix des paramètres et le degré de précision adopté donnent à penser qu'il peut s'agir d'une grille de décision très complète, venant en aval des typologies, à une échelle s'ajustant davantage à celle imposée par la planification régionale, au côté des études pédopaysagères départementales en cours, par exemple.

Les recherches s'intéressant à la fois à l'étude du sol et de la végétation ont été menées jusqu'à présent à l'aide de méthodes issues plus particulièrement de l'une des deux disciplines phytoécologique ou pédologique :

- PENEL (op. cit.) a conduit l'étude de la végétation en fonction des analyses de sol disponibles à la pédothèque du Centre de Pédologie Biologique et reconstitue ainsi plusieurs séquences topographiques;
- VERGER (op. cit.) a établi son étude pédologique en se basant sur des critères floristiques et synécologiques; c'est après une identification des groupements végétaux qu'il a déterminé les points d'analyse des sols;
- tous ces travaux concernent un échantillon assez important de fosses dont le choix n'a pas été précédé par une reconnaissance large de la couverture des sols telle qu'elle est pratiquée dans notre méthode.

Trois faits essentiels retiennent notre attention car ils nous paraissent limiter les possibilités de parvenir à une meilleure définition des relations sol/végétation :

- tout en proposant de caractériser des compartiments différents de l'écosystème forestier (sol, communauté végétale), ces deux approches reposent sur des bases méthodologiques propres à une seule des deux disciplines abordées, que ce soit pour l'échantillonnage ou l'analyse des résultats;
- ces études ne présentent que de façon limitée la variabilité des unités du fait de la description d'un nombre restreint d'unités;
- elles considèrent le sol comme une entité dont l'image relevée sur le terrain peut se prêter à une interprétation directe selon les principes de la classification de 1967. Ce dernier aspect est constant dans les études de phytoécologie forestière.

C'est pourquoi, nous avons orienté notre essai méthodologique dans les trois directions qui nous semblaient susceptibles d'améliorer la prise en compte des facteurs biotiques et abiotiques :

- il semble intéressant d'aborder l'analyse des communautés végétales et des caractères stationnels selon des méthodes distinctes, propres à chacune des disciplines concernées;

- afin de mieux représenter la variabilité de la couverture pédologique, il est préférable de décrire les sols en tenant compte de la plupart de leurs caractères intrinsèques qui peuvent être décrits sur le terrain; l'unité pédologique pourra ainsi être définie selon la même démarche que la communauté végétale et se prêter à plusieurs types d'abstraction ensuite;
- enfin les études stationnelles forestières offrent un degré de précision intéressant pour mettre à l'épreuve notre méthode; elles exigent cependant un compromis entre précision à requérir dans les observations et efficacité à atteindre dans le cadre du type d'étude entrepris comportant un nombre de points d'échantillonnage élevé.

Ceci nous a conduit à réaliser l'étude des caractères stationnels séparément de celle des unités de végétation afin d'intégrer tous les paramètres descriptifs récoltés sur le terrain et de retarder toute interprétation et classification des unités de la couverture pédologique. Le contexte de cette deuxième partie de notre recherche est un peu différent de celui de la première. En effet, à la suite de notre étude préliminaire réalisée sur la région (SIMONNOT, 1987, op. cit.), nous avons modifié notre prospection sur le terrain afin d'améliorer la précision des données écologiques ((SIMONNOT, 1988, op. cit.). A partir des bases acquises lors de notre première étude, nous avons réalisé une première détermination des types de sols selon la classification de la C.P.C.S.

Au début de ce chapitre, nous reviendrons sur les principes adoptés dans l'échantillonnage. Puis nous argumenterons le choix du traitement et de l'analyse des données en nous appuyant sur les derniers travaux publiés. Enfin, nous donnerons une description complète des unités reconnues en comparant les résultats obtenus avec la classification de 1967 en essayant de voir quels sont les apports pour la connaissance de la couverture pédologique.

## I - METHODE

### A. Information récoltée sur le terrain

#### 1. Sous-sol

Dans la mesure du possible, les types de roches ont été identifiés dans la fosse de reconnaissance sur le terrain ou d'après la collection de références que nous avons rassemblée. Les cartes géologiques sont consultées préalablement à chaque point de relevés. Ce choix a été fait en raison des imprécisions contenues dans les cartes géologiques qui ne sont pas adaptées à notre échelle de travail. Deux problèmes essentiels doivent être traités dans l'adaptation des connaissances géologiques :

- l'imprécision des contours de chaque type de substrat sur les cartes,
- la variété des appellations attribuées pour une même roche rencontrée, selon les auteurs.

Nous avons choisi de ranger les roches par grandes familles, en tenant compte de leur composition chimique et d'établir un tableau de correspondance entre les différentes appellations (**Tab. III, Vol. II**). Nous avons été amené à noter assez fréquemment sur le terrain les changements de faciès de cristallisation, retentissant sur la granulométrie.

## 2. Matériau parental du sol

Dans notre étude, cette appellation désigne le matériau d'origine du sol, éventuellement discordant avec le type de substrat géologique sous-jacent. Cette appellation désigne la couche d'altération superficielle des roches cristallines, lorsque les matériaux sont restés en place, et les formations correspondant à des matériaux déplacés sur les pentes (\*), transportés mécaniquement (par l'eau ou le vent) ou bien résiduels de formations géologiques anciennes déblayées plus ou moins irrégulièrement.

La détermination reste très difficile sur le terrain sans un matériel lourd. Les cartes envisagent très mal ou ne signalent pas les formations superficielles résultant de l'altération des substrats cristallins. Dans l'état actuel des connaissances, au moins sur la région étudiée, il est quasiment impossible de recueillir ces données de manière régulière et constante sur le terrain.

A chaque point de relevé, nous avons creusé une fosse pédologique en essayant d'atteindre la couche d'arène sur les sols les moins profonds et l'horizon de transition sur les sols plus profonds. La profondeur maximale atteinte à la pioche est de 80 cm.

## 3. Pente

Cette variable représente la pente sur la surface inventoriée. Elle a été mesurée à l'instrument. Il s'est avéré intéressant aussi de tenir compte de la forme générale du versant. Nous avons donc effectué une double mesure visant ainsi à donner deux valeurs supplémentaires en mesurant la pente reliant le haut du versant ou bien l'obstacle le plus éloigné servant de ligne d'horizon à la placette d'étude, le bas de versant à cette même placette.

## 4. Positions topographiques

Le transect a été décomposé en une suite de positions topographiques identifiées d'après le modèle topographique (voir fig.6, vol. II annexe). L'exposition est relevée à chaque point.

### B. Echantillon choisi

Afin d'utiliser une information de qualité fiable, nous avons isolé un sous-échantillon de notre fichier global. Ont été sélectionnés 252 relevés qui présentaient les descriptions pédologiques les plus précises.

## II - Analyse de l'information récoltée

### A. Réflexions préliminaires

Le problème fondamental posé par l'étude des sols s'identifie à celui de la caractérisation de la

\* Désignés par le terme de colluvions ou matériaux colluviaux dans la suite.

couverture végétale. Il consiste à créer un découpage représentatif dans un continuum. Une différence importante avec la méthode floristique vient du fait que le pédologue ne peut réaliser ses observations en continu pour mener son analyse.

Un deuxième point essentiel réside dans les concepts développés en Pédologie. Les travaux publiés dans notre domaine à cette date ont tous emprunté les méthodes et définitions élaborées par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (\*).

Sur le terrain, nous avons pu constater, comme de nombreux auteurs, que les unités pédologiques décrites, à notre échelle de travail, présentent le plus fréquemment des caractères intermédiaires par rapport à ceux des types de sols définis par la C.P.C.S. Cette classification reste difficile à utiliser malgré une volonté clairement exprimée de définir un langage, un espace typologique ouvert.

Ceci est dû en particulier à un nombre trop faible de caractères diagnostiques, au principe de rattachement à un cadre finalement assez rigide que constituent les familles de sol et enfin à l'existence de termes mal définis ou ambigus.

## B. Détermination de l'objet fondamental de l'étude stationnelle

Notre premier échantillonnage a été basé sur les concepts de la C.P.C.S. Puis, pour la suite de la campagne de prospection, (SIMONNOT, 1988, op. cit.), le souci de rapporter l'information la plus fiable possible nous a demandé une précision constante dans nos observations.

C'est pourquoi, plutôt que de rechercher une détermination immédiate de la forme d'humus et du type de sol, nous avons préféré nous appliquer à décrire la totalité du profil jusqu'à la transition avec le matériau parental en utilisant :

- des descripteurs opérationnels sur le terrain, macroscopiques, pour chaque horizon (\*\*),
- un choix de variables compatible avec les impératifs d'un échantillonnage important.

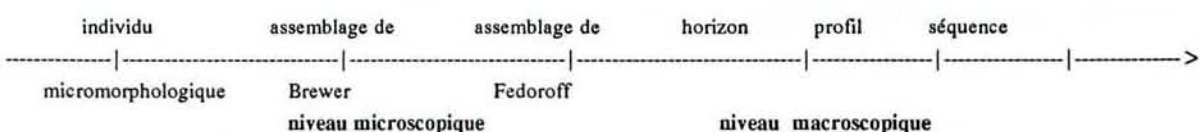
### 1. Principes adoptés

A l'inverse de la majorité des auteurs qui recherchent dans la description du sol à caractériser une ou deux variables pédologiques (forme d'humus et type de sol), nous avons assimilé le sol à un ensemble de variables.

Nous nous sommes proposé de conduire notre méthode de manière similaire à celle employée pour la description des unités de végétation. Ce choix jamais effectué dans le cadre de l'étude des relations sol/végétation s'est vu justifié par le constat de préoccupations proches chez les pédologues. Plusieurs modules du logiciel LOGOS, appelés VLADIMIR et DIMITRI (GIRARD et KING, 1988) fournissent la possibilité d'établir des comparaisons entre les horizons de différents sols. Plusieurs applications ont déjà été mises en oeuvre.

\* Que nous désignons dans la suite par C.P.C.S.; classification des sols, édition de 1967,

\*\* Fédoroff, in Arousseau 76, dresse un diagramme de complexité croissante des horizons pédologiques



Enfin, la publication du **REFERENTIEL PEDOLOGIQUE** (1989, 1990), apporte des éléments très importants pour progresser dans la résolution des problèmes posés ci-avant. Nous donnons ci-après une courte présentation des concepts et principes, extrait de la dernière proposition.

"Le Référentiel Pédologique (R.P.) n'est pas **une classification**. Ses auteurs ont cherché à établir une typologie qui soit à la fois scientifique et pragmatique, précise et souple, et qui ne comporte que **deux catégories** : **les références et les types**, subdivisions d'une référence par adjonction d'un ou plusieurs qualificatifs".

Le R.P. est conçu comme un espace typologique à N dimensions dans lequel sont repérées les références sans souci de hiérarchisation.

Cette typologie tient compte :

- de la morphologie des solums,
- des propriétés de fonctionnement et de comportement,
- des processus pédogénétiques.

Quelques précisions de l'organisation du Référentiel sont utiles pour mieux justifier notre choix méthodologique.

"Les **horizons de référence** constituent la base du système puisqu'ils servent à définir les références. Les références sont définies par des **séquences verticales d'horizons** replacées dans leur pédopaysage".

La **figure 9** illustre la définition des objets et concepts. La **figure 10** lui a été juxtaposée. Elle retrace les étapes du raisonnement adopté dans l'approche floristique (communes aussi aux autres méthodes, phytosociologique en particulier). Nous constatons une convergence nette des réflexions menées dans chaque discipline.

## **2. Traitement de l'information**

### 2.1. Hiérarchisation

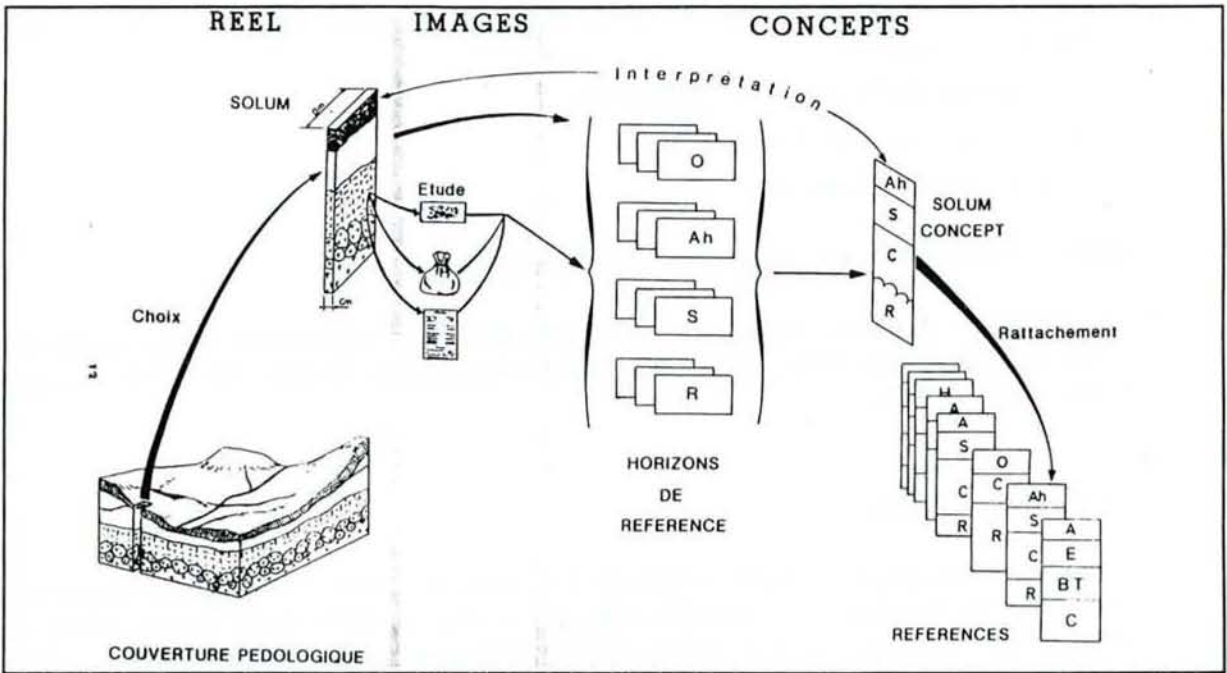
Selon la définition de GIRARD (1983), nous distinguons dans l'étude du sol "des variables caractérisant le contenu du volume de référence (**variables intrinsèques**) et des variables qui contribuent à définir les rapports de la couverture pédologique à la lithologie, aux formes morphologiques, à la végétation, aux modifications anthropiques, etc, ... (**variables extrinsèques**)". C'est en application de cette définition que sera décrite l'information récoltée.

### 2.2. Codage de l'information

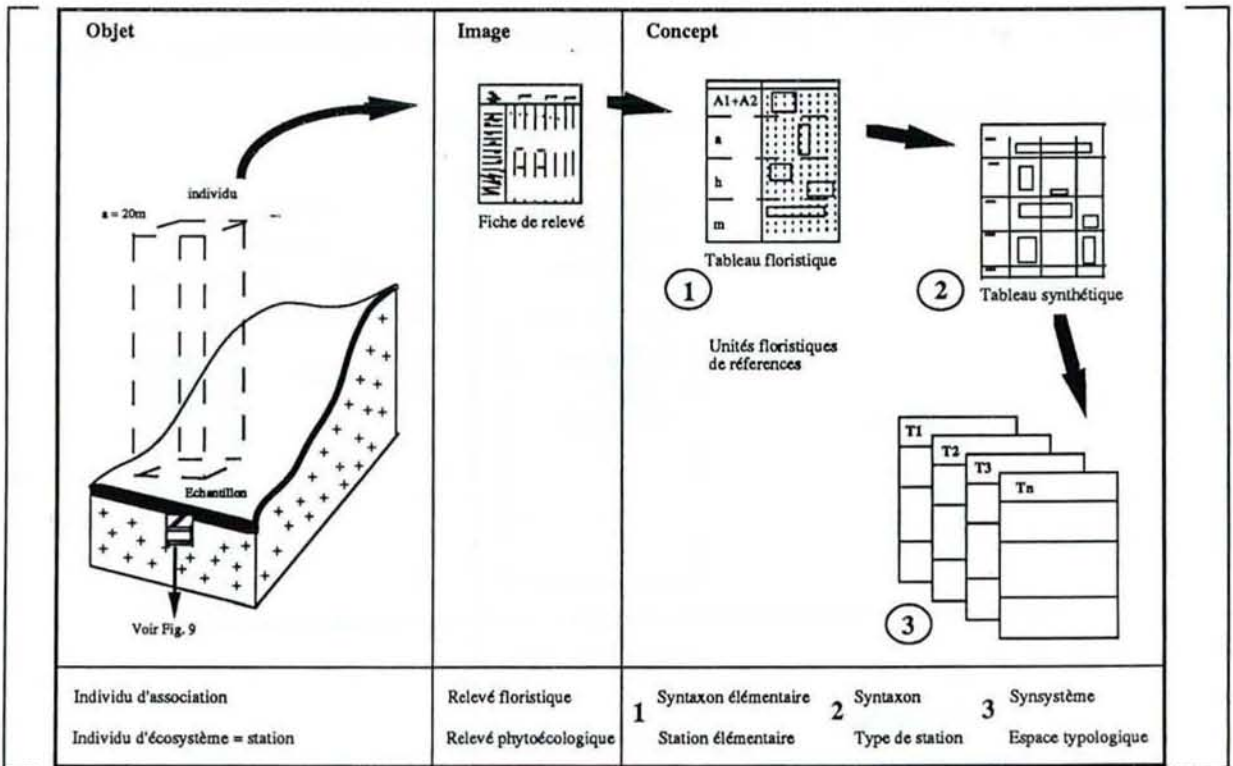
Nous avons évalué, au moyen de fosses de reconnaissance pratiquées au milieu de chaque aire de relevé, l'"état" de 26 variables retenues (voir **tableau XIX**). Cet ensemble comprend deux types de descripteurs concernant :

- la morphologie, la composition et les caractéristiques intrinsèques du sol,
- l'environnement proche et immédiat.

**Figure 9 : le rattachement d'un solum au référentiel (Extrait du R.P.F.).**



**Identification des communautés végétales**



### 2.3. Description des variables utilisées

Le tableau XIX recense les descripteurs choisis et les valeurs correspondant aux différents états des variables qui caractérisent :

- les trois couches de l'horizon holorganique (\*),
- un horizon supérieur hémi-organique (A),
- un horizon inférieur minéral (S).

L'annexe H énumère les modalités de tous les descripteurs.

Cette séquence n'est pas représentative de la totalité des solums mais elle est opérationnelle pour la majorité de l'échantillon traité. Dans l'interprétation des résultats, il sera impératif de compléter la détermination des horizons.

### 2.4. Principe d'analyse

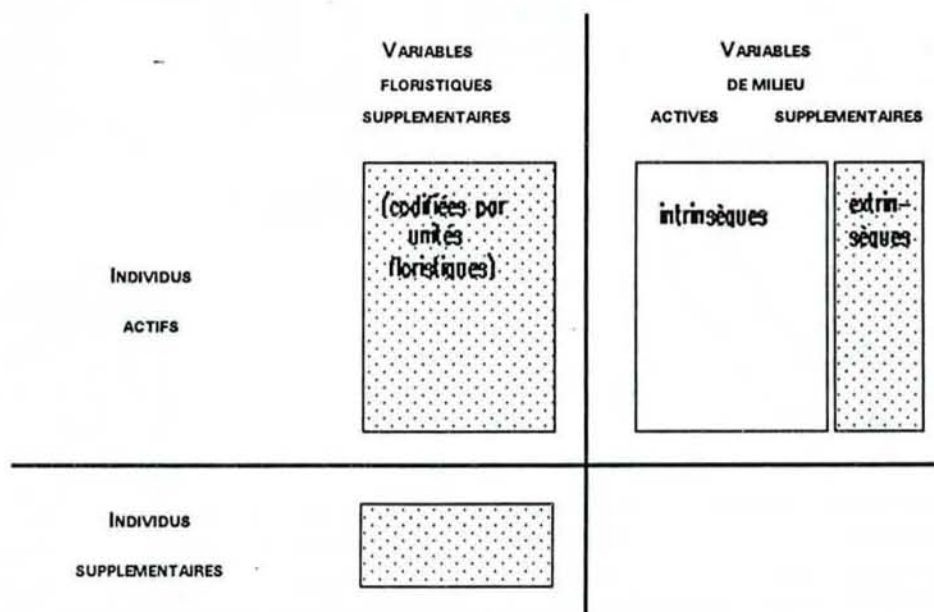
Les variables qualitatives discrètes se prêtent à la mise en oeuvre d'une analyse factorielle des correspondances multiples. Ce traitement classique, prévu au départ, aurait pu être réalisé par le logiciel LOGOS. Mais ce dernier exige une codification précise, définie dans le glossaire STIPA (\*\*), trop éloignée de la nôtre.

Les variables intrinsèques sont des variables actives.

Les variables extrinsèques restent illustratives ou supplémentaires.

Par analogie avec la figure 3, le contenu de la fiche de relevé est représenté ci-dessous (Fig.11)

**Figure 11** : Sélection des variables pour l'approche écologique



\* Cette typologie à été mise en oeuvre d'après les éléments fournis par JABIOL et COLL. 1988).

\*\* S.T.I.P.A. :

**Tableau XIX : Variables écologiques****VARIABLES INTRINSEQUES**

CODE	LIBELLE	NOMBRE DE MODALITES
OL	Epaisseur de la couche L	4
OF	Epaisseur de la couche F	4
OH	Epaisseur de la couche H	4
ACOU	Couleur de l'horizon supérieur	7
ATEX	Texture au doigt de l'horizon supérieur	8
ASTR	Structure de l'horizon supérieur	7
APIE	Pierrosité de l'horizon sup., calibre indifférencié	5
APRO	Epaisseur de l'horizon supérieur	5
BCOU	Couleur de l'horizon inférieur	8
BTEX	Texture au doigt de l'horizon inférieur	8
BSTR	Structure de l'horizon inférieur	7
BPMM	Éléments grossiers de l'horizon inférieur (mm)	5
BPCM	Éléments grossiers de l'horizon inférieur (cm)	5
BPDM	Éléments grossiers de l'horizon inférieur (dcm)	5
BPRO	Epaisseur de l'horizon inférieur	5
BMOR	Morphologie de l'horizon inférieur	5

**VARIABLES EXTRINSEQUES**

CODE	LIBELLE	NOMBRE DE MODALITES
TOPO	Situation topographique du point de relevé	7
PENT	Pente	5
EXPO	Exposition	9
GEOL	Groupes de substrats géologiques	10
SYNT	Unité de végétation issue de la première étape	10
TRAI	Physionomie des parcelles	4
ARBR	Recouvrement des strates arborescentes sup. et inf.	4
ARBU	Recouvrement arbustif	5
HERB	Recouvrement herbacé	5

**VARIABLE INTRINSEQUE DE CONTROLE (supplémentaire)**

CODE	LIBELLE	NOMBRE DE MODALITES
HUMU	Forme d'humus	7

## C. Résultats et interprétation

### 1. Résultats

Le **tableau XX** illustre la prise de données effectuée à l'aide du 2ème sous-ensemble de notre fichier global de départ ( 252 relevés parmi 590).

Il fait apparaître une relative homogénéité dans le nombre de modalités de chaque variable, ce qui limite à un minimum les perturbations engendrées dans le calcul (\*).

L'enchaînement des calculs est identique à celui des étapes précédentes. L'interprétation est réalisée directement à l'aide de la composition des classes issues de la partition et de l'arbre hiérarchique.

### 2. Interprétation

#### 2.1. Caractérisation des classes ( **Tableau XXI** et **annexe G** )

La caractérisation des classes aboutit à la construction de groupes de modalités représentant :

- une ou plusieurs variables intrinsèques,
- une ou plusieurs variables extrinsèques,
- éventuellement, une variable complémentaire de contrôle (forme d'humus).

Le **tableau (annexe G)** fournit la composition des 20 classes obtenues. Le **tableau XXI** constitue une version simplifiée du précédent. Il est épuré des paramètres statistiques et contient les modalités les plus significatives.

La simple juxtaposition des modalités les plus caractéristiques ne suffit pas à identifier une "station élémentaire". Mais elle est utilisable dans le but de comprendre le tri effectué et la structuration des facteurs de milieu.

Une première lecture globale du **tableau XX** montre que les variables les plus discriminantes sont la texture, la structure, la morphologie de l'humus (couche OL, OF, OH), la couleur, la compacité de l'horizon inférieur, la pierrosité et l'épaisseur de l'horizon supérieur.

La comparaison avec l'arbre hiérarchique (**Fig.12**) met en évidence plusieurs ensembles de classes qui sont caractérisées par des modalités assez semblables. Avec cette première vision synthétique, on peut alors tirer un schéma de la structuration pédologique.

---

(\*) Les résultats de l'AFC multiple sont très sensibles au déséquilibre entre les nombres de modalités des variables (ROUX et MONTANA, 1988).

Tableau XX : Bilan du plan d'échantillonnage

MODALITES	!	EFF.	POIDS	HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
<b>6 . COUCHE L</b>				
OL00 -	!	40	40.00	*****
OL01 -	!	156	156.00	*****
OL02 -	!	56	56.00	*****
OL03 -	!	=== VENTILEE ===		
<b>7 . COUCHE F</b>				
OF00 -	!	59	59.00	*****
OF01 -	!	109	109.00	*****
OF02 -	!	75	75.00	*****
OF03 -	!	9	9.00	***
<b>8 . COUCHE H</b>				
OH00 -	!	178	178.00	*****
OH01 -	!	33	33.00	*****
OH02 -	!	29	29.00	*****
OH03 -	!	12	12.00	***
<b>9 . COULEUR HORIZON SUPERIEUR</b>				
ANOI -	!	97	97.00	*****
ABRF -	!	70	70.00	*****
ABRU -	!	24	24.00	*****
ABRC -	!	=== VENTILEE ===		
ABEI -	!	27	27.00	*****
AGRI -	!	34	34.00	*****
<b>10 . TEXTURE HORIZON SUPERIEUR</b>				
ALL -	!	118	118.00	*****
ALLS -	!	50	50.00	*****
ALS -	!	13	13.00	****
ALLA -	!	52	52.00	*****
ALA -	!	=== VENTILEE ===		
ALAS -	!	19	19.00	*****
AA -	!	=== VENTILEE ===		
AS -	!	=== VENTILEE ===		
<b>11 . STRUCTURE HORIZON SUPERIEUR</b>				
AGRU -	!	127	127.00	*****
APAF -	!	70	70.00	*****
APAR -	!	21	21.00	*****
APUL -	!	=== VENTILEE ===		
APOL -	!	28	28.00	*****
APOG -	!	6	6.00	**
AAUT -	!	=== VENTILEE ===		
<b>12 . PIERROSITE HORIZON SUPERIEUR</b>				
AP00 -	!	86	86.00	*****
AP01 -	!	50	50.00	*****
AP02 -	!	73	73.00	*****
AP03 -	!	43	43.00	*****
<b>13 . PROFONDEUR HORIZON SUPERIEUR</b>				
APR1 -	!	47	47.00	*****
APR2 -	!	110	110.00	*****
APR3 -	!	56	56.00	*****
APR4 -	!	19	19.00	*****
APR5 -	!	20	20.00	*****

Tableau XX : Bilan du plan d'échantillonnage

<b>14 . COULEUR HORIZON INFERIEUR</b>				
BNOI -	!	19	19.00	*****
BBRF -	!	42	42.00	*****
BBRU -	!	67	67.00	*****
BBRC -	!	22	22.00	*****
BBEI -	!	50	50.00	*****
BGRI -	!	10	10.00	***
BOCR -	!	27	27.00	*****
BHET -	!	15	15.00	****
<b>15 . TEXTURE HORIZON INFERIEUR</b>				
BLL -	!	82	82.00	*****
BLLS -	!	58	58.00	*****
BLS -	!	13	13.00	****
BLLA -	!	53	53.00	*****
BLA -	!	10	10.00	***
BLAS -	!	30	30.00	*****
BA -	!	6	6.00	**
BS -	!	=== VENTILEE ===		
<b>16 . STRUCTURE HORIZON INFERIEUR</b>				
BGRU -	!	28	28.00	*****
BPAF -	!	103	103.00	*****
BPAR -	!	15	15.00	****
BPUL -	!	22	22.00	*****
BPOL -	!	69	69.00	*****
BPOG -	!	15	15.00	****
<b>17 . PIERROSITE MM HORIZON INFERIEUR</b>				
BPM0 -	!	187	187.00	*****
BPM1 -	!	8	8.00	**
BPM2 -	!	25	25.00	*****
BPM3 -	!	32	32.00	*****
BPM4 -	!	=== VENTILEE ===		
<b>18 . PIERROSITE CM HORIZON INFERIEUR</b>				
BPC0 -	!	58	58.00	*****
BPC1 -	!	42	42.00	*****
BPC2 -	!	72	72.00	*****
BPC3 -	!	80	80.00	*****
BPC4 -	!	=== VENTILEE ===		
<b>19 . PIERROSITE DCM HORIZON INFERIEUR</b>				
BPD0 -	!	170	170.00	*****
BPD1 -	!	32	32.00	*****
BPD2 -	!	20	20.00	*****
BPD3 -	!	18	18.00	*****
BPD4 -	!	12	12.00	***
<b>20 . PROFONDEUR HORIZON INFERIEUR</b>				
PRO1 -	!	10	10.00	***
PRO2 -	!	38	38.00	*****
PRO3 -	!	67	67.00	*****
PRO4 -	!	67	67.00	*****
PRO5 -	!	70	70.00	*****
<b>26 . MORPHOLOGIE HORIZON INFERIEUR</b>				
BHY0 -	!	182	182.00	*****
BHY1 -	!	10	10.00	***
BHY2 -	!	=== VENTILEE ===		
BHYC -	!	22	22.00	*****
BCOM -	!	38	38.00	*****

**Tableau XXI : Modalités écologiques caractéristiques des 20 classes de la partition**

CLASSE	EFFEC.	MODALITES CARAC.	CLASSE	EFFEC.	MODALITES CARAC.
1/20	18	Horizon inférieur limono-sableux, à structure grumeleuse, à pierrosité faible; horizon supérieur à pierrosité nulle, structure grumeleuse, de couleur sombre; sur granite;	11/20	24	Horizon supérieur à texture limoneuse, noir, à structure microgrumeleuse; couche H discontinue; horizon inférieur à texture de limoneuse, sain, brun foncé;
2/20	7	Horizon inférieur durci; horizon supérieur à charge pierreuse faible, couche F faible à moyenne, couche H discontinue;	12/20	27	Horizon supérieur à texture limoneuse, profondeur supérieure à 15cm; horizon inférieur à texture limoneuse, structure microgrumeleuse, charge en éléments grossiers faible, charge graveleuse moyenne, noir; couches L et F discontinues;
3/20	6	Couche F épaisse, recouvrement arbustif inférieur à 20%;	13/20	12	Horizon supérieur à structure microgrumeleuse, à texture limoneuse ; horizon inférieur, épaisseur supérieure à 30 cm, à texture limoneuse; situation de haut de versant
4/20	10	Couche L absente, couche F absente; horizon inférieur à texture limono-argilo-sableuse, brun; horizon supérieur à texture limono-argilo-sableuse,, brun foncé;	14/20	14	Horizon supérieur à texture limoneuse, noir, à charge graveleuse > 50%; horizon supérieur à texture limoneuse, à charge pierreuse importante;
5/20	12	Horizon supérieur à texture limono-argilo-sableuse, à structure polyédrique grossière; horizon inférieur ocre, à texture limono-argilo-sableuse, à structure polyédrique; couche L, d'épaisseur faible à moyenne;	15/20	11	Horizon supérieur de couleur grise, à structure grumeleuse; horizon inférieur de couleur grise, à structure polyédrique; sur substrat sédimentaire silicifié;
6/20	9	Horizon inférieur à texture limono-sableuse; horizon supérieur à texture limono-sableuse;	16/20	7	Horizon inférieur polyédrique grossier, à texture de limons-argileux; horizon supérieur de couleur grise;
7/20	15	Horizon inférieur à couleur non homogène, à charge graveleuse moyenne; couche H moyenne à épaisse; horizon supérieur d'épaisseur inférieure à 3cm; sous futaie régulière de résineux, en position de versant;	17/20	13	Horizon supérieur limono-argileux; couche L et F absentes; Horizon inférieur limono-argileux, faiblement hydromorphe, grumeleux, brun;
8/20	10	Horizon inférieur brun clair, d'épaisseur 20 à 40 cm; horizon supérieur brun, à texture limono-sableuse;	18/20	14	Horizon supérieur à structure polyédrique, limono-argileux, à charge en élts grossiers nulle; Horizon inférieur limono-argileux, à charge en élts grossiers nulle; taillis sous futaie
9/20	16	Horizon supérieur à texture limono-sableuse; horizon inférieur à charge graveleuse moyenne, à texture limono-sableuse, beige; couche L et F discontinues à faibles;	19/20	9	Horizon inférieur compact, beige, limono-argileux, à structure polyédrique; horizon supérieur beige, limono-argileux, à structure polyédrique; sur plateau;
10/20	10	Horizon supérieur à structure polyédrique fine, pierrosité inf. à 50%, profondeur de 10 à 15 cm; horizon inférieur à structure polyédrique fine, à texture sablo-limoneuse; couche F absente; situation de bas de versant;	20/20	6	Horizon supérieur à texture d'argile, compact, à structure polyédrique; horizon inférieur à texture d'argile, beige; sur substrat sédimentaire silicifié;

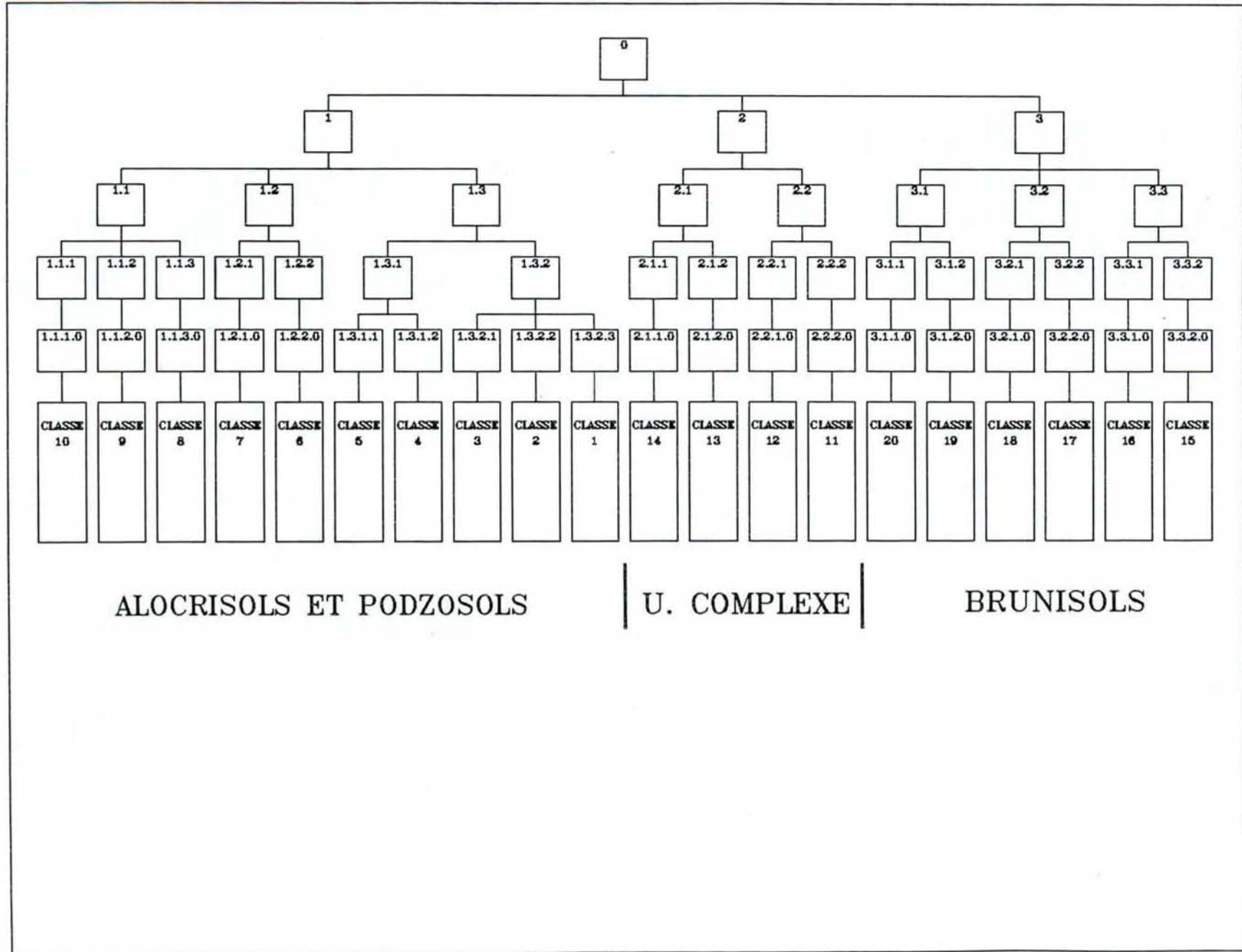


Figure 12 : Schéma de l'arbre hiérarchique