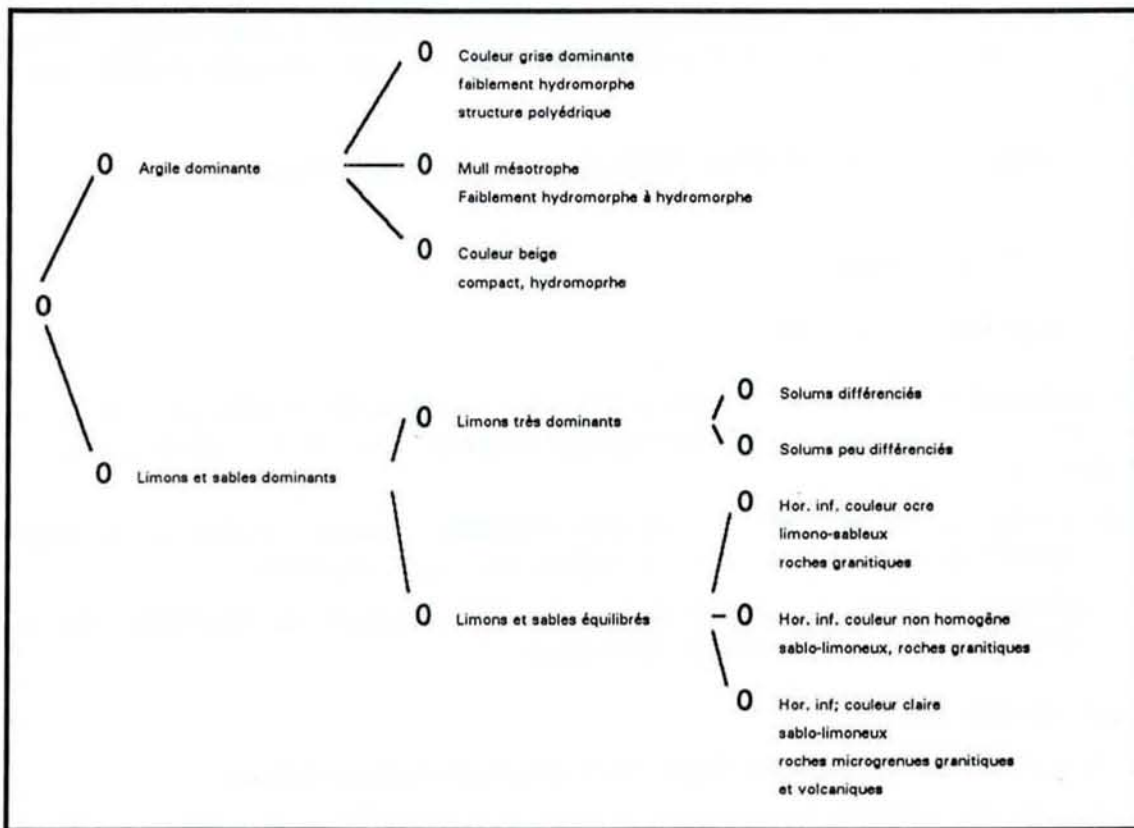


Trois ensembles sortent du tri :

- des sols qui comportent un horizon inférieur à texture limono-sableuse ou sablo-limoneuse, de couleur ocre homogène ou non, issus de roches granitiques à gros grains ou microgrenues ou bien de rhyolites (classes 1 à 10);
- des sols dont la texture (au doigt) semble marquée par une forte proportion de limons sur toute la hauteur du profil, de couleur brun foncé à noir (classes 11 à 14);
- des sols comportant une quantité d'argile assez importante, une structure polyédrique bien exprimée; la couleur est claire et ceux-ci possèdent une morphologie hydromorphe plus ou moins nette (classes 15 à 20).

La figure 13 illustre la structuration obtenue. A ce stade de l'analyse, pour chacun des groupes précédemment énumérés, l'identification des unités de la couverture pédologique est réalisée à partir des indications fournies par l'arbre hiérarchique qui indique le degré de parenté des groupes de stations.

**Figure 13 : Structuration des variables pédologiques**



## 2.2. Les unités de la couverture pédologique du Morvan

### 2.2.1. Mode de caractérisation

Nous analysons, pour chacune des classes de relevés, les histogrammes de fréquence des modalités des variables intrinsèques et extrinsèques. La fréquence relative est calculée pour les variables les plus caractéristiques (d'après le traitement statistique).

#### \* Variables intrinsèques

- Episolum humifère: un graphique étudie la morphologie de la couche holorganique, à l'aide de trois variables désignant les couches OL, OF, OH (épaisseur, continuité).
- Couches organo-minérale et minérale : cinq graphiques sont consacrés à celles-ci; ils superposent les descripteurs de l'horizon supérieur et inférieur (texture, structure, couleur, épaisseur de A et du solum, pierrosité).

#### \* Variables extrinsèques

Chacune des variables est représentée par un graphique.

#### \* Justification du mode de représentation

Un des buts essentiels de la superposition de variables concernant les horizons inférieurs et supérieurs consiste à détecter les éventuelles variations existant au sein du profil non prises en compte directement dans le codage (discontinuités texturales, transition entre horizons, changement de la pierrosité), soit un ensemble de paramètres permettant de juger du degré de différenciation du solum.

Les graphiques à une seule variable viennent en appui pour l'interprétation des premiers.

### 2.2.2. Interprétation

#### \* Identification des solums

L'identification des solums est réalisée à partir des regroupements formés par la Classification Hiérarchique et des modalités écologiques les plus fréquentes. Dans les trois grands groupes isolés, on détermine :

- des **alocrisols** et des **brunisol**s, formant deux ensembles homogènes et dont la structuration est reconnue directement à l'aide de la hiérarchisation des classes concernées;
- un regroupement offrant une structuration complexe qui nécessite une étude plus complète afin d'identifier les unités de la couverture pédologique.

Les solums sont identifiés :

- d'une part, d'après les caractères relevés sur le terrain lors de la prospection
- et, d'autre part, à l'aide de la description de fosses analysées (identificateurs marqués d'une \* dans les tableaux).

Les descriptions des fosses et les résultats d'analyse sont donnés dans le volume annexe.

#### *ALOCRIOLS et PODZOSOLS(Classes 1 à 10)*

Ils représentent 45 % des stations inventoriées.

La détermination des **alocrisols** est effectuée d'après un groupe de caractères morphologiques mis

en évidence dans le tri statistique au niveau de l'**horizon inférieur** :

- structure polyédrique fine subanguleuse et/ou microgrumeleuse,
- couleur non homogène, traduisant avec notre codage l'existence de taches brunes,
- une teinte ocre correspondant aux références R.P.F..

Les données analytiques confirment la détermination d'un horizon inférieur structural aluminique (Sal):

- pH < 5,
- [Al3+] de 2 à 6 me/100g, dépassant souvent la valeur supérieure,
- S/T comprise entre 5 et 30 %, fréquemment inférieure à la valeur minimale.

L'horizon supérieur possède des caractéristiques chimiques assez similaires, en particulier sur le plan de la structure. Son épaisseur est comprise entre 3 et 5 cm.

Pour le recensement des alocrisols, nous nous basons d'abord sur la texture de l'horizon inférieur qui est liée à la nature du matériau parental, puis sur la profondeur du solum et la pierrosité qui ont été examinées pour tenter d'appréhender le volume de sol utile et la réserve hydrique potentielle.

Les variations de ces paramètres traduisent une partie de la variabilité des alocrisols.

Trois niveaux de profondeur sont distingués :

- alocrisols leptiques (profondeur < 40cm),
- alocrisols types (profondeur de 40 à 60 cm),
- alocrisols pachiques (+ de 60 cm).

S'ajoute la présence éventuelle d'un horizon très compact en profondeur qui joue un rôle de facteur limitant pour la prospection des racines.

En ce qui concerne la variabilité des teintes, la valeur de pureté nous permet de déterminer :

- des alocrisols ocreux (pureté > 7),
- des alocrisols bruns (pureté < 6).

Les **alocrisols ocreux** se caractérisent dans nos descriptions par plusieurs traits supplémentaires:

- un horizon supérieur A d'épaisseur faible (3cm),
- une limite de la couche H très progressive, indiquée par une couleur très sombre de l'horizon hémi-organique,
- une couleur grisâtre (Modalité GRI de notre codage) signalant une légère décoloration de la base de celui-ci souvent accompagnée d'une teinte "lie de vin".

### SEQUENCE VERTICALE : O/A/Sal/C

Des **podzosols** ont été déterminés par plusieurs caractères morphologiques qui les distinguent nettement des alocrisols ocreux :

- épisolum humifère de type dysmoder épais, couleur hétérogène de l'horizon inférieur,

- épaisseur très faible de l'horizon supérieur.

Les modalités extrinsèques nous informent que ceux-ci sont liés aux roches granitiques, très altérables.

L'étude des fosses confirme la présence d'un horizon E éluvial toujours assez mal individualisé en Morvan, souvent lenticulaire. Les données analytiques recueillies sur l'horizon inférieur indiquent une dynamique du Fer et de l'Aluminium vers la profondeur, un taux de matière organique important à la partie supérieure de celui-ci.

La détermination de ces solums n'est pas toujours aisée du fait de l'existence de caractères en commun avec les alocrisols. Ceci nous conduit à distinguer :

- des alocrisols-podzols,
- des podzols ocriques.

Tous les solums identifiés dans les classes 1 à 10 sont représentés dans plusieurs tableaux construits et ordonnés selon les propositions faites par la classification hiérarchique.

#### SEQUENCE VERTICALE O/A/Sa/C

ALOCRISOLS sablo-argilo-limoneux issus de roches granitiques et rhyolites							
ocreux à moder			à mull-moder		brun à mull oligotrophe		
pachique	---		leptique	pachique	---	horizon compact en profondeur	pachique
de sommet	de versant en exposition Est à Ouest	de haut de versant et versant	de haut de versant et sommet	de versant et bas de versant	de versant à pente faible à moyenne	de zone plane ou en pente faible	de zone plane ou en faible pente
020*	007*-346	37*-50	301*	357*	443*-498	460-385-517*	447*

ALOCRISOLS OCREUX		ALOCRISOLS BRUNS			
sablo-limoneux issus de roches granitiques, grésoschisteuses et rhyolites					
à moder		à mull-moder		à mull oligotrophe	à mull mésotrophe
de zone plane	sur pente faible à moyenne	de zone plane ou à pente faible	de pente faible à moyenne	de zone plane	sur pente faible
sommet et haut de versant	de versant	sommet haut de versant	de versant et bas de versant	à horizon tassé en profondeur	de bas de versant, colluvial
049*	132-179-519*	104	290-472-438	266-442	422-048-428

ALOCRISOLS limono-argileux-sableux				PODZOSOLS sablo-argileux	
à mull-moder	humifère à moder	ocreux à dysmoder	ocreux humifère à dysmoder	à dysmoder épais	ocrique à dysmoder épais
d'arène granitique					
de haut de versant et versant en pente moyenne à forte	de sommet, haut de versant, versant en pente moyenne à faible	de versant à pente moyenne à forte		de versant à pente faible à moyenne	de versant à pente moyenne à forte
sous peuplement feuillu			sous peuplement résineux		
266	045-179	129--101/388	108-115	391*	174*

ALOCRISOLS bruns limono-sableux issus de roches granitiques microgrenues et volcaniques			
à mull oligotrophe ou mull-moder			à mull mésotrophe
de sommet	de haut de versant et versant	colluvial, de bas de versant	de versant et bas de versant à pente faible
435-484	051-516	126*-362	387

ALOCRISOLS limono-argileux à structure massive sur roches sédimentaires silicifiées, de plateau		
à horizon rédoxique profond	rédoxique	
à mull oligotrophe	à mull oligotrophe	à mull mésotrophe
de zone à faible déclivité	de zone plane	de dépression et talweg
398-420-508	401-402*-453	414-529-481

### *BRUNISOLS (Classes 15 à 20)*

Les brunisols représentent 24% des stations. Plusieurs caractères morphologiques appartenant à l'horizon inférieur les distinguent des alocrisols :

- texture et matériau d'origine de ces solums; une proportion d'argile remarquable à côté de celle des limons et sables qui est liée à la qualité du matériau parental d'origine colluviale ou sédimentaire (couverture sédimentaire silicifiée et limons associés des plateaux,
- structure assez bien exprimée, polyédrique,
- macroporosité importante,

- couleur dominante claire,
- distribution limitée aux positions topographiques basses et aux surfaces tabulaires.

Les données analytiques confirment la détermination d'un horizon inférieur de référence S non aluminique :

- pH > 5
- S/T > 20%,
- peu ou pas d'Al<sup>3+</sup>.

L'humus possède également des caractères communs à beaucoup de brunisols :

- activité biologique plus importante,
- minéralisation active se traduisant par des discontinuités fréquentes de l'épisolum humifère, voire de l'absence de la couche hologranique;
- une transition abrupte entre l'épisolum et l'horizon supérieur, indiquée par le codage de la couleur (jamais aussi sombre que dans le cas des alocriisols);
- une épaisseur moyenne à forte;
- une structure grumeleuse très aérée.

La classification adoptée pour les brunisols repose sur les critères les plus efficaces pour le tri, soit la texture, elle-même liée au matériau d'origine. La distribution des textures, toujours centrée sur la fraction argile, permet de proposer trois types de solums selon la ou les fractions dominantes :

- un groupe de solums à dominance d'argile et limons, les sables restant peu abondants;
- un ensemble où les sables sont assez abondants;
- un dernier groupe de solums à texture d'argile lourde.

Ceci nous a conduit à dresser deux tableaux pour les brunisols qui sont divisés chacun de façon à séparer les deux groupes de matériaux parentaux :

- des matériaux colluviaux, issus de l'altération des roches cristallines;
- la couverture sédimentaire silicifiée et les dépôts limoneux associés.

Ces matériaux très différents sont à l'origine de solums dont la texture est convergente.

D'autres traits moins constants expriment la variabilité des brunisols. Il s'agit, d'une part, du niveau trophique examiné d'après la morphologie de l'épisolum humifère et, d'autre part, du niveau hydrique traduit par la couleur de l'horizon inférieur et l'environnement du solum (pente, topographie, hydromorphie).

### **SEQUENCE VERTICALE : O/A/S/C**

BRUNISOLS sablo-argilo-limoneux				
sur roches sédimentaires silicifiées		sur roches cristallines		
à mull oligotrophe		à mull oligotrophe ou mull mésotrophe		
de plateau		de bas de versant et versant		de talweg et zone plane
déclivité faible	zone plane	à pente faible à moyenne		---
horizon rédoxique profond	rédoxique	sain	à horizon rédoxique profond	rédoxique
504-383-386	394*	378-509*-462	491	466-524-505*

BRUNISOLS limono-sablo-argileux				
à mull oligotrophe		à mull mésotrophe		
sur roches sédimentaires silicifiées		sur roches cristallines microgrenues et gréseuses		
de plateau		de bas de versant à pente faible à moyenne et talweg		de talweg
à faible déclivité	de zone plane	colluvial		
à horizon rédoxique profond	rédoxique	sain	à horizon rédoxique profond	rédoxique
384-412-396	452-412-404	273-408-535*	409-430-475*	523*-377-531

Les brunisols issus de matériaux cristallins occupent les positions topographiques basses et beaucoup plus rarement les zones de plateau. Le déterminisme de leur niveau trophique et hydrique est classiquement expliqué par les connaissances pédologiques. L'épisolum humifère possède des caractéristiques morphologiques et analytiques qui déterminent soit des mulls mésotrophes, soit des mulls oligotrophes. Ceux-ci semblent liés à la composition chimique du matériau d'origine. Les mulls mésotrophes sont les plus fréquents sur les roches métamorphiques et volcaniques non acides. Ces solums sont distribués sur les versants (dans tous les cas, la pente est faible), bas de versants et talwegs. L'épaisseur est moyenne à forte et la pierrosité souvent élevée. Enfin, le niveau hydrique subit des variations assez importantes. Il a pour déterminisme, la pente. Toutes les situations planes sont propices à la formation d'un horizon rédoxique bien marqué à une profondeur faible (à partir de 20 à 30 cm). Les autres types de stations à pente faible présentent un sol sain ou à horizon rédoxique profond (à partir de -40 à -50 cm).

Sur les couvertures sédimentaires des plateaux, le niveau trophique possède un déterminisme plus difficile à appréhender que dans le cas précédent. Les mulls oligotrophes dominent. Le niveau hydrique des stations se caractérise selon le même schéma que sur les roches cristallines. Les zones non drainantes (planes ou dépressionnaires) sont favorables à l'installation de sols rédoxiques, voire de rédoxisols.

### *UNITE COMPLEXE (31% des stations)*

A l'évidence, nous sommes en présence, dans les stations des classes 11, 12, 13 et 14, d'au moins deux groupes de solums. Il suffit de se reporter à l'histogramme des pentes pour comprendre que les relevés ont été pratiqués dans des conditions très différentes. Si l'on considère que l'épaisseur de l'horizon supérieur humifère et la couleur de l'horizon inférieur traduisent une incorporation profonde de matière organique dans le profil, nous pouvons expliquer ce fait lorsqu'il s'agit de pentes fortes. En effet, dans ces situations, les solums sont peu différenciés car alimentés par des matériaux déplacés sur le versant qui viennent freiner l'humification. En première hypothèse, afin d'identifier les unités de la couverture pédologique, nous devons extraire de ces classes deux groupes de solums appartenant à des compartiments topographiques distincts :

- des versants et bas de versants à pente moyenne à forte,
- des sommets et hauts de versant à pente faible à nulle.

Un premier dépouillement aboutit à séparer :

\* des **colluviosols** avec :

- incorporation profonde de matière organique à l'origine d'une couleur noire ou très sombre de l'horizon supérieur et inférieur; ce dernier peut devenir progressivement plus clair en profondeur;
- une structure grumeleuse bien aérée, donnant un profil meuble; ceci est accentué par une charge en pierres importante;
- un humus assez actif de type mull oligotrophe ou mésotrophe;
- ils ne possèdent pas d'horizon de référence et sont inféodés aux parties basses de la topographie (à partir d'une limite oscillant autour de la mi-versant selon la valeur de la pente). La pente, toujours moyenne à forte, se distingue de ce fait de celle relevée pour les brunisols colluviaux.

\* des **alocrisols humifères** qui sont caractérisés par une différenciation plus nette d'un horizon inférieur. La transition entre les deux horizons est distincte. De plus, tous ces solums sont issus de roches cristallines.

Afin de poursuivre la détermination, nous avons donc isolé parmi les classes 11 à 14, deux groupes de solums humifères :

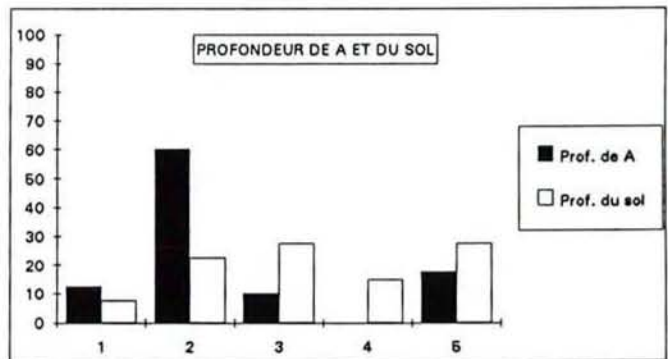
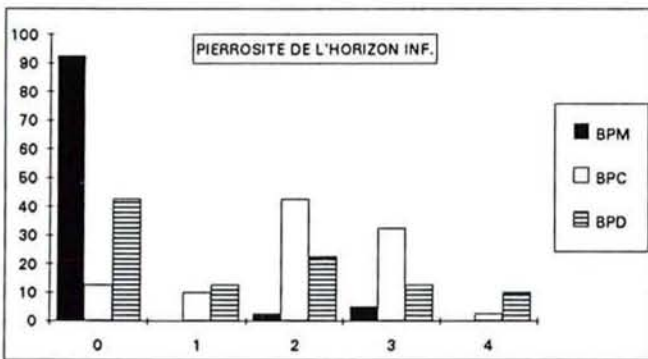
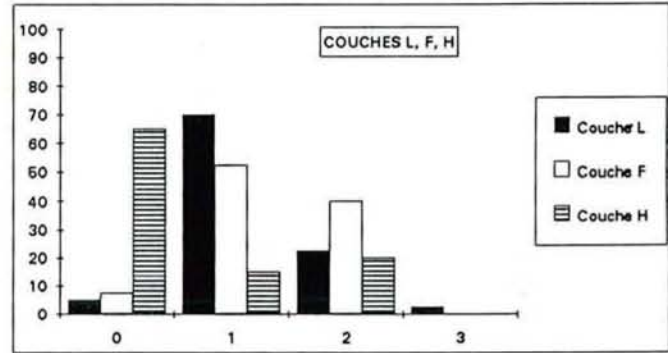
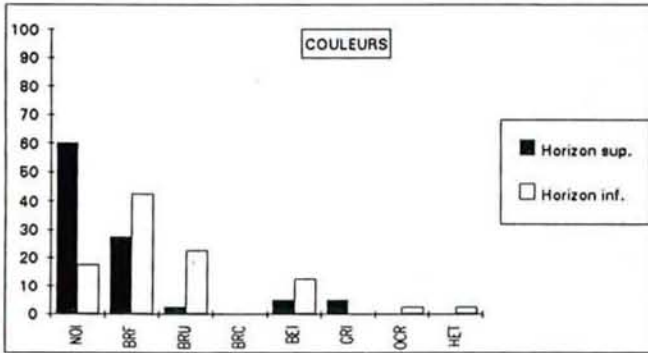
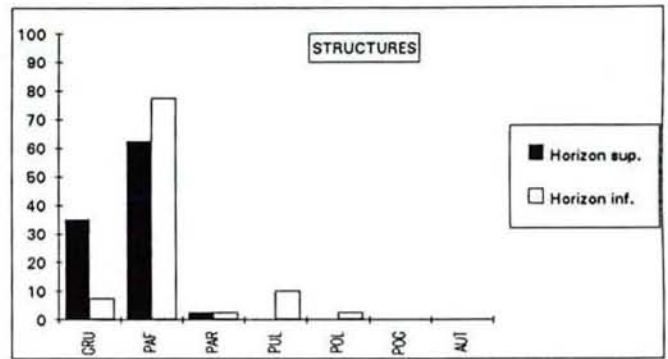
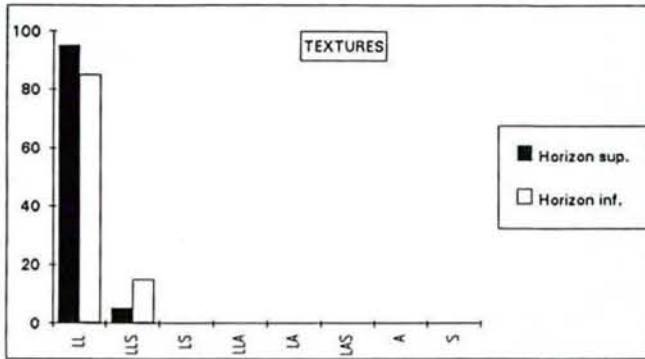
- liés aux roches granitiques situés et sur pente moyenne à forte,
- rencontrés sur les tufs volcaniques et complexe de Lucenay, en pente faible à nulle.

*1er groupe de solums : solums humifères de roches cristallines de pente moyenne à forte*

\* Variables intrinsèques (Figure 13 : histogrammes de fréquences)

La couleur de l'horizon supérieur est noire alors que celle de l'horizon inférieur est légèrement plus claire. Une charge en éléments grossiers est constatée sur toute la profondeur avec augmentation des éléments centimétriques et décimétriques vers la base. L'épaisseur de l'horizon supérieur se situe entre 5 et 15 cm. La pierrosité a souvent gêné l'évaluation de la profondeur moyenne à forte. L'humus est un mull oligotrophe.

**Figure 13 : histogrammes de fréquences des variables intrinsèques**



(\*) Le libellé des codes en abscisse est donné dans l'annexe H du présent volume.

**Figure 14-1 : histogrammes de fréquences des variables extrinsèques**

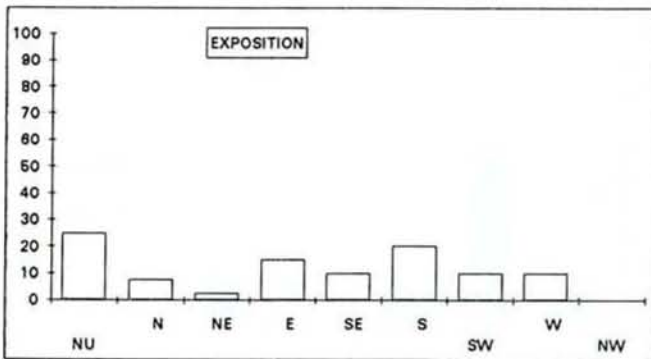
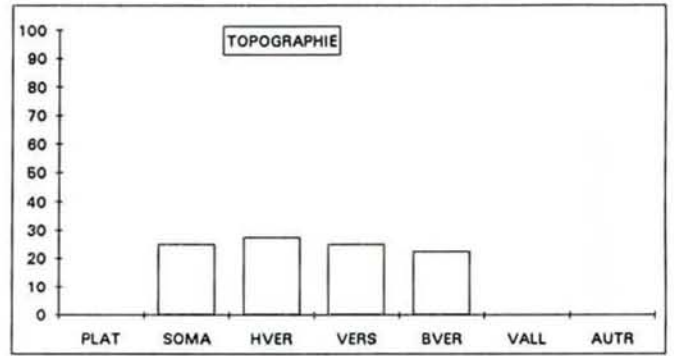
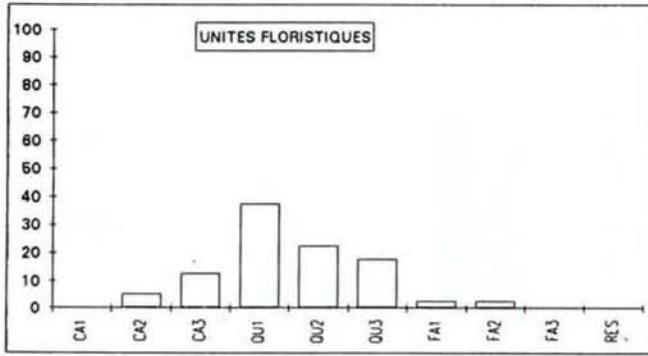
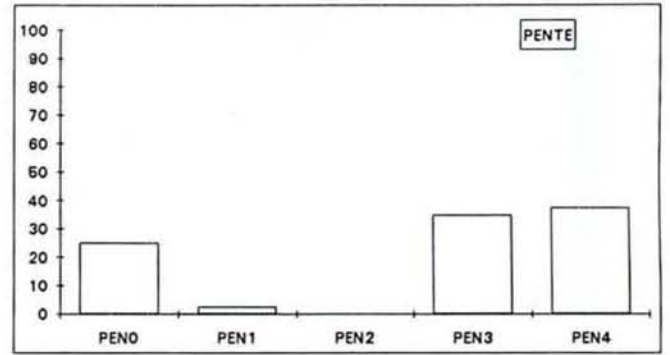
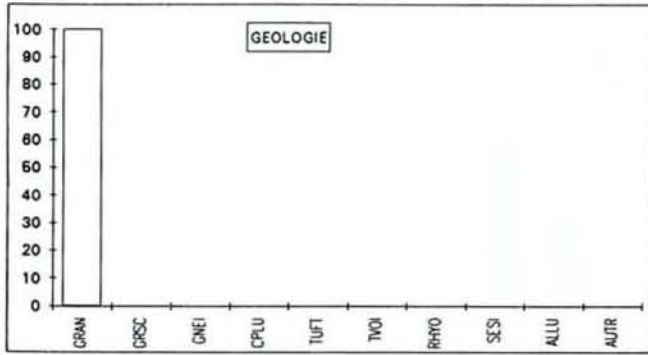
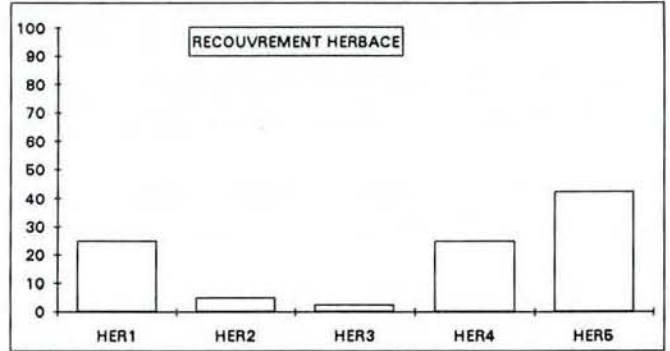
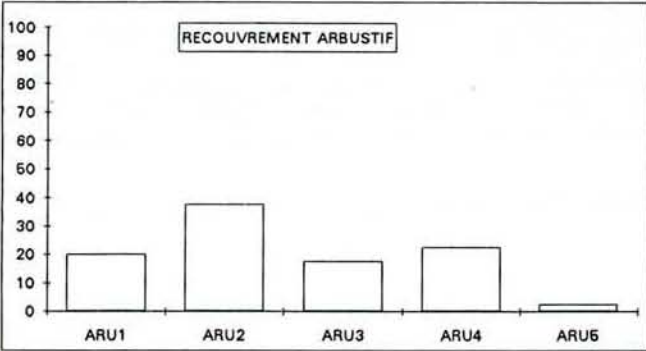
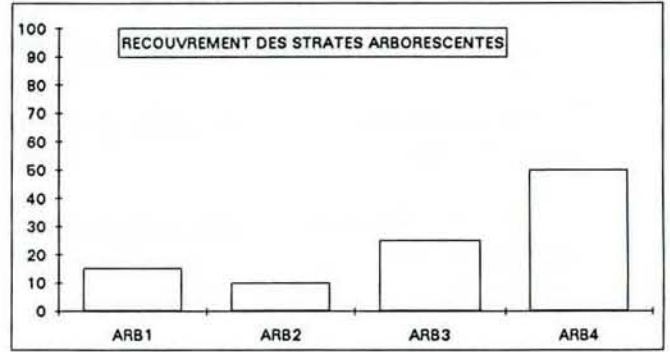
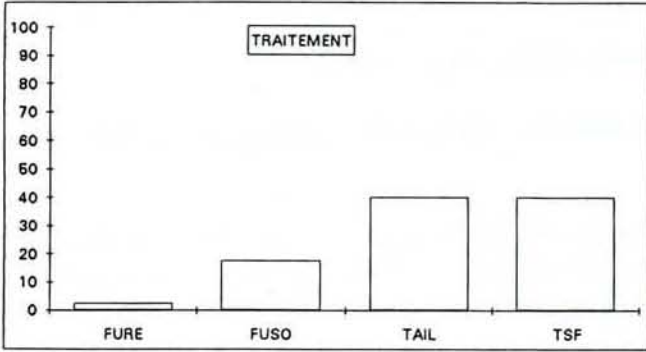


Figure 14-2 : histogrammes de fréquences des variables extrinsèques



\* Variables extrinsèques (Figure 14 : histogrammes des fréquences)

Ces solums sont distribués sur les pentes moyennes à fortes. Ils occupent des positions topographiques assez variées du haut de versant au bas de versant. Les unités floristiques rencontrées appartiennent à la chênaie-hêtraie sessiliflore, dans laquelle les niveaux trophiques intermédiaires sont bien représentés (acidiphile "modéré", mésoacidiphile, acidicline).

**Séquence type : relevé n° 427**, en situation de haut de versant, sur pente forte (\*).

Horizons holorganiques : OL continue, OF et OH absentes; plus actif biologiquement que dans le cas précédent.

Ce solum se distingue par une couleur brun foncé (taux de matière organique moyennement élevé dans l'horizon supérieur), une épaisseur moins forte, une charge en éléments grossiers assez élevée et une nette d'un horizon inférieur.

N°	E en cm	Coul.	Mat. org.	C %	C/N	pH eau	S	S/T	Al3+	Al3+ /S + Al3+
427/1	30,00	Br. foncé	10,70	6,23	19,00	4,40	0,51	3,00	7,20	0,93
427/2	35,00	Br. foncé	9,80	5,69	18,30	4,50	0,51	3,00	6,70	0,93
427/3	10,00	.....	6,00	3,52	16,80	4,70	0,75	4,00	7,00	0,90

Les données analytiques déterminent un horizon structural aluminique Sal, horizon de référence des alocrisols. La séquence reconnue s'écrit O/A/Sal/C.

On note une quantité de C assez élevée, une acidité nette, un taux de saturation très bas, une forte C.E.C en relation avec l'abondance de matière organique, un C/N faible (19).

Ce solum se situe à une altitude relativement basse, en haut de versant sur pente forte et en exposition sud. L'identification de la nature du matériau parental est difficile. Bien que la carte géologique signale un substratum formé de gneiss, on constate la présence d'éléments allochtones déplacés à la base du profil.

Le rattachement au R.P.F. propose l'identification d'un **alocrisol humifère, à mull oligotrophe, à charge grossière sur roches cristallines** qui illustre assez bien la séquence verticale détectée par les modalités caractéristiques.

*2ème groupe de solums : solums humifères de roches volcaniques de pente faible à nulle*

\* Variables intrinsèques (Figure 15 : histogrammes de fréquences)

L'horizon supérieur, noir ou brun foncé, à charge pierreuse moyenne à forte, possède une épaisseur dépassant 5 cm, devenant très épaisse dans certains solums. L'épisolum humifère à couches L et F, discontinues à continues, faibles à moyennes déterminent un mull oligotrophe, un mull-moder ou un moder.

(\*) Cette séquence sera intégrée dans la carte pédologique d'Avallon. Son étude a été réalisée avec l'aide de D. BAIZE chargé de l'élaboration du document.

La couleur de l'horizon inférieur reste assez semblable avec toutefois une décoloration fréquente de la base du profil (brun à brun clair). La charge en éléments grossiers est moyenne à forte (graviers et pierres).

Domine sur tout le profil, une matrice à structure très fine microgrumeleuse prenant un aspect pulvérulent à sec. Elle s'écoule alors entre les éléments grossiers de forme aplatie et anguleux lors du creusement.

\* Variables extrinsèques (Figure 16 : histogrammes des fréquences)

La distribution des solums humifères de roches volcaniques est distincte de celle des colluviosols. Ils ont été rencontrés pour 80% d'entre eux sur des pentes inférieures à 8%, sur sommet et haut de versant. Le substrat sous-jacent est composé de tufs de trachyandésite ou indifférenciés. Tous ces solums portent des forêts feuillues dans notre échantillonnage avec des peuplements assez variés. Le cortège arbustif et herbacé est dominé par les unités floristiques acidoclines, mésoacidiphiles et acidiphiles "modérés".

Tous ces solums restaient difficiles à caractériser lors de la phase d'identification à l'aide de la C.P.C.S.. Les résultats du traitement statistique ont été utiles pour évaluer leur poids relatif par rapport aux autres unités, cerner leur variabilité et les déterminer d'après les principes du R.P.. Ceci nous a conduit à effectuer des fosses complémentaires en vue de réaliser des analyses. Une de ces séquences est présentée ci-après.

**Séquence 1 : Relevé n° 344, situation de haut de versant, pente faible.**

Cette fosse a été réalisée dans une parcelle de Hêtre à 800 m d'altitude.

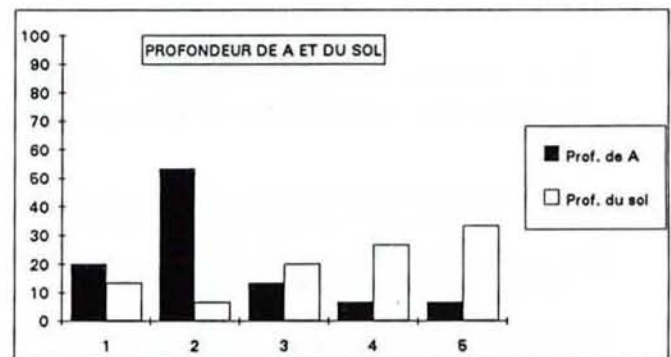
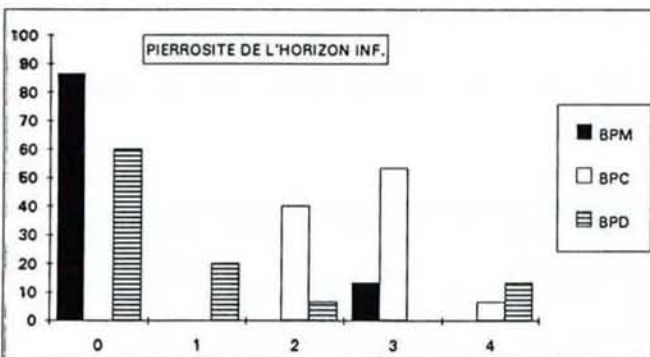
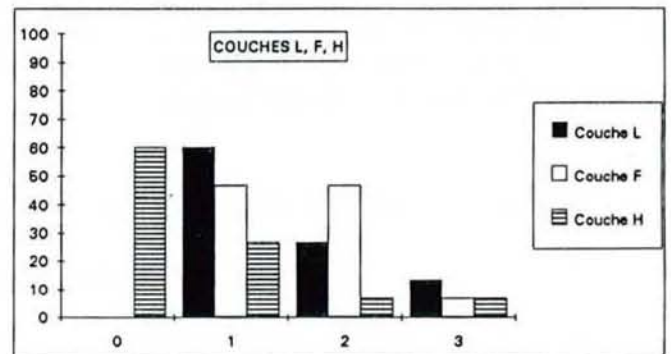
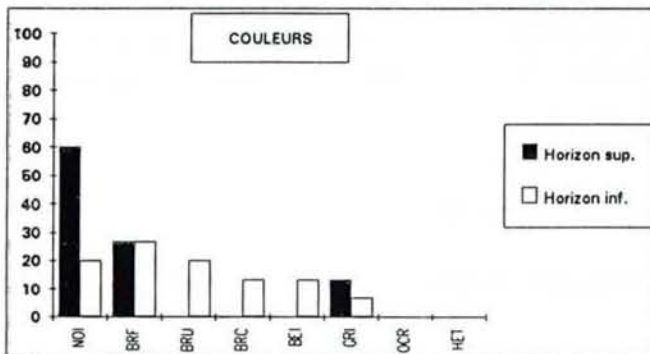
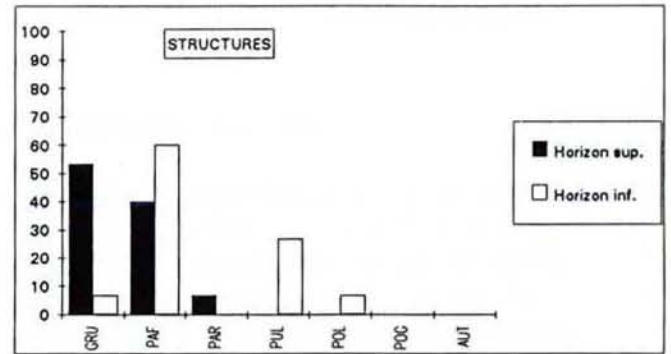
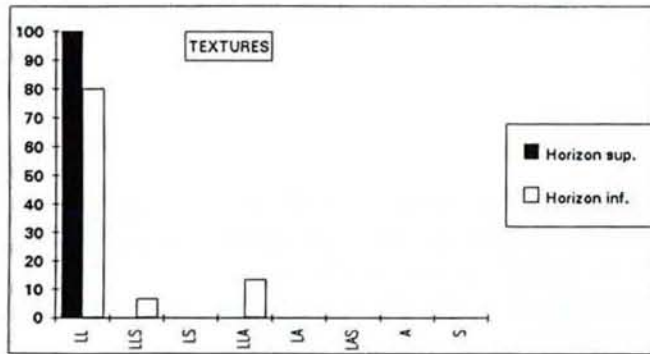
Les caractéristiques morphologiques sont typiques de celles de la séquence théorique présentée au paragraphe précédent.

Sur le terrain, il s'avère que nous avons sous-estimé la profondeur du solum en raison de la forte pierrosité, obstacle à une évaluation exacte, à l'aide d'un trou fait à la pioche.

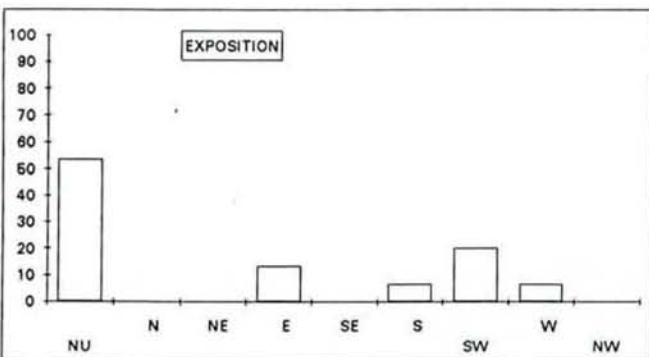
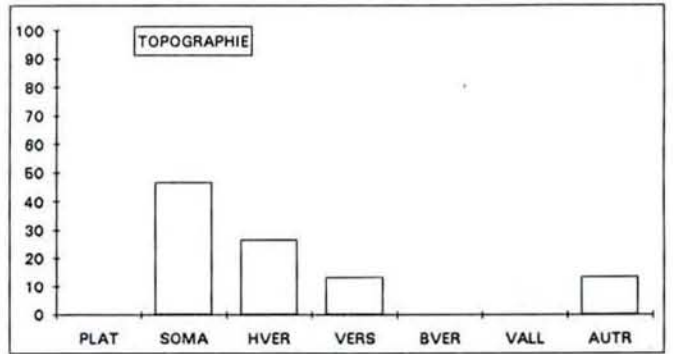
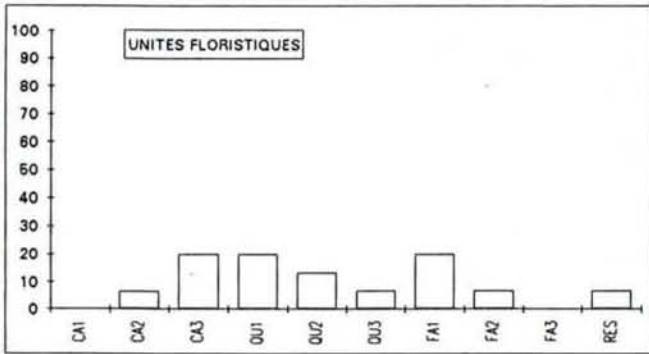
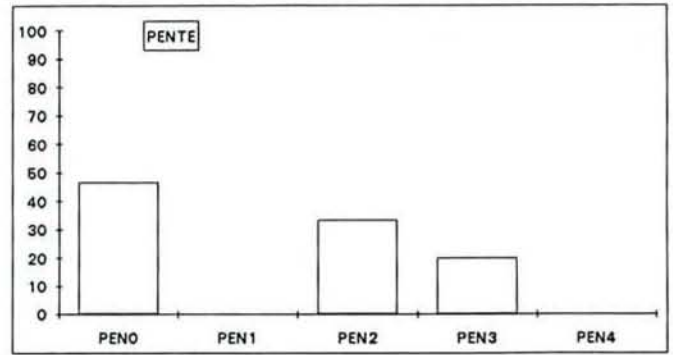
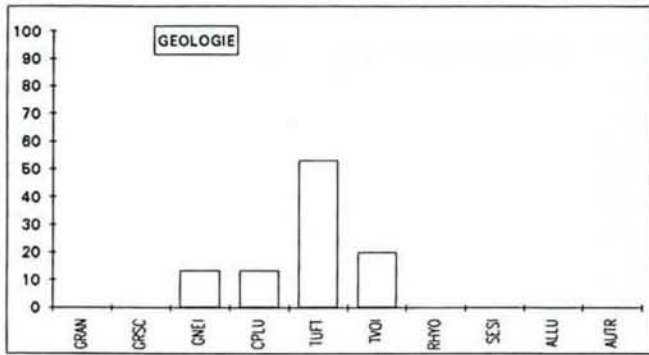
La profondeur du solum 344 atteint 120 cm. En fait, les deux volumes décrits lors de notre reconnaissance correspondent à l'horizon héli-organique A.

N°	E en cm	Coul.	Mat. org.	C %	C/N	pH eau	S	S/T	AI3+	AI3+/S + AI3+
344/1	15,00	10 YR 2/2	28,60	16,28	13,90	3,70	3,80	6,40	12,40	0,77
344/2	15,00	2,5 YR 3/2	8,30	4,73	8,90	4,70	0,30	8,00	5,50	0,95
344/3	35,00	10 YR 4/3	3,90	2,21	7,90	4,70	0,10	0,60	2,30	0,96
344/4	55,00	10 YR 5/3	1,50	.....	.....	.....	.....	.....	2,10	.....

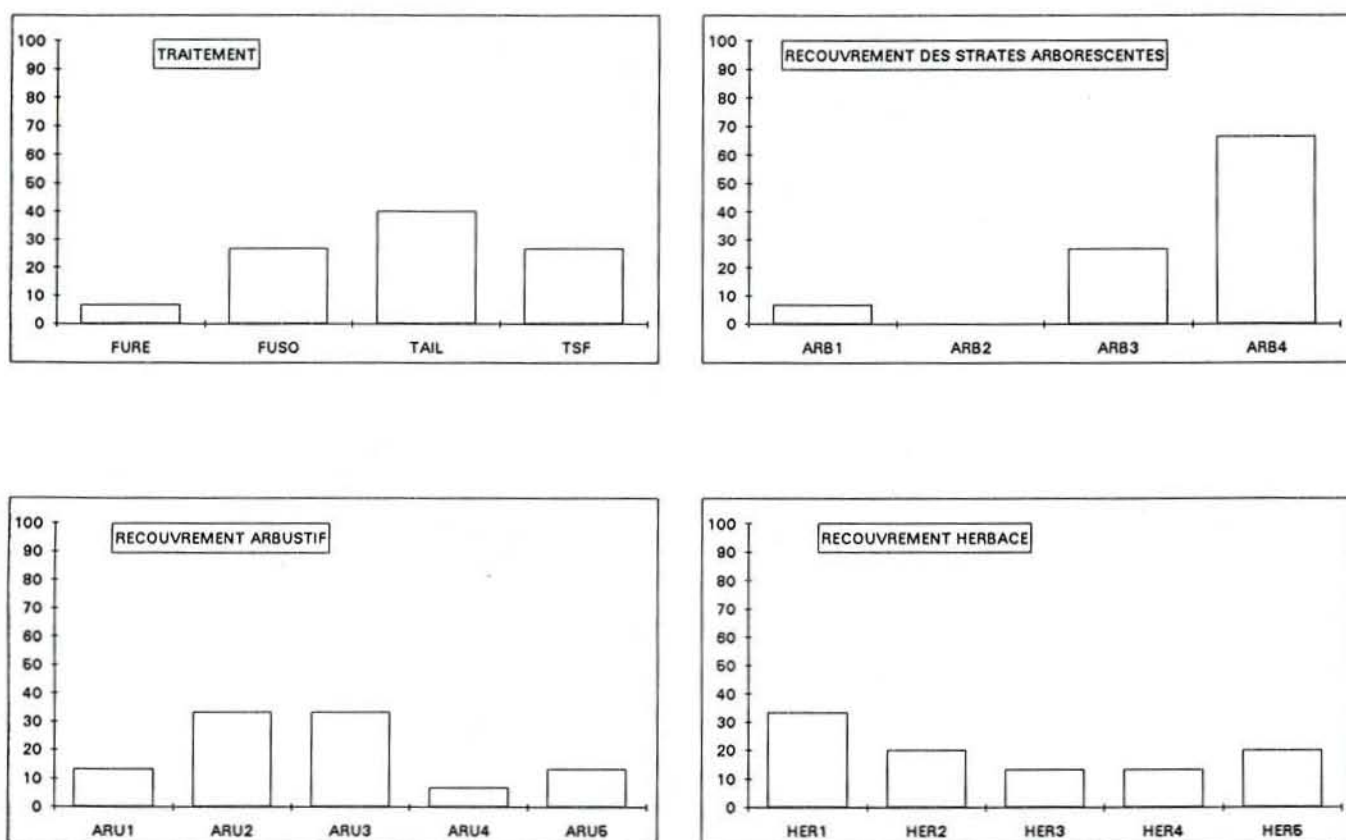
Figure 15 : histogrammes de fréquences des variables intrinsèques



**Figure 16-1 : histogrammes de fréquences des variables extrinsèques**



**Figure 16-2 : histogrammes de fréquences des variables extrinsèques**



**Tableau récapitulatif des solums humifères**

ALOCRISOLS				ANDISOLS	COLLUVIOSOLS	
de matériaux colluviaux d'altération des roches cristallines						
colluvial		humifère		---	désaturés	mésosaturés
à mull-moder	a mull oligotrophe	à mull-moder ou moder	à mull oligotrophe	à mull oligotrophe	à mull oligotrophe	à mull mésotrophe
282-230	241-308-474	344*-335-493	316-235-427*	641*	360-406	387-449*-232

L'horizon A désigné par 344/1 et 344/2 dans le tableau comporte plusieurs critères diagnostiques d'un horizon A aluminique (Aal) :

- Al<sup>3+</sup> >> 2 mé/100g,
- Al<sup>3+</sup>/S+Al<sup>3+</sup> >> 0,2,
- pH eau < 5,
- C/N bas.

Cette partie du solum ne réagit pas au test FNA.

D'autres traits sont plutôt caractéristiques de l'horizon Aa d'un andisol :

- structure microgrumeleuse friable,
- densité faible,
- couleur foncée 10 YR 2/2,
- teneur en C > 5%,
- épaisseur > 20 cm,
- texture apparente limoneuse.

Les données analytiques de l'horizon profond 344/3 tendent à le rapprocher d'un Sal, typique des alocrisols :

- taux de saturation très bas (0,6 %),
- Al<sup>3+</sup> compris entre 2 et 6 mé/100g,
- pH < 5.

En outre, on remarque que Al<sup>3+</sup> = 13% de T (valeur inférieure à celle donnée pour les horizons de référence Sal) et qu'une quantité importante de matières organiques subsistent (3,90 dans la tranche -30 à -65 cm). On ne note pas d'horizon éluvique, ni de dynamique du Fe vers la base du profil. Les données analytiques remarquables de ce profil sont :

- un pH nettement acide accompagné d'une S/T faible,
- un C/N bas typique d'un mull alors que la morphologie est celle d'un moder,
- une quantité d'aluminium très forte.

Des andosols et des sols andiques ont déjà été décrits (ORSTOM) dans les massifs forestiers les plus élevés du Morvan (massifs du Montarnu et d'Anost). Les analyses publiées n'apportent pas les éléments suffisants pour entrer dans le R.P. Ce sont essentiellement des caractères morphologiques bien marqués et une réaction cinétique au FNA (\*) positive qui ont permis cette détermination.

Les solums que nous avons décrits, dont seules quelques analyses ont pu être effectuées, montrent l'existence de caractères intrinsèques et extrinsèques qui nous incitent à rapprocher ceux-ci des alocrisols humifères. On notera, en plus des caractéristiques chimiques, le fait que nos solums sont répartis dans un domaine d'altitude plus vaste que celui où l'on trouve habituellement les andosols. Ils ont été rencontrés en Haut Morvan collinéen sous peuplement feuillu.

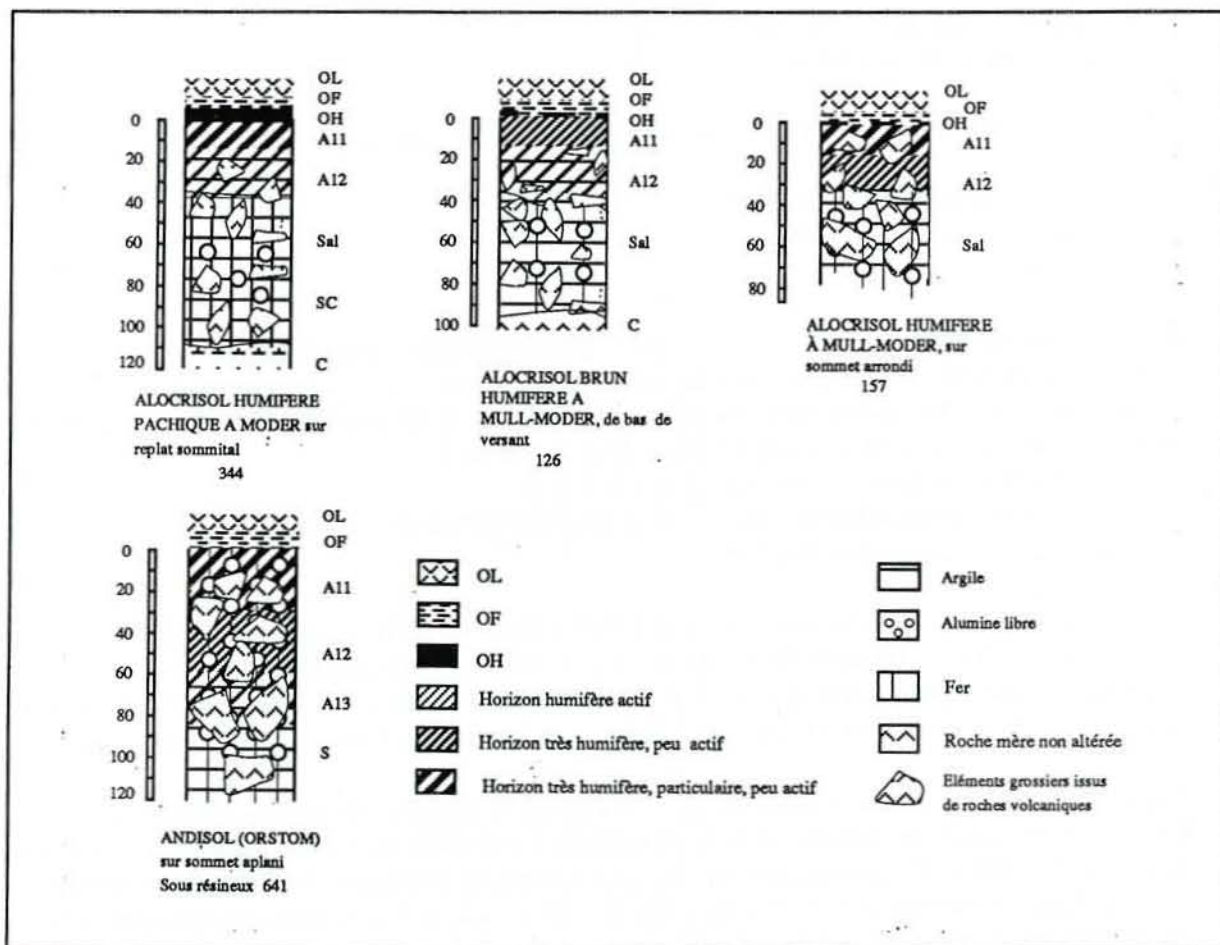
Ces alocrisols humifères ne peuvent être clairement distingués dans leur répartition des andosols. Notre échantillonnage permet néanmoins de fournir une première image de leur variabilité et de leur écologie. Notre échantillonnage montre l'existence d'autres solums plus différenciés où l'horizon A présente une épaisseur de 10 à 15 cm. Après une transition assez rapide, on passe à un horizon profond de couleur beige, à structure toujours très fine, au toucher soyeux à l'état humide. Le solum 344 comportait déjà un tel horizon inférieur. D'après l'analyse des variables

\* Réaction cinétique au FNA : Le mode opératoire suivi consiste à minuter l'évolution du pH d'une solution de FNA dans laquelle on introduit un échantillon de sol.

d'environnement, ces variations morphologiques ne peuvent être reliées aux changements de conditions topographiques, d'exposition et de pente (situation de haut de versant et de sommet). Le matériau parental semble jouer un rôle assez important. Il est la plupart du temps issu de roches volcaniques appartenant au groupe des substrats les moins acides du massif. Notons toutefois qu'une petite part d'entre eux se rencontrent sur des roches microgrenues apparentées aux roches granitiques.

Pour relier ces observations, on peut dire que la gamme des solums décrits est ordonnée selon un gradient de différenciation (signalés par le changement d'épaisseur de A) et d'une évolution parallèle de la quantité de matière organique (\*). La figure 17 illustre la répartition de ces solums et leur variabilité.

**Figure 17 : Distribution et variabilité des solums humifères issus de roches volcaniques**



Ce qui frappe dans cette dernière analyse, c'est la convergence morphologique nette entre les sols andiques et les aloclisols humifères qui se vérifie aussi dans leur variabilité. En effet, des descriptions effectuées dans le Massif Central (MOINEREAU, 1974) donnent une image très proche de l'évolution des andosols. Retenons que l'auteur a constaté dans un même domaine climatique la

(\*)Une restriction doit être apportée quant à l'appréciation de la quantité de matière organique à l'aide de la couleur. Nous avons pu noter que des solums présentant une différence de coloration assez sensible possédaient parfois des quantités de matière organique pas très éloignée.

présence d'andosols typiques mais aussi d'intergrades avec les sols bruns (sols bruns andiques). Il indique que les andosols conservent leurs caractéristiques seulement lorsqu'ils sont "alimentés" par une quantité importante de matière organique. Les sols bruns sont les plus fréquents sous prairies, ce que nous avons constaté sur le plateau du Cézallier (Massif central). Il conclut que l'évolution des andosols au sein d'une région, qui offrent toutes les conditions favorables à leur développement (conditions climatiques, types de roches), résulte souvent d'une mise en culture.

Il nous semble que dans notre cas les mêmes remarques peuvent être reproduites. La quantité de matière organique croît en passant des solums décrits sous chênaies à ceux identifiés sous hêtre et surtout résineux (ORSTOM). A la fin de cette discussion, nous ne pouvons que nous interroger sur l'historique de la gestion forestière dans les secteurs où nous avons trouvé les solums humifères. Par ailleurs, il sera nécessaire de réaliser l'étude floristique de ces stations afin de caractériser complètement ce type d'écosystème.

En conclusion de cette étude, nous remarquons que l'ensemble des classes 11, 12, 13 et 14 est constitué de solums assez différents mais qui ont tous été fédérés par un petit nombre de caractères les séparant nettement des alocrisols et brunisols en raison de leur morphologie bien typée.

### 2.2.3. Solums caractéristiques de la forêt morvandelle (Tableau XXII)

Le **tableau XXII** recense tous les profils-types analysés qui ont servi à caractériser les groupes de relevés issus de la classification. On remarquera que ceci ne constitue pas une liste exhaustive des solums que l'on est susceptible de rencontrer en Morvan, puisque notre essai méthodologique ne portait que sur une partie de l'échantillon total, ainsi que nous l'avons signalé auparavant. Remarquons néanmoins que ce récapitulatif rassemble les unités de la majeure partie de la couverture du massif (90% environ).

Le complément sera fourni dans le volume annexe, où tous les solums ont fait l'objet d'une description complète (aux pages précisées dans la colonne de droite), pour les besoins du catalogue des types de stations forestières.

## 2.3. Discussion

Dans le type d'étude que nous avons entreprise, la prise de données au niveau des caractéristiques stationnelles reste encore à l'entière initiative du biologiste de terrain, parce que la méthode de typologie n'a pas encore fourni de règles précises et normalisées. Parmi les travaux de pédologie, on ne trouve pas d'études à de telles échelles. Nous pensons que ce premier essai constitue un pas vers une formalisation qui permettra de mieux apprécier les choix méthodologiques des auteurs et de faciliter les échanges d'information.

La quantité d'informations exigée par notre principe d'analyse génère une normalisation de la prise de données.

Le problème de la qualité de celle-ci peut toutefois être soulevé. En premier lieu, il est nécessaire d'envisager le "réalisme" des paramètres que nous avons choisis d'après les vérifications obtenues dans les fosses analysées. D'un point de vue général, nous pouvons retenir que la transcription de la réalité de terrain ressort de façon assez satisfaisante, bien que les paramètres que nous avons sélectionnés soient parfois encore éloignés de la précision exigée dans les fiches pédologiques S.T.I.P.A.

**Tableau XXII : Principaux types de solums identifiés en Morvan par le R. P. F.**

N°	Types de sols C.P.C.S.	Rattachement au R.P.F.	Réf. anal.
<b>ALOCRIOLS ET PODZOLS</b>			
007	Brun ocreux à moder	Alocrisol sablo-argileux pachique à moder de versant nord de granite	170-171
020	Brun acide à mull-moder	Alocrisol ocreux à mull-moder de sommet aplani de granite	151-152
037	Brun ocreux à moder	Alocrisol ocreux leptique à moder de haut de versant issus de granite	163-164
049	Brun ocreux à mull-moder	Alocrisol ocreux à mull-moder caillouteux de sommet issu de rhyolite	153-154
126	Brun acide à mull-moder	Alocrisol brun pachique à mull-moder de bas de versant issu de matériaux colluviaux	51-52
174	Ocre podzologique à dysmoder épais	Podzosol ocrique sablo-argileux à dysmoder épais de versant issu de granite	44-45
301	Brun acide à mull-moder	Alocrisol sableux à mull-moder de sommet issu de granite	142-143
357	Brun acide profond à mull acide	Alocrisols aluminique à mull-moder de versant issu de granite	129-130
388	Brun ocreux à moder	Alocrisol humifère caillouteux à dysmoder de forte pente issu de granite	144-145
391	Brun ocreux à dysmoder	Alocrisol-podzsol sablo-argileux leptique à dysmoder de versant issu de granite	157-158
443	Brun acide profond à mull oligotrophe	Alocrisol brun pachique à mull oligotrophe de zone plane	76-77
447	Brun mésotrophe à mull mésotrophe	Alocrisols brun à mull mésotrophe à mull mésotrophe de versant à pente faible	112-113
519	Brun ocreux à dysmoder	Alocrisol ocreux leptique à dysmoder de haut de versant issu de grès	155-156
535	Brun mésotrophe à mull mésotrophe	Alocrisol brun pachique à mull mésotrophe de bas de versant issu de matériaux colluviaux	206-207
402	Brun acide à pseudogley à mull oligotrophe	Alocrisol brun rédoxique à texture de limon argileux à mull oligotrophe de plateau	97-98
517	Brun acide à mull oligotrophe	Alocrisol brun pachique sablo-argileux à mull oligotrophe de versant à pente faible	139-137

BRUNISOLS			
394	Brun acide à pseudogley à mull oligotrophe	Brunisol désaturé aluminique rédoxique à charge grossière siliceuse à mull oligotrophe de plateau	69-70
475	Brun mésotrophe à pseudogley profond à mull mésotrophe	Brunisol désaturé aluminique à horizon rédoxique profond à mull mésotrophe de talweg	185-186
505	Brun mésotrophe à pseudogley à mull oligotrophe	Brunisol mésosaturé rédoxique à mull oligotrophe de plateau	183-184
523	Brun mésotrophe profond à mull mésotrophe	Brunisol mésosaturé sablo-argilo-limoneux pachique à mull mésotrophe de talweg	176-177

COLLUVIOSOLS ET AUTRES SOLUMS HUMIFERES			
175	Brun ocreux humifère à moder	Alocrisol humifère pachique à moder de sommet issu de granite	42-43
344	Brun ocreux humifère à moder ?	Alocrisol humifère pachique à horizon A épais mélanique aluminique issu de tuf volcanique	59-60
427	Ranker humifère à mull oligotrophe	Alocrisol humifère à charge grossière à mull oligotrophe de pente forte	118-119
493	Brun acide humifère profond à mull oligotrophe	Alocrisol humifère limono-argilo-sableux pachique à mull oligotrophe issus de matériaux colluviaux arénacés	221-222

Plusieurs biais d'observation doivent être signalés dans l'optique d'applications futures de notre méthode :

- certaines variables s'avèrent assez efficaces pour le tri comme la structure, l'épaisseur de l'horizon supérieur, la morphologie des couches de l'épisolum humifère et la couleur;
- la texture apparente (au doigt), également discriminante, est considérablement faussée en présence d'une grande quantité de matière organique;
- l'évaluation de la profondeur totale du solum a été sous-évaluée lorsque la charge en éléments grossiers était importante. Afin de conserver une possibilité d'interprétation, nous avons noté une modalité signalant les éventuels obstacles au creusement.

En revanche, certaines des propositions faites dans le référentiel se révèlent d'un emploi difficile dans notre région d'étude :

- nous avons préféré fixer à 60 cm la limite du caractère pachique (épaisseur de A + S fixée à 80 cm par le R.P.F.) ce qui s'intègre mieux à notre typologie;
- pour évaluer la profondeur de l'horizon rédoxique, nous nous sommes fixé le niveau où cet horizon possède une morphologie nette; l'apparition de ce caractère est la plupart du temps précédée d'une zone où les taches d'hydromorphie restent diffuses avec un contour peu précis;

nous avons retenu la profondeur de 50 cm pour qualifier les solums rédoxiques; en effet en dessous de cette profondeur les espèces hygroclines ne sont que très disséminées; à l'inverse lorsque l'horizon rédoxique se situe entre -30 et -50 cm, elles atteignent la valeur 2 du coefficient d'abondance-dominance.

Pour la détermination des caractères, plusieurs remarques sont également à formuler :

- pour les alocrisols, nous avons trouvé des valeurs de S/T souvent inférieures à la limite proposée (5%); il serait donc préférable d'adopter le caractère diagnostique " $< 20\%$ ";
- les horizons A et S aluminiques de ces mêmes solums contiennent fréquemment une quantité d'Al<sup>3+</sup> dépassant la valeur supérieure de la fourchette indiquée (6 mé/100g);

Pour achever ces observations, il est nécessaire de rappeler deux types de problèmes posés dans de telles études par :

- l'appréciation du niveau hydrique des sols sur le terrain; classiquement, il est assez facile de déterminer les conditions d'excès et de manque d'eau mais difficile de les situer dans toutes les conditions intermédiaires;
- la mesure de certaines épaisseurs (de la couche OH par exemple) souvent affectée par une variabilité importante.

La sélection de l'information, opérée dans le codage d'après nos fiches de terrain, offre, il est vrai, une vision très réductrice de la complexité des profils. En décrivant un horizon supérieur et inférieur, nous avons transcrit certains profils très imparfaitement (cas des podzosols, avec horizon E discontinu), donc introduit dans notre raisonnement un biais assez important. Le choix de description pour l'analyse a été commandé par l'ambiance générale assez homogène de la couverture pédologique. En outre, on s'aperçoit dans les histogrammes de l'existence de données accidentelles. C'est le cas pour les descripteurs de l'horizon O holorganique où se superposent des modalités appartenant à des formes d'humus très distinctes sur le plan du fonctionnement.

Pour tous ces aspects, il faut bien voir que le traitement de l'information que nous avons mis en oeuvre n'est utilisable que pour le tri. A l'image des résultats du traitement des données floristiques, il est nécessaire de se rapporter aux observations sur le terrain (fiches de relevés) pour réaliser une détermination complète de chaque unité. Il nous semble illusoire de rechercher à isoler des unités stationnelles élémentaires avec les analyses statistiques.

Un autre point important de la discussion est à consacrer à la variabilité constatée sur le terrain au niveau de certaines parties du solum. Si l'emploi d'un plan d'échantillonnage stratifié ne semble pas contre-indiqué par le R.P., il n'en reste pas moins que l'on doit s'interroger sur la représentativité de la description du solum centrée à l'intérieur de l'aire de notre relevé : pour exemple, la détermination du mull-moder (dont la couche H est discontinue) qui oblige à tester l'observation sur une partie de la surface échantillonnée. Il semble que l'on soit en droit de soulever une problématique semblable à celle des études floristiques. Ne devrait-on pas déterminer une aire ou un nombre d'observations minimal à respecter pour l'étude d'un solum, de son humus en particulier, lorsque les caractères diagnostiques concernent des mesures d'épaisseur ou de continuité ?

### III - DEUXIEME SYNTHESE

#### **A. Aspects méthodologiques**

Cette première expérience constitue une base de départ et doit donner lieu à des essais complémentaires, dans le but d'étoffer la récolte des données morphologiques (au sens du R.P., incluant les données d'analyse) : inclure tous les horizons, la transition entre ceux-ci (bien que difficile à décrire dans le trou servant à la reconnaissance) qui offrirait ainsi la possibilité de décrire certains horizons discontinus après exemple.

La convergence avec la méthode floristique, que nous avons déjà soulignée, reste pour nous un des attraits du Référentiel Pédologique. Cependant deux points importants restent à vérifier. Dans les principes de base du R.P., "les références sont repérées sans souci de hiérarchisation". Force est de remarquer cependant que dans la présentation des références, leur déterminisme est analysé. Dans la cartographie pédologique actuelle, nous reconnaissons aussi la mise en oeuvre d'une stratification hiérarchisée peu formalisée. Ceci nous autorise à penser que la réflexion engagée par les pédologues se trouve proche de celle des phytoécologues sur ce plan aussi. Toute démarche non formalisée reste un obstacle important à une utilisation plus large de l'outil très intéressant que constitue le R.P. Nous reproduisons ici une de nos remarques qui opposait la facilité de poser le premier point d'échantillonnage dans l'aire d'étude, au doute important qui subsistait dans le choix du deuxième.

A l'issue de cette tentative de classification des caractères stationnels, il nous faut examiner la nature des apports méthodologiques ainsi que les améliorations de la connaissance de la couverture pédologique du Morvan.

Rappelons que des comparaisons entre horizons par leurs caractéristiques morphologiques ont déjà été réalisées sur des sols calcaires (GIRARD, 1983; TEBALDI, 1984), sur la base des principes de la C.P.C.S. et dans une optique pédologique.

En ce qui nous concerne, nous voyons dans l'emploi du référentiel pédologique avant tout une méthode dont les retombées se situent d'abord au niveau de la prise de données stationnelles et qui impose :

- une régularité dans l'évaluation des paramètres (variables),
- un effort d'observation et d'appréciation (calibrage des modalités choisies),
- l'application d'un principe d'analyse similaire à celui des communautés végétales destiné à exploiter l'information au niveau le plus fin dans le but de fiabiliser les intégrations successives.

Plusieurs retombées pratiques apparaissent aux différentes étapes d'analyse :

- il est possible d'acquérir une structuration rapide des unités (classification), offrant la possibilité d'une démarche ascendante; le tout semble de grande valeur opérationnelle pour la "cartogénèse" (in R.P.);
- signalons également les possibilités offertes par les histogrammes de fréquences des modalités des variables pour une détermination plus formelle des références. En effet, les distributions mises en évidence permettent le rattachement aux références en définissant beaucoup plus clairement les espaces modaux et périmodaux dans la distribution des variables, donc les rattachements doubles (alocrisols-podzols) ou triples.

Enfin, nous constatons que cet ensemble de résultats est efficace pour la construction de clés d'entrée dans l'espace typologique créé. Il est susceptible aussi de fournir les bases pour la conception d'un système expert en vue de déterminer les unités pédologiques d'une région. A ce sujet, nous pensons que, bien que liée à la nature du plan d'échantillonnage, la forme des résultats obtenus offre une évaluation du poids de chacun des grands types de caractères pris en compte dans la couverture pédologique d'une région donnée. On imagine facilement que la structuration élaborée sera propre à chaque région, d'où la construction de systèmes ayant la souplesse nécessaire pour optimiser les clés d'entrée dans tous les espaces typologiques (typologies régionales notamment).

## B. Signification biologique du résultat

Un premier élément de synthèse consiste à comparer les résultats obtenus avec la classification préalable établie d'après la C.P.C.S.. En se reportant au document annexe (volume II), la liste des types de sols identifiés fournit une vue d'ensemble de la couverture pédologique du massif du Morvan qui montre une grande homogénéité à l'échelle globale du massif.

En nous en tenant à la stricte utilisation des caractères énoncés par la classification de 1967, les possibilités d'investigation restent très limitées. Il est clair que pour fournir une description plus précise à notre échelle, il aurait été nécessaire d'inclure une information complémentaire que cette méthode ne permet pas d'envisager sauf en prenant une liberté importante par rapport à la stricte application des définitions proposées.

L'application de notre méthode nous a permis de resituer nos descriptions parmi les résultats déjà publiés et d'apporter des éléments nouveaux au sujet des sols humifères. La grille présente les différents points de repères du gradient obtenu en comparant les unités C.P.C.S. et les références du R.P.F.

### Sols brunifiés

Sol brun mésotrophe	Sol brun acide		Sol brun ocreux	Sol brun ocreux humifère	Sol ocre-podzolique
Brunisol mésosaturé	Brunisol désaturé	Alocrisol brun	Alocrisol ocreux	Alocrisol-podzisol Podzisol ocrique	

Les sols bruns acides et bruns ocreux dominent l'essentiel de la surface alors que les autres types sont d'une extension très limitée.

Les formes d'humus correspondantes illustrent cette variabilité assez limitée :

Mull mésotrophe	Mull oligotrophe	Mull-moder	Moder	Dysmoder
-----------------	------------------	------------	-------	----------

### Sols peu évolués

- d'érosion : lithosol acide sur pente forte;
- d'apport colluvial sur bas de pente.

Ils sont topographiquement bien localisés et les lithosols restent assez rares.

Le gradient d'humidité se révèle être beaucoup plus étendu. Nous avons recensé des sols xériques superficiels sur des roches peu altérées en profondeur en haut de versants en exposition chaude. Dans toutes les zones dépressionnaires et les mouilles, l'engorgement des sols croît. Il est à l'origine de la formation de solums de deux types en Morvan:

- des sols à nappe très haute toute l'année, acides où l'accumulation de matière organique forme un hydromoder, un anmoor, voire une tourbe;
- des sols mieux drainés, dont la nappe subit des oscillations plus fortes dues en particulier aux changements de régime du cours d'eau qui la draine.

Toutes les situations intermédiaires entre ces deux extrêmes ont été observées.

La confrontation des solums identifiés s'est avérée efficace pour entrer plus dans le détail du déterminisme des caractères morphologiques et analytiques. Parmi les alocriols issus de roches cristallines, notre étude a permis de distinguer deux ensembles assez bien typés, recensés d'après leur texture, structure et la couleur générale des horizons :

- des solums à texture limono-argilo-sableuse, issus de roches granitiques à gros grains altérables, dont l'arène de couleur ocre-rosé, contient une charge faible à moyenne d'éléments grossiers altérés de forme arrondie;
- des solums à texture dominée par les limons et sables, issus de roches granitiques à grains fins (de type microgranite, aplite, granite porphyroïde à grains fins), libérant une arène à structure très fine, de couleur brun clair à beige, poussiéreuse à l'état sec, avec une charge en éléments grossiers anguleux parfois importante.

L'intérêt de notre résultat réside dans les nouvelles données acquises sur les solums humifères. Le présent travail fournit désormais une image précise, mais il sera encore nécessaire de clarifier leur statut. Quel est l'intérêt de cette nouvelle classification des solums humifères ? Outre le fait qu'elle vient compléter l'information sur la couverture pédologique du Morvan, elle pose le problème d'une meilleure connaissance de ceux-ci. Deux aspects biologiques importants justifient déjà cette distinction. Les alocriols ne possèdent pas les mêmes propriétés sur le plan de la réserve en eau que les andisols. La convergence morphologique de ces alocriols est assez frappante et doit donner lieu à des vérifications dans d'autres régions. Dans la suite de cette recherche, il conviendra donc d'étudier cette unité à part, en employant tous les paramètres analytiques préconisés dans le R. P. en identifiant de façon plus certaine les matériaux parentaux (\*).

---

\* Cette étude, lancée à l'initiative de J. CHRETIEN, a donné lieu à la description de nouvelles fosses non intégrées à cette étude.

# QUATRIEME PARTIE

---

SYNTHESE GENERALE

## I - Aspects méthodologiques

Parvenu au terme du traitement de l'information, il nous semble nécessaire de fournir dans cette partie une image synoptique des étapes méthodologiques franchies. Les apports de chacune dans l'analyse des données nous ont montré leur complémentarité.

La **figure 18** présente la démarche suivie. Sur la première ligne, sont spécifiées **les données en entrée**. Les niveaux hiérarchiques intermédiaires énumèrent **les choix de traitement** et d'exploitation discutés dans chacune des parties précédentes.

Au niveau inférieur figure **l'ensemble des relations** entre les catégories homogènes issues de l'analyse : les unités floristiques et les groupes de caractères stationnels, composants des écosystèmes que nous nous sommes proposé d'individualiser.

C'est seulement à ce stade du raisonnement que peut être abordée la recherche du déterminisme de chacune des unités et des syntaxons identifiés, objectif visé dans ce chapitre de synthèse.

## II - Synthèse de la végétation forestière morvandelle

### **A. Les différents niveaux d'intégration**

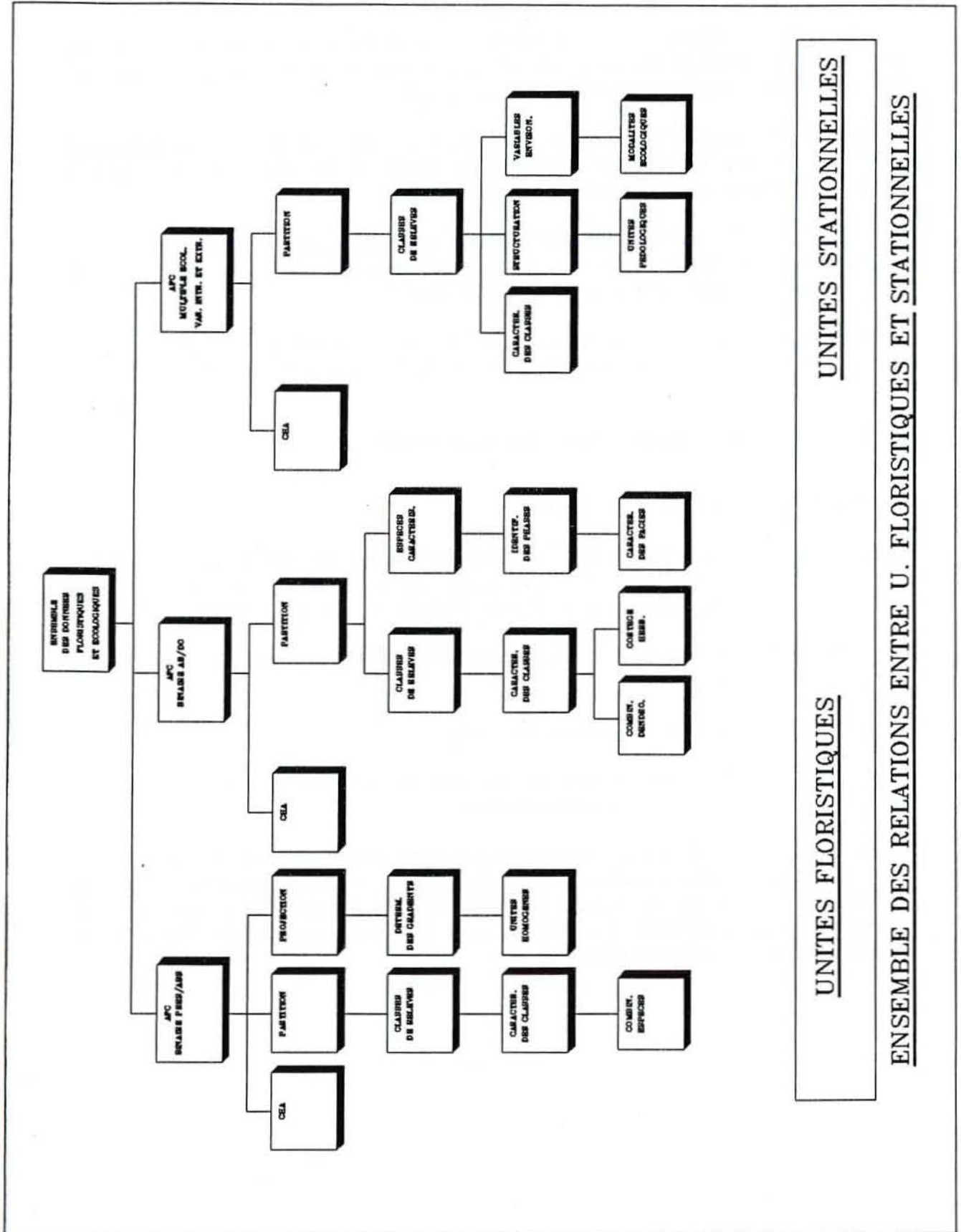
A chacune des étapes du tri, nous avons exprimé dans les conclusions les limites de l'interprétation, qu'elle soit basée sur les caractères floristiques ou stationnels. Une dernière tâche consiste alors à recenser les discontinuités créées qui se juxtaposent et à analyser les contre-exemples.

Nous souhaitons à terme arriver à la définition de types d'écosystèmes à fonctionnement propre et capables de se perpétuer.

Ainsi, les vérifications se situent à deux niveaux. Il s'agit :

- en premier lieu, de valider (ou non) les discontinuités proposées dans les gradients et de caractériser le fonctionnement des unités reconnues ;
- enfin, de recouper l'information floristique et écologique pour cerner au plus près les aspects synécologiques. Ce niveau est celui où sont intégrées toutes les variables d'environnement. Il est opérationnel pour la mise en évidence des types d'écosystèmes et donc des types de stations forestières et pour la définition des syntaxons avec l'appréhension de leur déterminisme, ainsi que l'exige la méthode phytosociologique.

Figure 18 : Algorithme méthodologique



## B. Relations sol/végétation

### 1. Validité des unités homogènes

#### 1.1. Groupes d'espèces indicatrices et niveau trophique

La méthode adoptée vise à vérifier la validité des unités floristiques définies en raisonnant à l'aide des données analytiques recueillies sur des fosses pédologiques qui ont été pratiquées dans des stations représentatives des différentes unités du gradient trophique (construit à partir des groupes d'espèces indicatrices).

Nous disposons de 4 à 6 fosses analysées par unité. Nous avons extrait plusieurs paramètres qui nous semblaient pertinents pour la compréhension de la répartition des plantes, en nous basant sur les réflexions déjà menées en ce domaine par PENEL (1979, op.cit.) et VERGER (1989, op. cit.) :

- le pH eau,
- l'état du complexe adsorbant.

Nous avons étudié ces paramètres dans les deux horizons supérieurs. Ceux-ci concernent une profondeur allant jusqu'à -40 cm (0 fixé à la base de l'épisolum humifère), profondeur prospectée par les plantes herbacées et arbustives. Dans les solums pris en référence, les données utilisées appartiennent donc en majorité à l'horizon A héli-organique, excepté pour quelques solums peu épais dont l'horizon inférieur est en fait l'horizon S.

Un premier ensemble de graphiques (Fig. 19) visualise l'état du complexe adsorbant. Les diagrammes empilés donnent la proportion de chacun des cations en % de T. La figure 20 rassemble les valeurs du pH eau, du taux de saturation, et de la proportion relative d' $Al^{3+}$  et de  $H^+$ .

\* Unité NEUTROCLINE à NEUTROACIDICLINE :

Solums analysés : 196, 198, 523, 154, 535.

Ces solums sont caractérisés par un pH proche de 5, allant jusqu'à 7 dans la couche inférieure; une taux de saturation toujours supérieur à 20 %. La proportion  $Al^{3+}/H^+$  est très variable.

\* Unité ACIDICLINE :

Solums : 394, 201, 447, 475, 126.

Le pH eau reste très proche des valeurs observées dans l'unité précédente, de même que le taux de saturation. On note une proportion d' $Al^{3+}$  qui s'inverse d'un horizon à l'autre. Dans trois des solums, la quantité d' $Al^{3+}$  de la couche supérieure est plus basse que celle de l'horizon inférieur.

\* Unité MESOACIDIPHILE :

Solums : 531, 505, 493, 443, 402.

Le pH eau reste très proche des valeurs observées dans l'unité précédente, de même que le taux de saturation. On note une proportion d' $Al^{3+}$  qui s'inverse d'un horizon à l'autre. Dans au moins trois des solums, la quantité d' $Al$  de l'horizon supérieur est plus basse que celle de l'horizon inférieur.

Figure 19-1 : Etat du complexe adsorbant des solums-types du Morvan (Horizon supérieur).

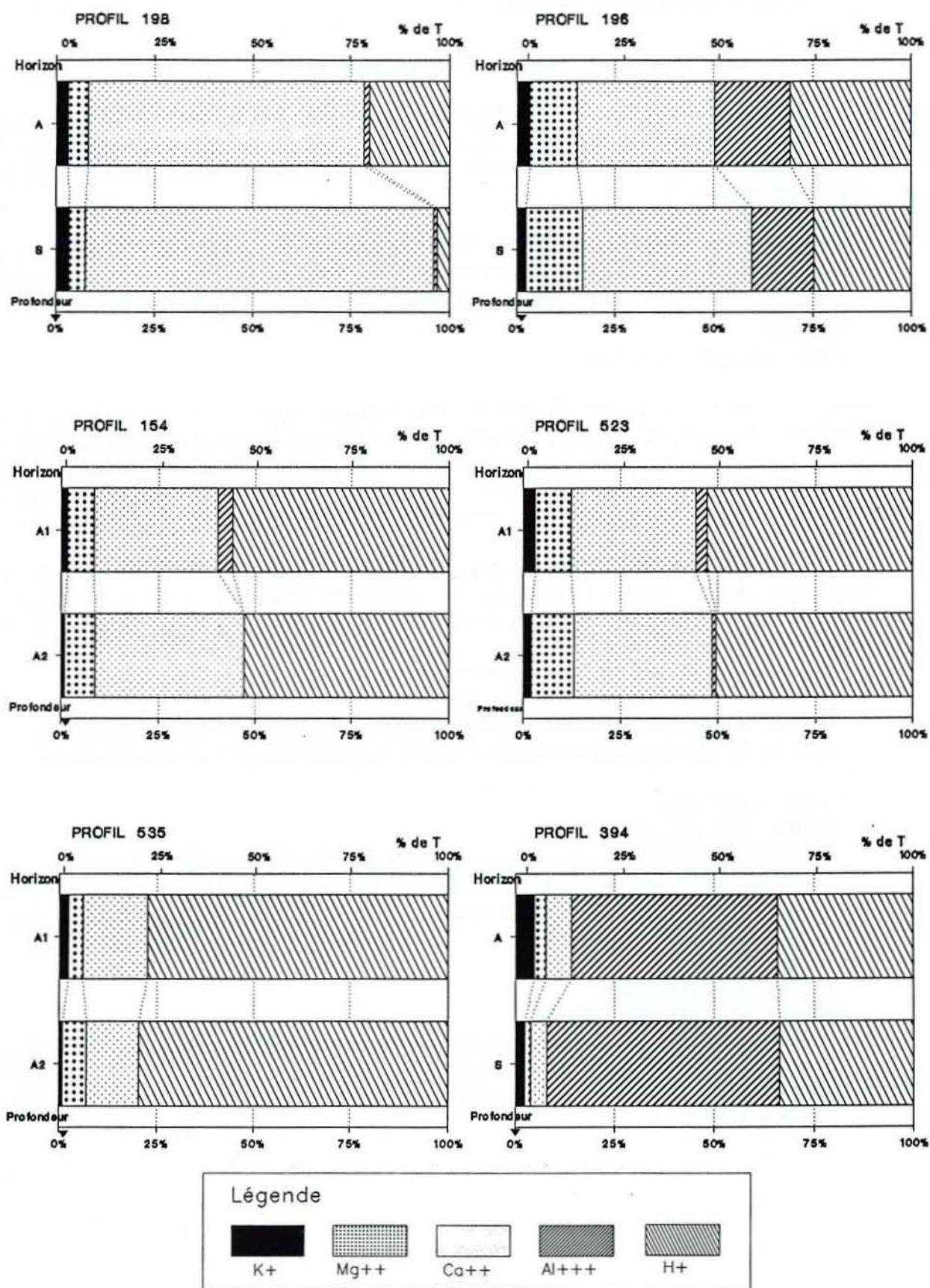


Figure 19-2 : Etat du complexe adsorbant des solums-types du Morvan (Horizon supérieur).

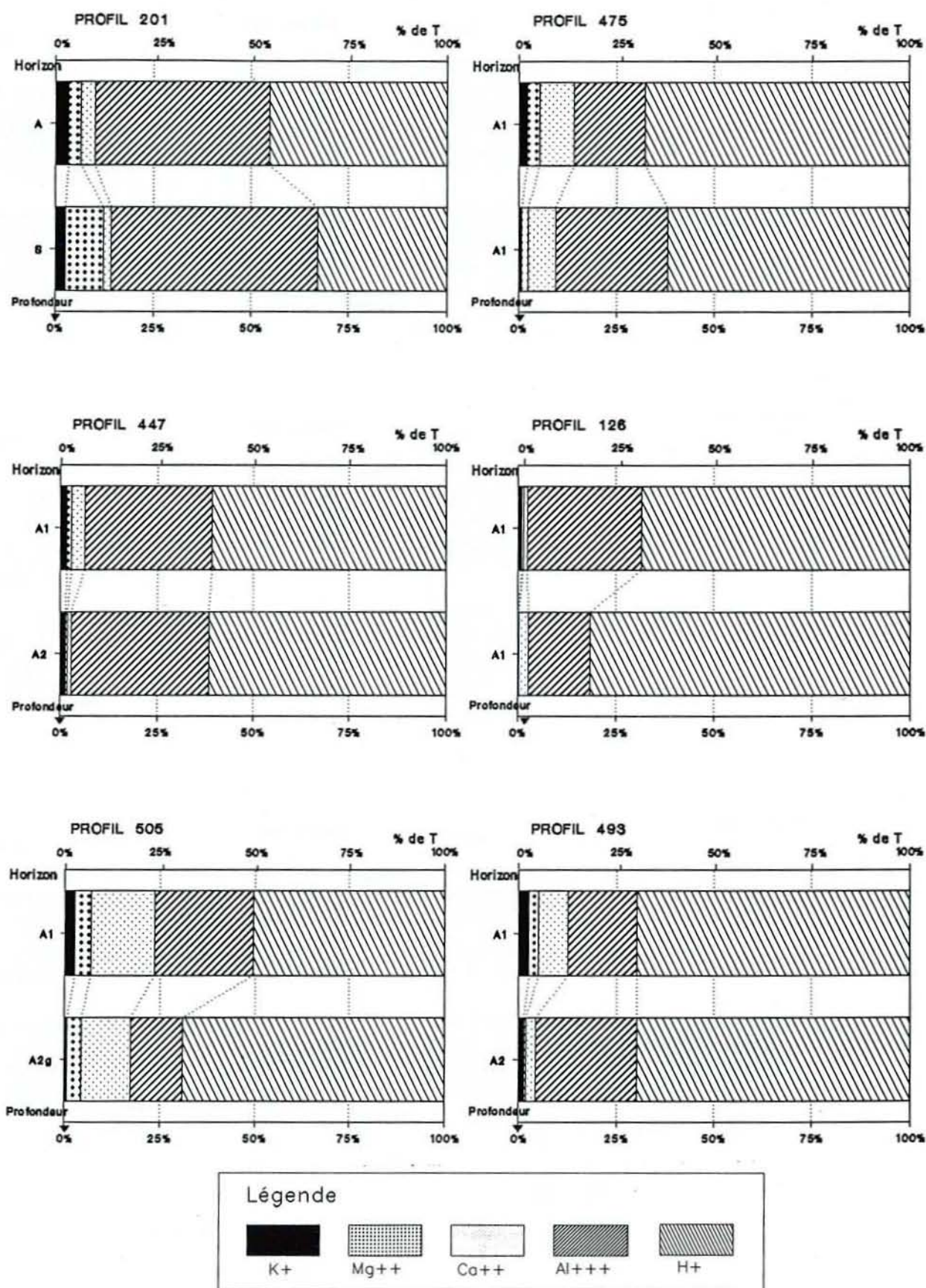


Figure 19-3 : Etat du complexe adsorbant des solums-types du Morvan (Horizon supérieur)

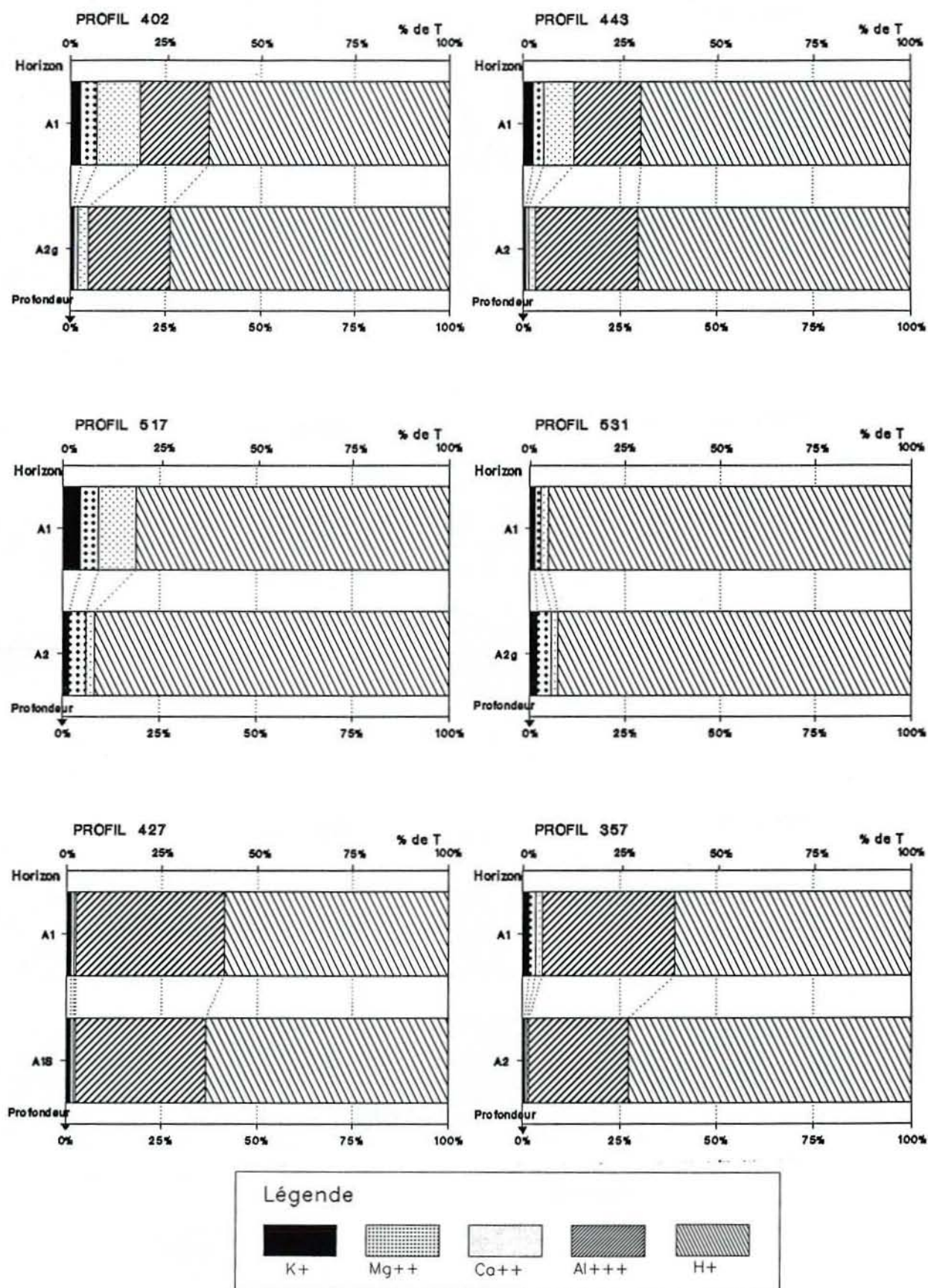


Figure 19-4 : Etat du complexe adsorbant des solums-types du Morvan (Horizon supérieur)

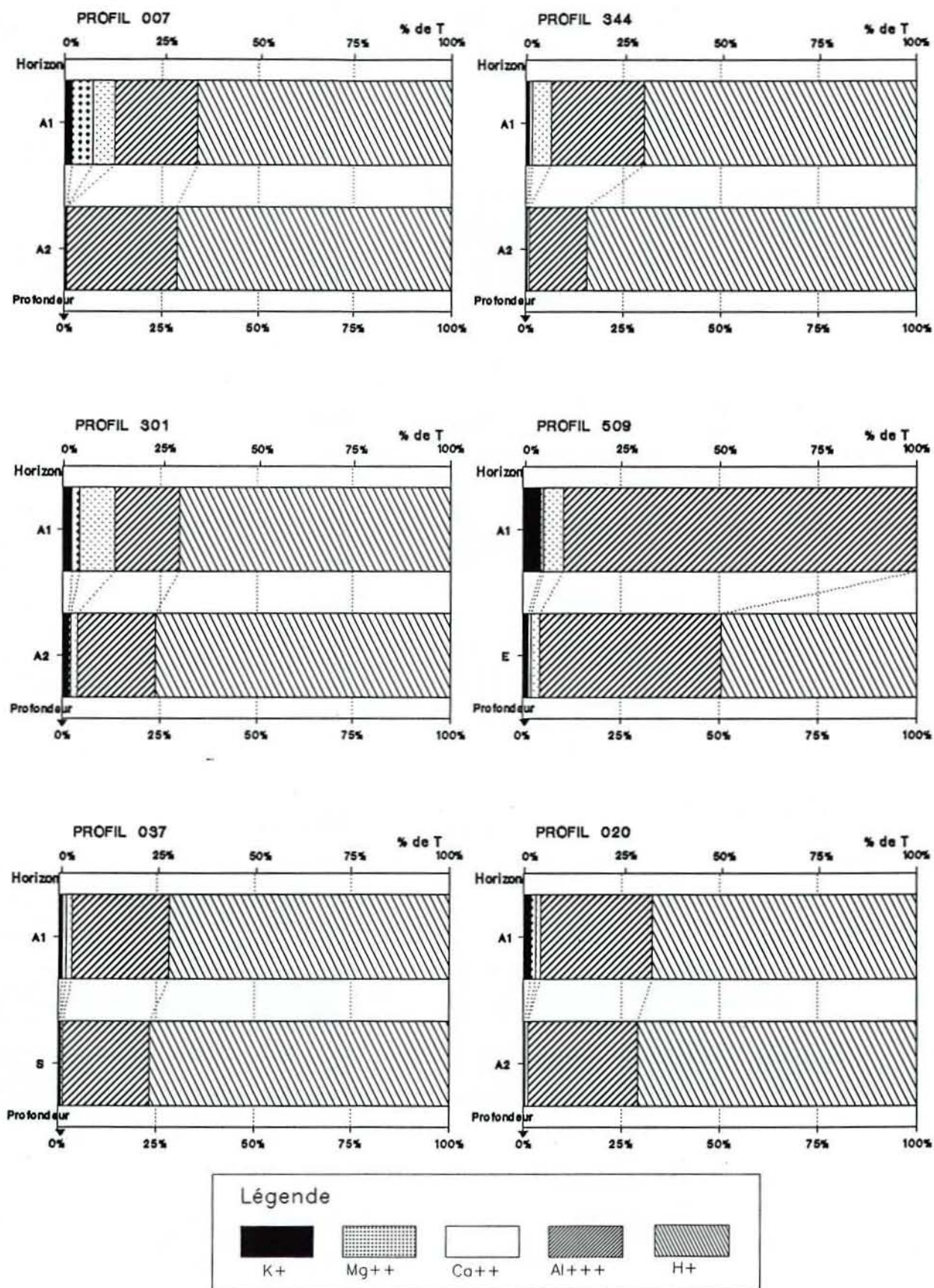


Figure 19-5 : Etat du complexe adsorbant des solums-types du Morvan (Horizon supérieur)

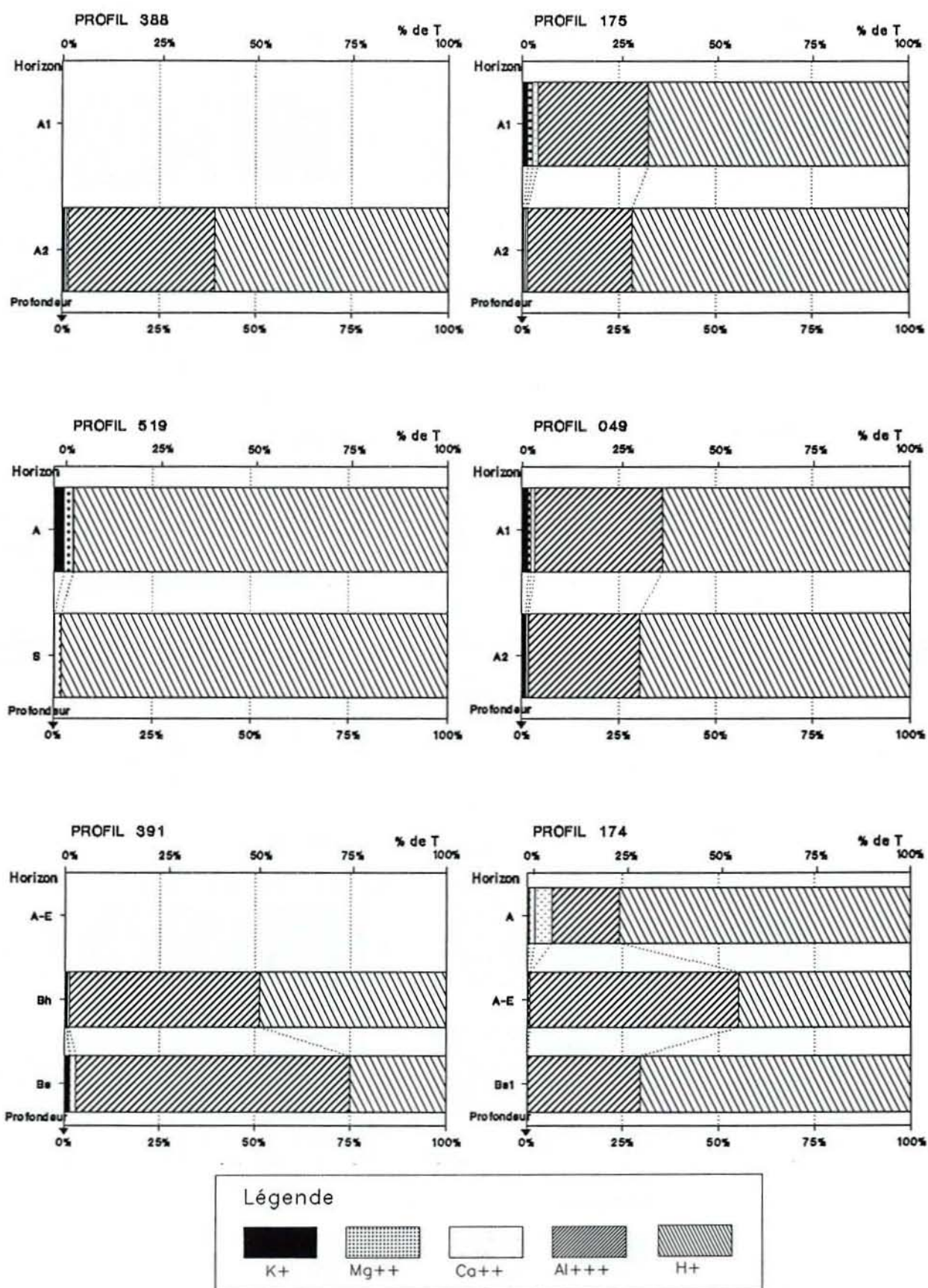


Figure 20-1 : Principaux paramètres chimiques de l'horizon supérieur des solums

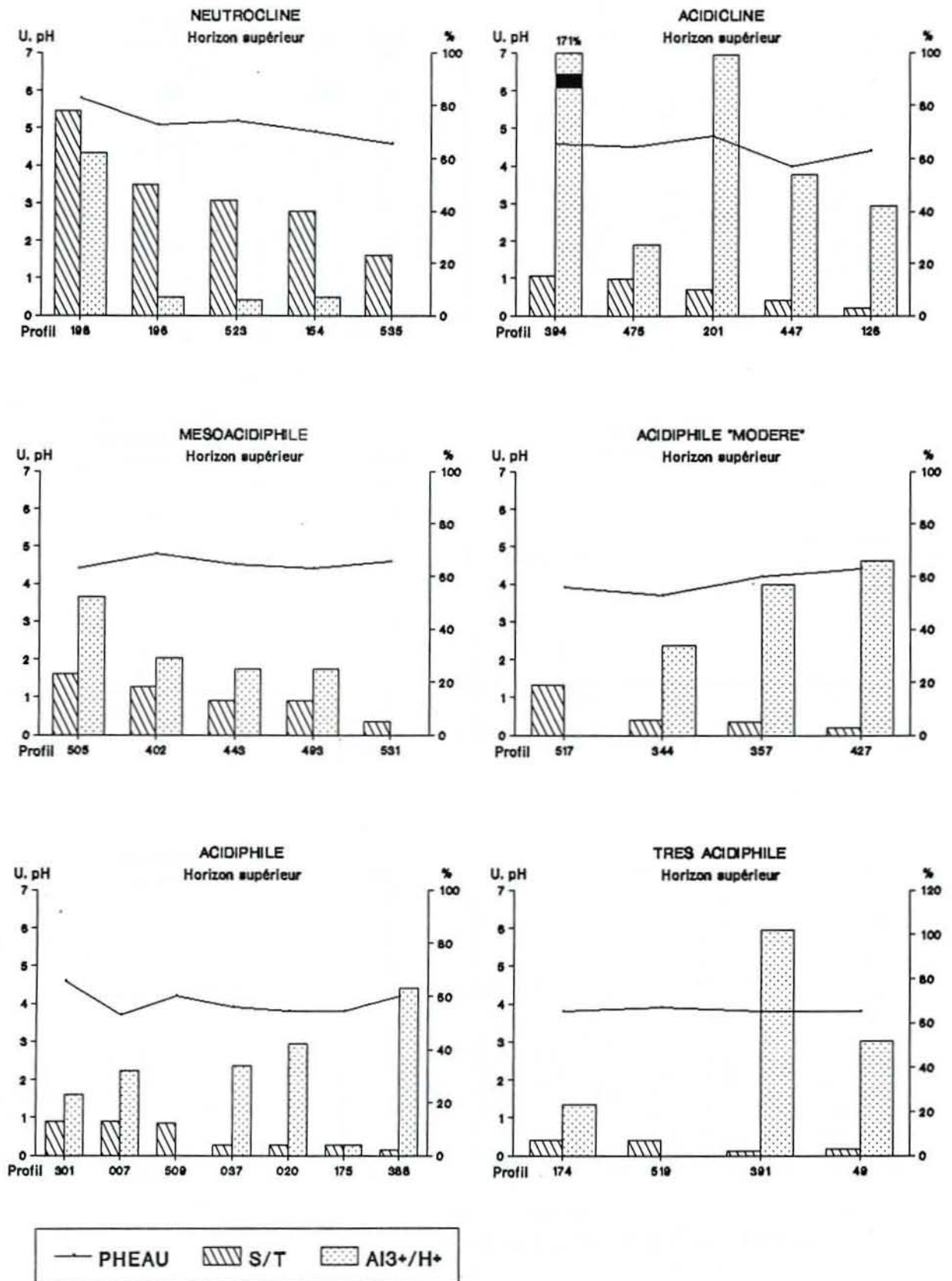
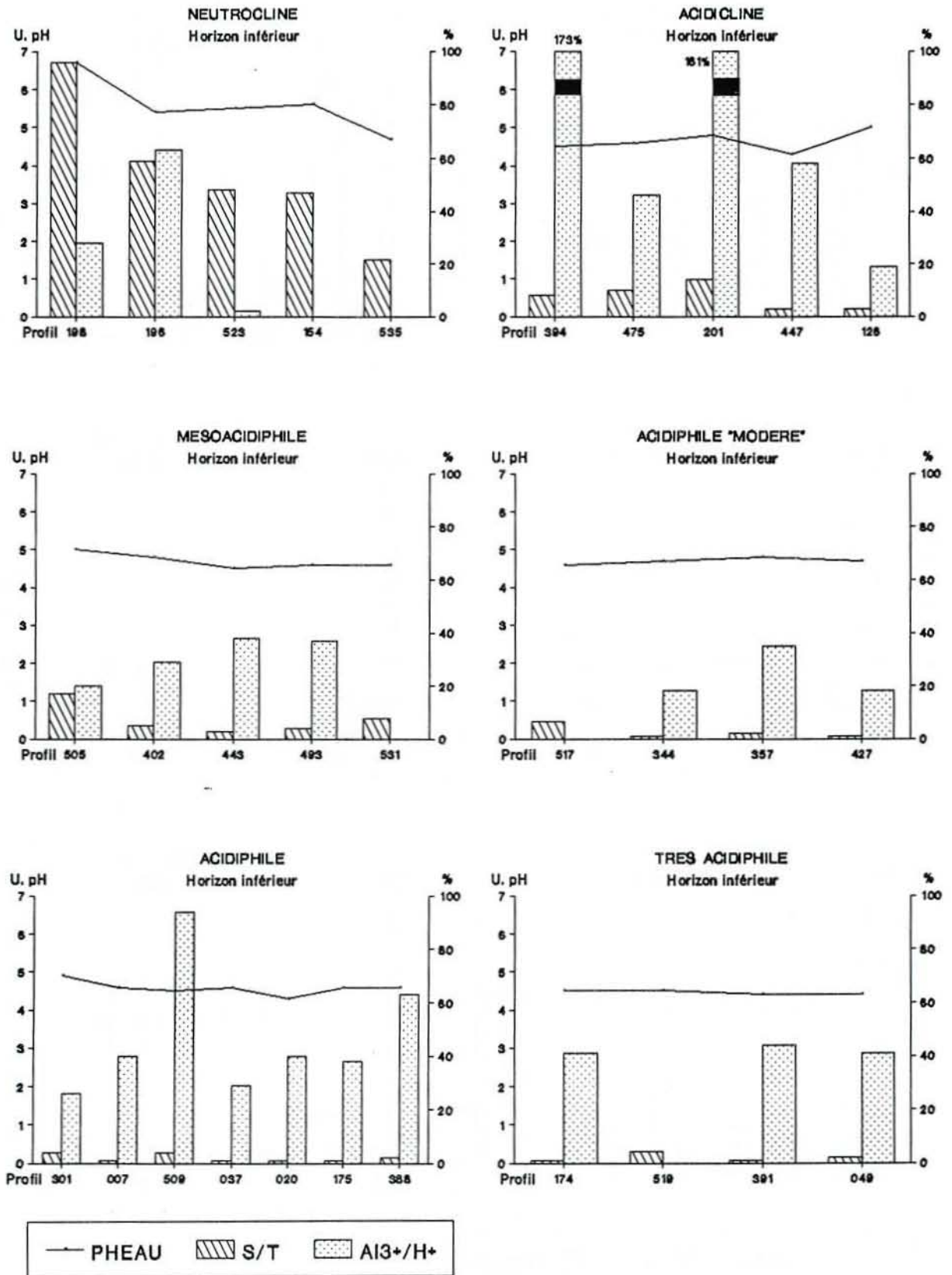


Figure 20-2 : Principaux paramètres chimiques de l'horizon inférieur des solums



\* Unité ACIDIPHILE "MODERE" :

Solums : 427, 357, 344, 517.

Le pH de l'horizon supérieur se situe entre 3,8 et 4,3, ce qui distingue ces solums de ceux de l'unité précédente. S/T est inclus entre 5 et 10 %. La proportion d' $Al^{3+}$  peu variable reste constante dans chacun des horizons. Les ions d'acidité sont hyper-dominants dans le complexe avec  $Al^{3+}$  toujours important.

\* Unité ACIDIPHILE :

Solums : 037, 509, 007, 301, 020, 175, 388.

Le pH eau, proche de 4, reste peu différent de celui relevé dans l'unité acidiphile "modéré". Le taux de saturation, assez variable dans l'horizon supérieur (5 à 20 %), se stabilise entre 2 et 10 % au niveau inférieur. La proportion d' $Al^{3+}$  est constante dans l'ensemble, toujours marquée par une quantité très largement dominante d'ions d'acidité.

\* Unité TRES ACIDIPHILE :

Solums : 049, 174, 519, 391.

Le pH eau, toujours inférieur à 4 dans l'horizon supérieur, s'accompagne d'un taux de saturation très bas oscillant entre 2 et 5 %. La proportion d' $Al^{3+}$  atteint au minimum 40 % de celle de  $H^+$ .

\* Eléments de synthèse et discussion :

Une synthèse de ces résultats indique en premier lieu que le découpage effectué reste conforme aux données pédologiques. La valeur du pH est comprise entre un maximum de 7 et un minimum de 3,5 sur l'ensemble du massif. Nous avons signalé en première partie que le gradient trophique exprimé par les espèces était peu étendu comparativement à d'autres régions.

Le résultat assez frappant de cette comparaison globale est la proximité des valeurs atteintes dans les différentes unités. On peut estimer qu'elles sont significativement peu différentes si l'on tient compte de l'écart-type enregistré dans chacun des échantillons. Une comparaison avec les variations du pH enregistrées au cours de l'année viendrait certainement confirmer la faible signification de ce paramètre qu'avaient déjà soulignée PENEL et VERGER.

L'information apportée par le taux de saturation s'avère opérationnelle pour délimiter les grandes unités, mais peu efficace pour séparer des ensembles proches. La variabilité de ce paramètre édaphique est assez importante au sein de chaque unité. En règle générale, dans nos échantillons, nous constatons un taux de saturation plus fort dans l'horizon supérieur. Il faut rappeler que nous avons analysé le plus souvent deux niveaux de l'horizon héli-organique. Ainsi la couche supérieure possède toujours une quantité de matière organique plus importante à relier avec l'augmentation du S/T, fait classiquement expliqué par les pédologues.

D'après ce dernier paramètre, on identifie deux pôles distincts au Morvan :

- des solums avec S/T voisin ou supérieur à 20 % (brunisol et colluviosols des unités neutroclines à acidiclinales) ;
- des solums très désaturés, majoritaires, avec S/T toujours inférieur à 20 % (toutes les autres unités sur aloclisols).

En raison du nombre élevé de solums désaturés, il était utile d'observer la proportion des ions d'acidité.  $Al^{3+}$  joue un rôle important dans la minéralisation de la matière organique. La quantité relative de cet ion par rapport à  $H^+$  tend à nuancer le rôle de ce dernier dans l'acidité du sol. La question se pose de savoir s'il est possible de trouver une évolution linéaire du rapport  $Al^{3+}/H^+$  selon notre gradient trophique.

Là encore la grande variabilité de ce paramètre ne nous permet pas de confirmer les divisions que nous avons proposées. Nous remarquons que les sols les plus organiques comportent une quantité d'Al élevée, mais que la réciproque n'est pas vérifiée. Un certain nombre de solums possèdent une forte proportion de cet élément sans pour cela se révéler très humifères.

En conclusion, tout en observant une distribution logique des unités floristiques sur le gradient trophique et notamment des groupes caractéristiques des conditions extrêmes assez bien délimités, il reste que toutes les divisions "intermédiaires" proposées à notre échelle de travail sont accompagnées de paramètres édaphiques peu contrastés. C'est davantage le sens général de variation de ceux-ci qui est le plus lisible.

En comparaison avec les résultats obtenus dans les Vosges (OBERTI, 1991), on note des valeurs de S/T nettement plus faibles dans nos unités acidiphiles "modérés" et mésoacidiphiles. Il était impossible d'utiliser le rapport  $Ca^{2+}/Al^{3+}$  en raison de la très faible proportion de  $Ca^{2+}$  dans la plupart des solums

## 1.2. Groupes d'espèces indicatrices et niveau hydrique

L'étude du niveau hydrique des stations s'avère beaucoup moins précise que celle du niveau trophique. Les paramètres analysés ne permettent pas de définir des limites traduisant des changements de niveau hydrique des stations, sauf sur le plan qualitatif. Quatre grands ensembles ont été isolés :

hygrophile à mésohygrophile	mésogyrophile à hydrocline	hydrocline à mésoxérophile	mésoxyrophile à xérophile
Solum engorgé toute l'année à profondeur + ou - faible Rédoxisol/Réductisol	Solum engorgé temporairement à une profondeur moyenne horizon rédoxique > -50	Solum sain bien drainé horizon rédoxique profond éventuel	Solum à drainage excessif, à faible réserve en eau
Marécageux à assez humide	Assez humide à moyennement frais	Moyennement frais à assez sec	Assez sec à très sec

Nous avons signalé au chapitre précédent que la profondeur du niveau d'hydromorphie du sol était assez fidèlement traduite par la proportion d'espèces hydroclines (recouvrement).

En revanche, lors de la réalisation de "bipoints" de relevés destinés à comparer la représentation du groupe hydrocline (*Deschampsia cespitosa*, *Molinia caerulea*, ...) sur des solums possédant des caractères morphologiques notamment d'hydromorphie semblables, nous avons remarqué que la répartition de ces taxons était faussée dans les peuplements ouverts ou dégradés. On attribue couramment ce phénomène à l'afflux de lumière permis par les interruptions du couvert. Mais il s'est révélé aussi que le degré d'humidité était différent, toujours plus élevé dans les parcelles les plus ouvertes. On explique classiquement ce surcroît d'humidité par un affaiblissement du drainage effectué par la végétation lorsque celle-ci a été perturbée. Bien que fréquemment dressé, ce constat incite à réfléchir sur le fonctionnement hydrique du sol. Nous pensons que l'évolution du cortège hydrocline est modifiée non seulement en fonction de la quantité de lumière, mais aussi par le changement du régime hydrique moyen de la station. On mesure ainsi l'utilité de faire la part de l'influence des caractères :

- morphologiques d'hydromorphie, hérités depuis une longue période,
- de fonctionnement soumis au régime actuel et à l'influence du couvert végétal.

Aux difficultés d'interprétation du déterminisme du développement des taxons liés à l'humidité, s'ajoutent celles de la recherche de données sur le fonctionnement actuel du solum peut-être en décalage avec la morphologie. Cette donnée pédologique est peu souvent fournie dans les études. Elle serait certainement très utile pour mieux préciser la synécologie des groupes d'espèces des milieux humides mais nécessiterait un suivi annuel et pluriannuel du fonctionnement.

### 1.3. Groupes d'espèces indicatrices et aspects dynamiques

Malgré la répercussion importante des phénomènes dynamiques dans l'analyse des données, il nous a été impossible de parvenir à une formalisation poussée de l'étude du facteur historique. Seule une interprétation réalisée sur des bases biologiques (comportement des espèces) a permis d'opérer une première approche de ces aspects.

Nous rassemblons ici quelques données complémentaires à celles déjà présentées. En premier lieu, l'exploitation des profils écologiques offre la possibilité d'effectuer un tri des espèces qualifiées d'ubiquistes pour les facteurs trophiques et hydriques. Parmi celles-ci, nous pouvons séparer des espèces dont le spectre large s'explique par leur caractère pionnier leur permettant de s'exprimer dans des milieux assez divers. En recoupant l'information donnée par les profils écologiques et le classement proposé dans la synthèse de RAMEAU (1987, op. cit.), il est possible d'étudier la répartition de ces taxons en fonction de la nature du couvert. On peut ainsi mesurer leur participation aux cortèges floristiques colonisant les situations stationnelles extrêmes (grande acidité, forte humidité, sécheresse) auxquelles nous avons dû ajouter la profondeur utile du sol.

Lorsque celle-ci est faible, même en l'absence de tout autre facteur limitant, les espèces à caractères pionniers sont davantage représentées. Trois niveaux se sont imposés, car ils affirment l'existence d'un fonctionnement propre à chacun des écosystèmes ainsi isolés, dont un des signes extérieurs est la production ligneuse et la qualité des peuplements.

Profondeur utile des solums :

forte à moyenne plus de 50 cm	moyenne à faible de 30 à 50 cm	faible à superficielle moins de 30 cm
----------------------------------	-----------------------------------	--

L'obstacle principal à la prospection racinaire peut être constitué soit par le substrat géologique en place, non ou peu altéré, soit par la présence d'un tassement important de la base du solum. C'est pourquoi, dans le traitement des données stationnelles, la codification de la présence d'un horizon compact en profondeur (-40 à -50 cm) s'est révélée pertinente dans l'analyse.

#### 1.4. Groupes de caractères stationnels

La délimitation de ces groupes a été opérée lors de l'analyse des caractères stationnels. Nous avons reconnu un ensemble d'unités pédologiques à l'aide de leurs paramètres intrinsèques et des variables d'environnement (extrinsèques). Le recensement de toutes les combinaisons aboutit à délimiter des **unités stationnelles élémentaires**. Rappelons que cette opération a permis d'apporter un certain nombre de précisions dans la connaissance de la couverture pédologique du massif et de mettre en évidence une unité encore mal connue qui a nécessité une étude plus approfondie. Pour cette dernière; il est nécessaire de compléter sa définition en précisant la nature de la flore et de la végétation qu'elle porte.

### **2. Relations entre unités floristiques et unités stationnelles élémentaires.**

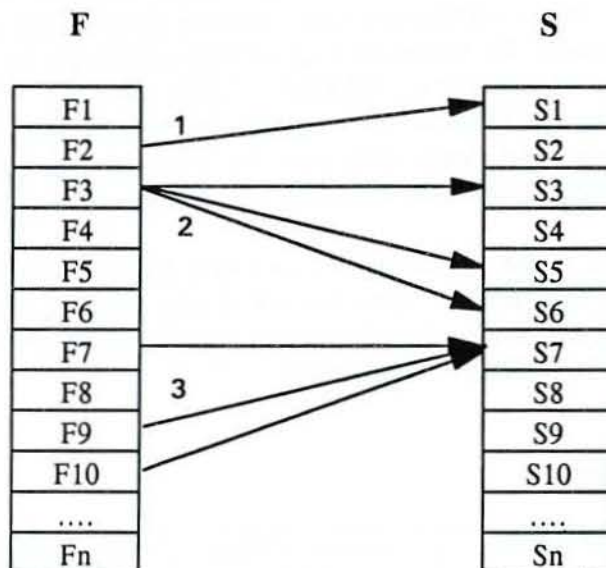
#### 2.1. Typologie des relations

L'algorithme de la figure 18 présente l'objet de notre typologie comme la définition des relations qui lient unités floristiques et caractères stationnels. Il convient à présent d'énumérer les types de relations qui sont susceptibles d'être mis en évidence.

Notre méthode consiste à réaliser une partition

- de l'ensemble **F** des caractères floristiques en **unités floristiques élémentaires**,
- l'ensemble **S** des caractères stationnels en **unités stationnelles élémentaires**,

et à définir une fonction de F vers S.



Nous avons présenté cette étape comme la recherche d'une bijection entre ces deux ensembles. A ce niveau de la réflexion, la confrontation des résultats de chacune des étapes conduit à distinguer trois types de relation :

1. Une unité floristique correspond à un seul groupe de caractères stationnels. Celle-ci peut être définie comme élective de ces conditions de milieu.
2. Une même unité floristique est retrouvée sur plusieurs unités stationnelles élémentaires. Cette relation illustre la synécologie de cette unité. Dans l'optique fixée, il est nécessaire de bien vérifier la dissemblance des caractères stationnels, soit l'existence de caractéristiques de fonctionnement propres.
3. Plusieurs unités floristiques sont identifiées pour un même groupe de caractères stationnels. L'interprétation de ce phénomène se pose en termes dynamiques.

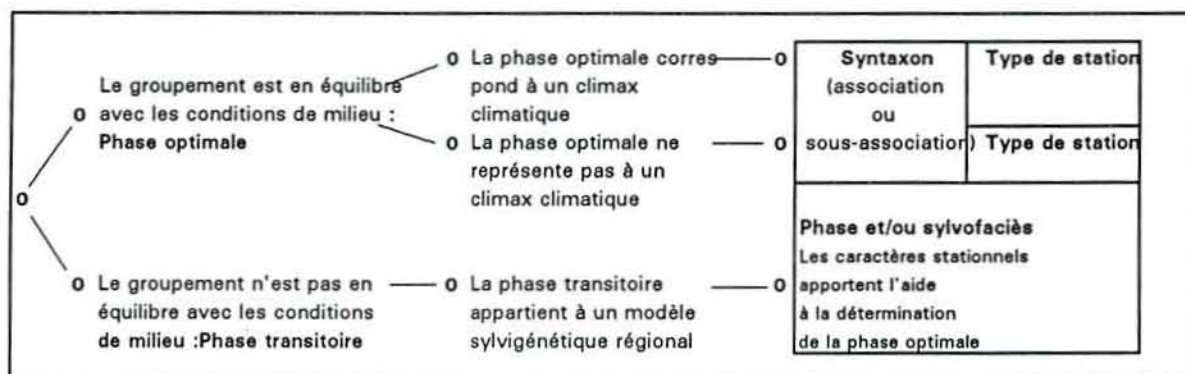
Ces relations peuvent être ensuite interprétées.

Dans la relation de type 1, on note l'existence d'une unité floristique dont le déterminisme écologique est connu mais dont la dynamique est limitée. Tous les groupements sont dans un état de maturité proche. Cette relation définit le plus souvent un **climax stationnel**.

La relation de type 2 montre qu'une même végétation a pu être décrite dans des unités stationnelles élémentaires pourtant différentes. En plus de conclure à une amplitude écologique large de cette communauté végétale, nous sommes obligé de rechercher dans ce cas un déterminisme d'ordre dynamique.

Dans la relation de type 3, les groupements recensés ne peuvent que correspondre à plusieurs étapes d'une même sylvigénèse. L'image spatiale de cette relation, à notre sens, illustre la définition du climax proposée par RAMEAU.

Cette analyse sert de base à l'identification des unités fonctionnelles de la forêt morvandelle. L'existence de plusieurs types de relations entre les différentes catégories prouvent que le déterminisme n'est pas unique. Ceci ne constitue pas une nouveauté mais nous pensons avoir démontré ici que l'appréhension de celui-ci ne peut être menée sur un plan global en laissant penser que la prise en compte des facteurs prépondérants autorise une extrapolation en ce qui concerne les aspects non envisagés dans l'échantillonnage et les résultats statistiques non analysables. Pour nous, il est clair que l'utilisation des données offre rarement le confort propice à l'application des définitions citées en introduction. Aussi doit-on s'en tenir à la stricte utilisation de l'information maîtrisée ni plus ni moins. Le schéma ci-dessous résume la démarche d'identification des unités fonctionnelles de la forêt du Morvan et montre le choix adopté pour l'isolement des syntaxons et des types de stations.



La connaissance de toutes les relations entre végétation et milieu offre la possibilité d'une spatialisation sous forme :

- de transects synthétiques,
- d'un inventaire des types des stations (catalogue), assorti de clés de détermination. Plusieurs schémas simplifiés illustrent la structuration de chaque petite région.

## 2.2. Transects synthétiques

La prise en considération des aspects théoriques énoncés auparavant conduit à proposer deux séries de transects synthétiques. Ils viennent compléter certains déjà proposés pour le Morvan.

Nous donnerons ci-après deux figures illustrant le résultat de l'analyse du déterminisme des groupements (Fig. 21 et 22).

Puis nous décrirons les séquences reconnues dans chacune des petites régions naturelles (Fig. 23) au moyen de transects-types qui viennent compléter ce qui était déjà connu.

## 2.3. Catalogue des types de stations forestières (Volume annexe)

Dans ce volume, nous dressons un inventaire complet des types de stations forestières. Dans l'optique d'utilisation de ces connaissances pour la gestion sylvicole, il n'est pas réaliste de délivrer cette information sans effectuer quelques simplifications afin d'en faciliter l'accès aux non-spécialistes. Ce travail de rédaction complémentaire que constitue le catalogue a nécessité un effort de réflexion important afin d'opérer certains regroupements parmi les unités floristiques et les caractères stationnels sans toutefois trahir les impératifs ressortis de l'analyse.

La principale modification apportée a été le rassemblement des cortèges floristiques mésoacidiphiles et acidiphiles "modérés" reconnus très proches dans leur composition. Dans la description de leur répartition, nous avons désigné par le terme "acidiphile modéré" les types de stations de la partie supérieure des pentes, et "mésoacidiphile" ceux des bas de pente.

En ce qui concerne les caractères stationnels, il a été nécessaire de regrouper les types de substrats géologiques les plus proches, en raison, d'une part, de la difficulté de leur détermination et, d'autre part, de la complexité de leur distribution (substrats géologiques par exemple affectés de nombreuses hétérogénéités). Ce raisonnement a été appliqué pour le rapprochement d'unités occupant des positions topographiques contiguës.

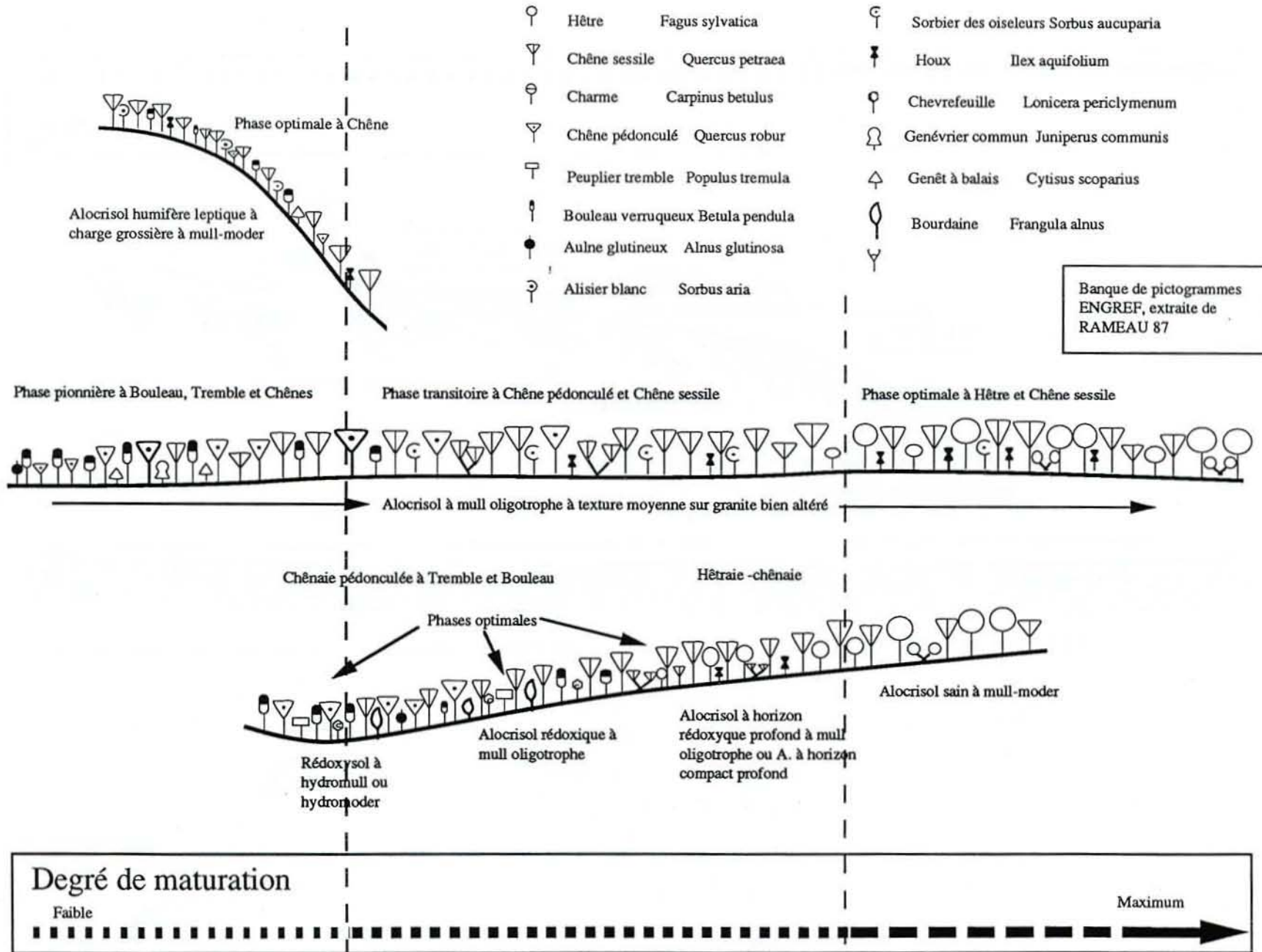


Figure 21 : Déterminisme des forêts acidiphiles

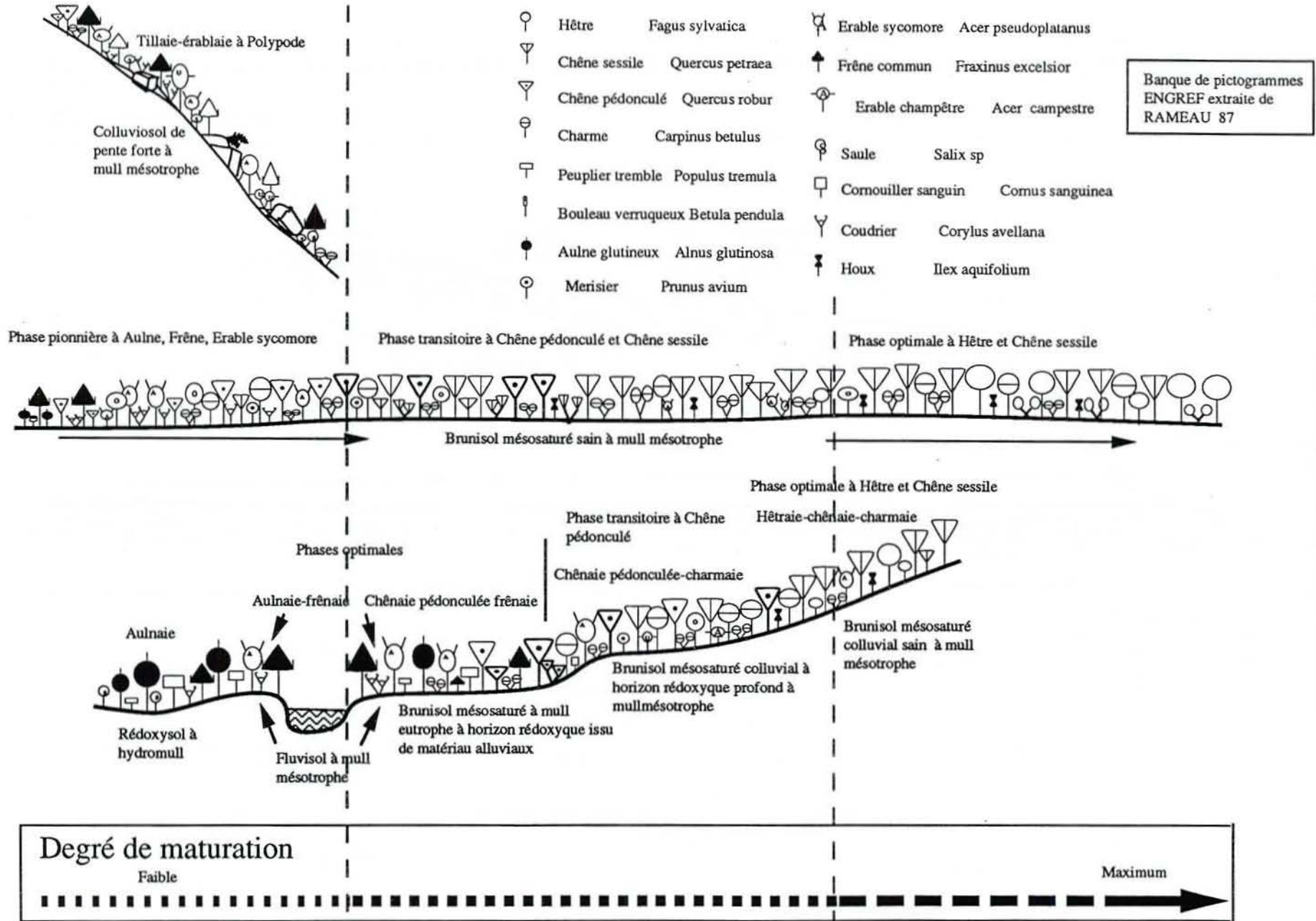
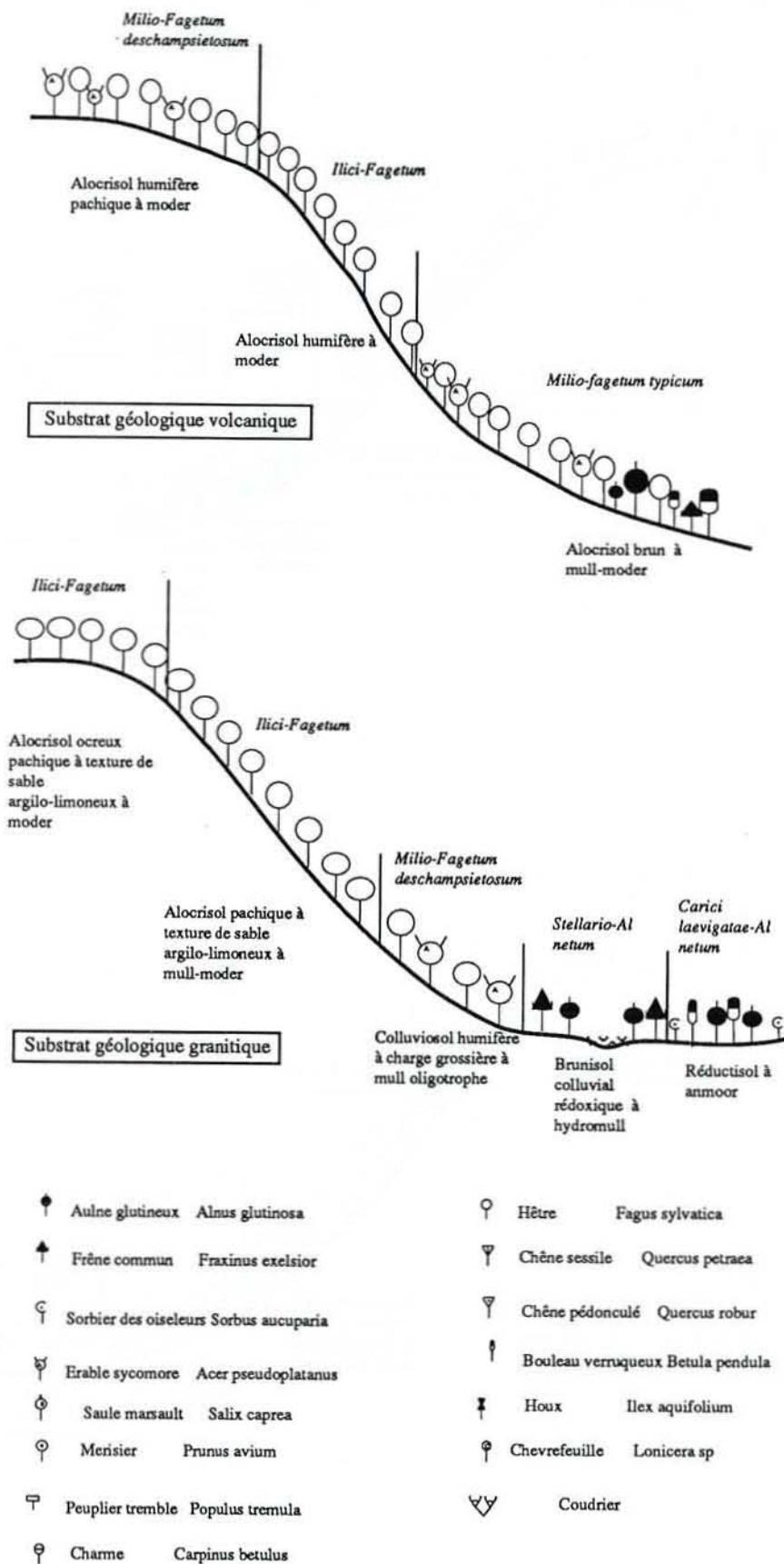


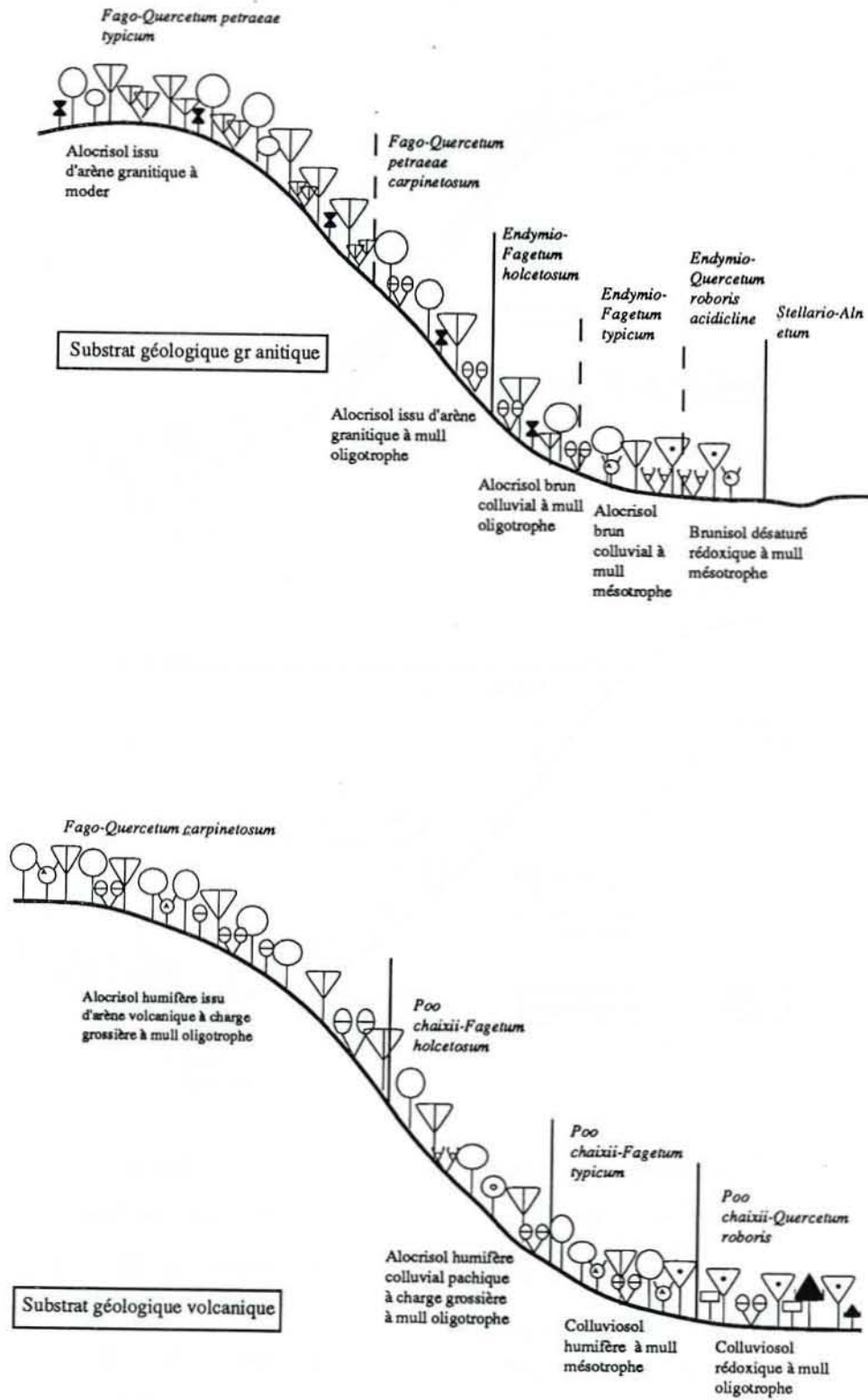
Figure 22 : Déterminisme des forêts neutroclines

**Figure 23 : Transects types des forêts du morvan**  
Haut Morvan montagnard



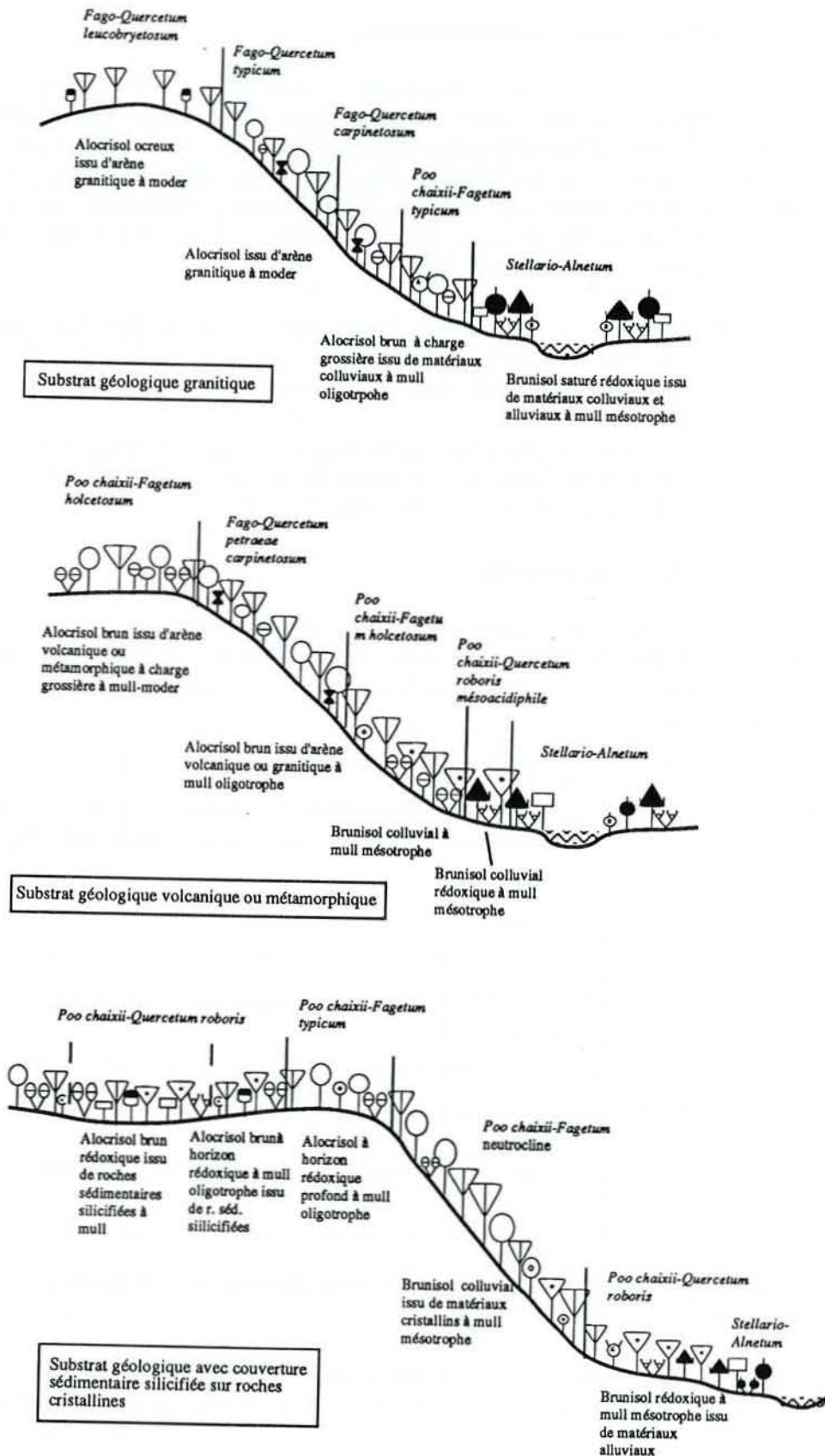
**Figure 23 : Transects types des forêts du morvan**

Haut Morvan collinéen



**Figure 23 : Transects types des forêts du morvan**

Bas Morvan



## 2.4. Développements complémentaires de la méthode et limites

### 2.4.1. Phytosociologie :

#### Relation avec le concept de "syntaxon élémentaire" :

La manipulation du concept de "syntaxon élémentaire" s'avère difficile à la suite de l'analyse des relevés phytoécologiques, telle que nous l'avons pratiquée. Après avoir signalé une première différence importante dans l'échantillonnage, la connaissance du déterminisme des syntaxons, nécessaire à leur définition, est envisageable dans notre cas seulement après traitement de l'ensemble de l'information écologique. Or nous avons montré précédemment qu'un tel but ne pouvait être atteint et donc que la définition du syntaxon élémentaire n'est pas applicable avec les principes méthodologiques que nous sommes fixés.

La nature de notre démarche ne nous permet pas d'employer ce concept sans contredire les principes de base de son élaboration soit en ne raisonnant que sur les données floristiques, soit en étant contraint d'intégrer les caractères stationnels avec la précision adoptée dans notre inventaire.

Nous avons délibérément choisi de situer nos unités floristiques dans le synsystème déjà en place pour le Morvan, dans un premier temps, puis de traiter les problèmes posés par le déterminisme à la suite de l'analyse des données écologiques pour certaines unités.

#### Déterminisme des nouveaux syntaxons

Ainsi que nous l'avons annoncé précédemment, il est utile de revenir sur le déterminisme des syntaxons dominés par *Quercus robur*. Ces forêts relèvent à la fois du *Quercion robori-petraeae* (unités floristiques acidiphiles) et du *Carpinion betuli* (unités floristiques acidiclinales). Le tableau ci-dessous présente ceux-ci :

Unité floristique	Acidiphile à acidiphile "modéré"	Mésoacidiphile	Acidicline	Neuroacidicline à neutrocline
Alliance	<i>Quercion robori-petraeae</i>	<i>Carpinion betuli</i>		
Solum épais sain	<i>Fago-Quercetum petraeae</i>	<i>Endymio-Fagetum et Poo chaixii-Fagetum</i>		
Solum à horizon rédoxique à une profondeur de -30 à -50 cm	<i>Molinio-Quercetum roboris</i>	<i>Endymio-Quercetum roboris</i> <i>Poo chaixii-Quercetum roboris</i>	<i>Endymio-Quercetum roboris</i>	

On reconnaît ainsi la présence des forêts à *Quercus robur* dans des milieux qui ne possèdent pas les mêmes potentialités.

En fonction de ce qui est connu de l'écologie des essences et des forêts situées sur des solums qui ne présentent pas de caractéristiques susceptibles de jouer le rôle de facteurs limitants, on estime

que les chênaies pédonculées distribuées sur ces stations correspondent à une phase dynamique conduisant à la Hêtraie-chênaie ou Hêtraie-chênaie à Charme.

A côté de cet ensemble, on remarque qu'un certain nombre de stations sont affectées par des excès d'eau ou bien possèdent un sol à faible profondeur utile. L'autoécologie du Hêtre explique son absence dans les milieux qui viennent d'être décrits et il y a lieu de penser que dans le cas d'un abandon de ces parcelles, il n'y aurait pas retour à une forêt à Hêtre et Chêne sessile. Les peuplements à *Quercus robur* (et *Quercus petraea*) représentent alors le degré maximum de maturation que la végétation peut atteindre dans ces milieux.

Dans la logique de notre raisonnement, il n'est pas envisageable de définir des associations végétales dont la pérennité est incertaine.

C'est pourquoi, nous pouvons confirmer la distinction dans les forêts à Chêne pédonculé :

- de climax stationnels, seuls représentants du *Poo chaixii-Quercetum roboris* et de l'*Endymio-Quercetum roboris*;
- de phases temporaires qui, dans le cas d'une évolution non contrôlée par l'homme, tendraient à se rapprocher de la hêtraie-chênaie.

Sur le plan de la composition floristique, l'interprétation suit la classification proposée, à savoir que l'on retrouve deux unités avec :

- des phases mésophiles sur le sol sain, d'épaisseur moyenne à forte ;
- des ensembles à flore des milieux très frais à humides constituant seuls les associations à *Quercus robur*.

Ceci ne modifie donc en rien le tableau synthétique de classification proposé en début d'analyse mais achève la définition des syntaxons nouveaux pour le Morvan.

#### 2.4.2. Phytoécologie

Dans cette partie, nous donnons une analyse complémentaire de deux types de données qui n'ont pu être intégrés directement dans les étapes précédentes de la synthèse. Il s'agit ici de décrire la flore et la végétation rencontrées sur les solums humifères.

Nous avons dressé un tableau floristique (Tab. XXIII) des relevés effectués dans ces stations. Sa lecture confirme le caractère original du cortège floristique et démontre aussi que les situations topographiques occupées sont celles où est rencontrée habituellement la flore acidiphile à très acidiphile. Ainsi des solums de haut de versant et sommet portent une flore acidiphile à acidiphile "modéré" alors que les valeurs du S/T et du pH restent proches de celles des stations les plus acides.

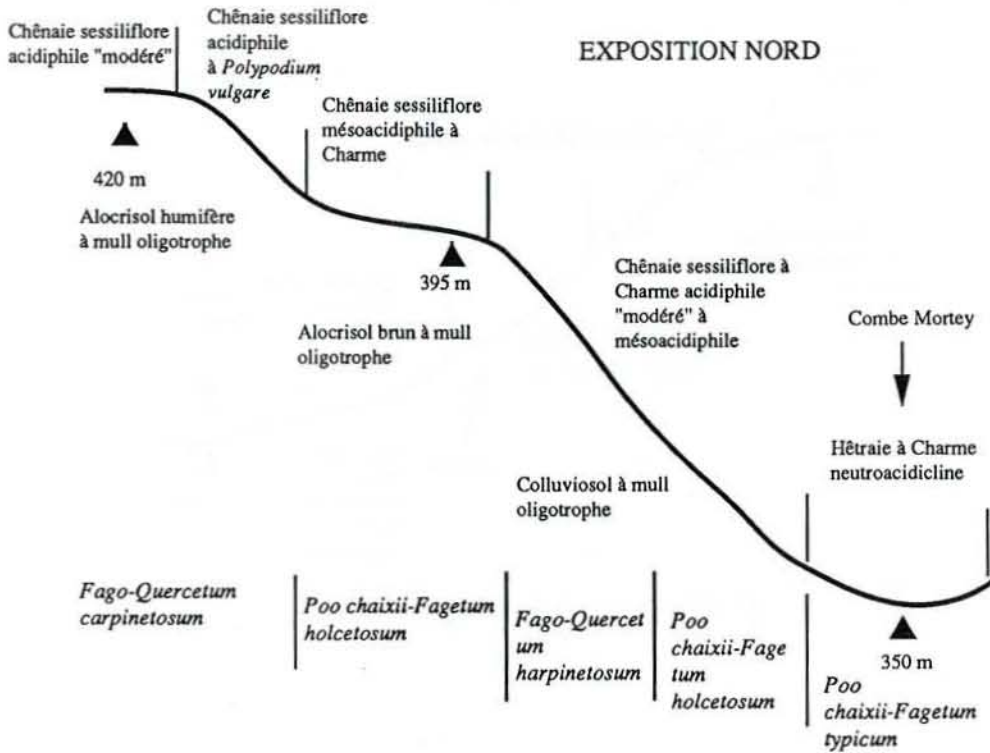
L'intégration des caractéristiques de l'environnement pour chacune des unités floristiques nous démontre que la distribution des forêts dont la flore est faiblement acidiphile à acidiphile est moins figée que celle signalée jusqu'à l'heure actuelle. Les caractères stationnels, notamment la situation topographique, attachés à chacune des unités floristiques sont affectés d'une variabilité importante. Trois transects illustrent ces observations (Fig. 24).

NUMERO DE RELEVÉ	321	320	425	210	167	279	513	536	419	641	427	416	323	380	424	207	208	128	344	211	329	182	180	318	345	209	327	415	537	417	236	
SITUATION TOPOGRAPHIQUE	HVER SOMA VERS SOMA SOMA VERS VERS REPL VERS SOMA HVER BVER BVER BVER VERS HVER SOMA VERS HVER SOMA SOMA VERS VERS REPL VERS HVER HVER HVER VERS HVER SOMA SOMA HVER																															
ALTITUDE	730	743	240	720	507	482	383	280	785	310	190	360	335	275	795	775	775	835	705	455	690	652	710	830	704	425	282	420	277	450		
PENTE	25	0	38	0	0	28	6	0	25	0	10	30	32	15	18	0	12	21	4	0	24	8	0	20	9	25	4	0	0	21		
EXPOSITION	NW	NU	NE	NU	S	W	NU	SW	-	S	SW	E	S	S	NU	NE	W	SW	NU	N	N	SW	NU	SE	S	SW	SE	SW	NU	N		
STYLOFACIES	TVE	TVE	TSF	FUSO	TSF	TSF	TSF	TSF	TVE	FURE	TVE	TVE	TSF	TVE	TVE	TVE	TVE	FUSO	FUSO	N	SW	FUSO	TAIL	TAIL	TVE	FURE	TVE	TVE	FUSO	TSF	TVE	
ARBRES RECOURNEMENT	80	100	50	100	100	100	70	90	100	100	100	70	100	90	80	80	80	100	90	80	100	100	100	100	100	100	90	100	100	95		
STRATE ARBORESCENTE	RES.																															
Quercus petraea	1	1	3	3	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	
Fagus sylvatica	5	5	4	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	4	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	
Fagus sylvatica	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
Quercus petraea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Quercus petraea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acer pseudoplatanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ACIDIPHILES A LARGE AMPLITUDE	77																															
Ilex aquifolium	1	1	3	1	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	4	3	2	2	2	2	2	
Holcus mollis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hypnum cupressiforme	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Polytrichum formosum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ACIDIPHILES DE MODER	36																															
Deschampsia flexuosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Dicranum scoparium	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pteridium aquilinum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Taeniocum scorodonia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pseudocleropodium purum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Carex pilulifera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Melanopyrum pratense	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ACIDIPHILES DE DYSMODER	10																															
Hylocomium splendens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Leucobryum glaucum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NEUTROCLINES	10																															
Cerpinthus betulus	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Hedera helix	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Stellaria holostea	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Polygonatum multiflorum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Solidago virgaurea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ESPECES A TRES LARGE AMPLITUDE	18																															
Corylus avellana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sorbus aria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Eurhynchium striatum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ACIDICLINES	16																															
Rubus pl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lonicera periclymenum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Dryopteris carthagenica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Milium effusum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TYPE DE SUBSTRAT	13																															
TYPE D'HUMUS	56																															
TYPE DE SOL	52																															
NUMERO DE RELEVÉ	321	320	425	210	167	279	513	536	419	641	427	416	323	380	424	207	208	128	344	211	329	182	180	318	345	209	327	415	537	417	236	
SITUATION TOPOGRAPHIQUE	HVER SOMA VERS SOMA SOMA VERS VERS REPL VERS SOMA HVER BVER BVER BVER VERS HVER SOMA VERS HVER SOMA SOMA VERS VERS REPL VERS HVER HVER HVER VERS HVER SOMA SOMA HVER																															
PENTE	25	0	38	0	0	26	6	0	25	0	10	30	32	15	18	0	12	21	4	0	24	8	0	20	9	25	4	0	0	21		

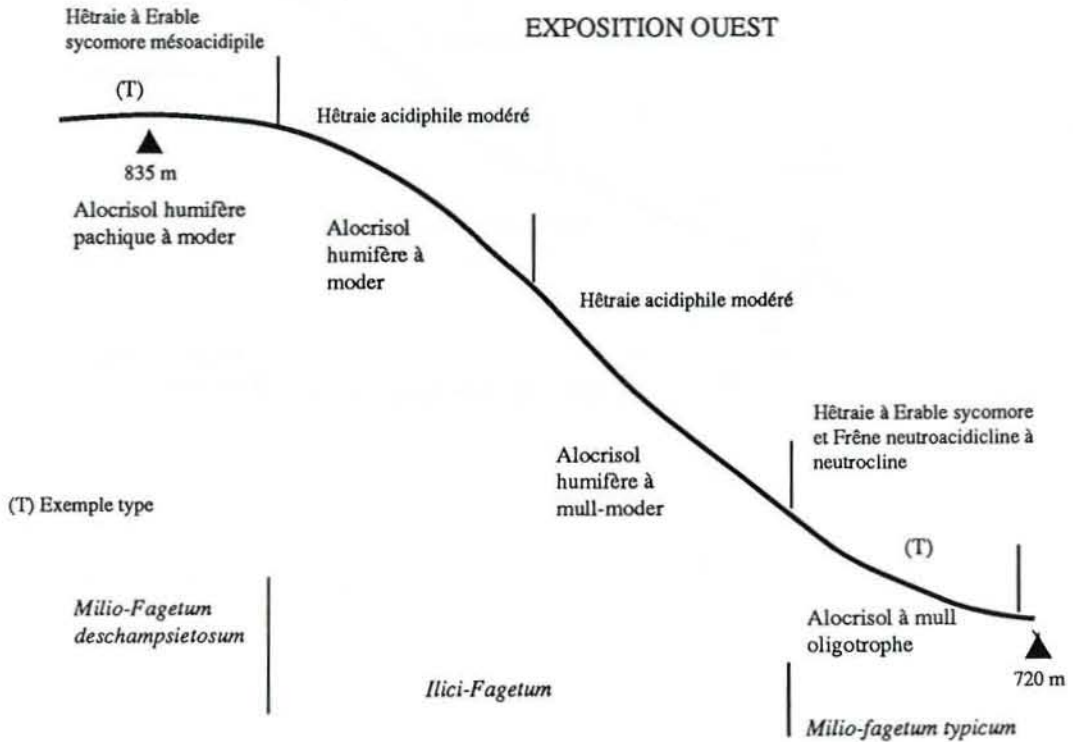
Fig. 3%

**Figure 24 : Distribution des forêts sur roches volcaniques**

**BOIS GRILLOT - BLANGEY (71)**

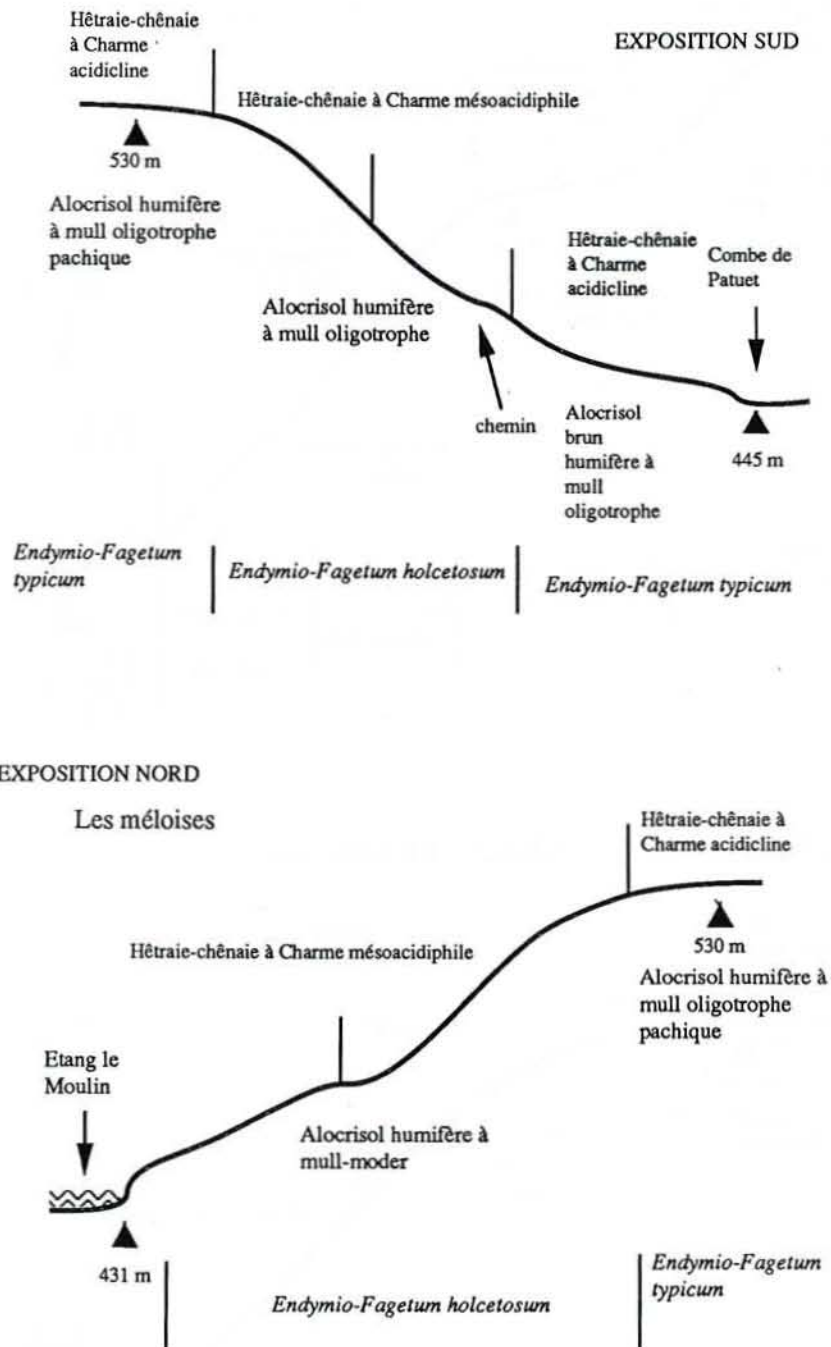


**MONT PRENELEY - GLUX EN GLENNE (58)**



**Figure 24 : Distribution des forêts sur roches volcaniques**

**BOIS DE PATUET - MENESSAIRE (21)**



La **figure 25** rassemble les histogrammes de fréquences des unités floristiques en fonction des catégories de substrat géologique et de la situation topographique. On relève :

- des distributions assez bien délimitées pour les unités de l'extrémité du gradient trophique. Les classes les moins représentées n'ont pas un degré de signification suffisamment élevé;
- des distributions beaucoup plus larges pour les unités intermédiaires mésoacidiphiles à acidiphiles "modérés" où le nombre de relevés atteint dans certaines positions ne peut plus être négligé et exige de fournir une interprétation.

### 3. Tableau récapitulatif

En conclusion, un tableau général (**Tab. XXIV**) recense les unités floristiques, les caractères stationnels qui leur sont liés et les types de stations forestières retenus pour le catalogue.

### 4. Discussion

Nous avons rassemblé ici les éléments de discussion relatifs à cette dernière étape de traitement. Nous aborderons simultanément les limites d'utilisation de la méthode.

L'étude des discontinuités créées qui démontre d'abord :

- la difficulté d'achever la définition des catégories homogènes isolées à l'aide des seuls paramètres chimiques tirés de l'analyse des fosses ;
- les informations déterminantes qui sont susceptibles d'apporter la connaissance du régime hydrique des sols et des phénomènes dynamiques et les approches quantitatives de ces facteurs.

Les paramètres chimiques donnent une image figée de l'état des solums. Certes, nous avons effectué des comparaisons relatives entre des unités prélevées dans une même période, mais rien ne nous est indiqué quant à l'amplitude des changements intervenant cycliquement ou en réponse à des perturbations plus ou moins fortes. On est alors en droit de se demander si l'objet de définir des unités possédant le même fonctionnement peut être atteint et, à partir de là, de prévoir si les limites entre lesquelles oscillera la croissance des essences seront significativement différentes entre deux milieux-types contigus dans notre gradient trophique.

Une critique vient aussi du fait que le nombre de points d'analyse est faible. Il sera nécessaire d'introduire des variables mesurées plus nombreuses pour la campagne de prospection ainsi qu'a commencé à le pratiquer GEGOUT (1989). On serait tenté de comparer notre pratique des analyses de sol à l'emploi des variables du milieu en phytosociologie. Mais notre démarche diffère nettement car les choix effectués ont tous été guidés par le traitement des données.

L'intégration des facteurs stationnels (solums et environnement) pose le problème de la signification réelle de la variabilité enregistrée dans la distribution des modalités des variables. Nous avons vu dans les histogrammes qu'elle ne peut être estimée comme négligeable. Par ailleurs lors de notre précédente étude (SIMONNOT, 1987, op. cit.), nous avons signalé l'existence de certains liens privilégiés entre niveau d'acidité, degré de pente et qualité du substrat géologique à l'origine des solums. La lecture de nos tableaux de relevés ne vient pas infirmer ces vues. Mais nous n'avons pas pu leur donner une dimension statistique en raison de la faiblesse de notre approche quantitative de ces paramètres.

Figure 25-1 : Fréquence des unités floristiques pour les modalités topographiques et géologiques

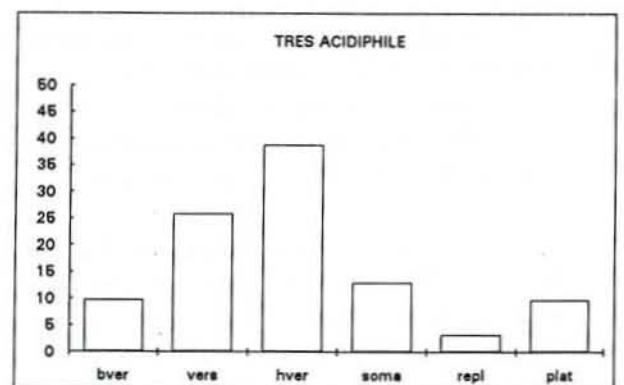
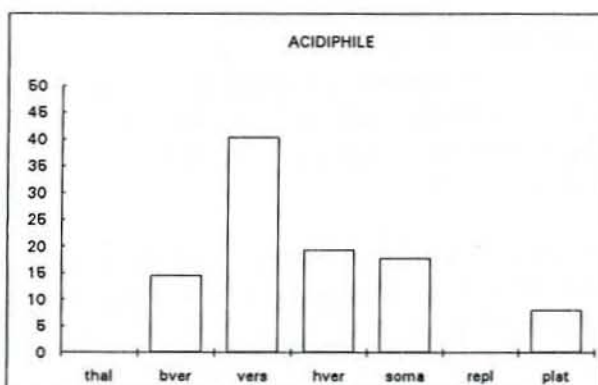
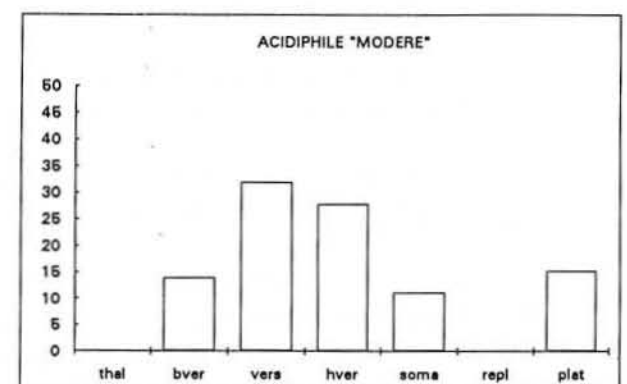
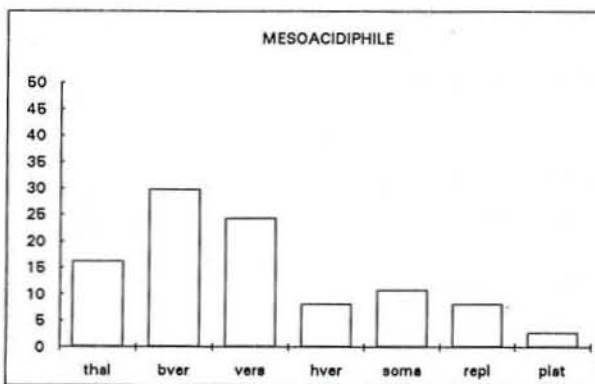
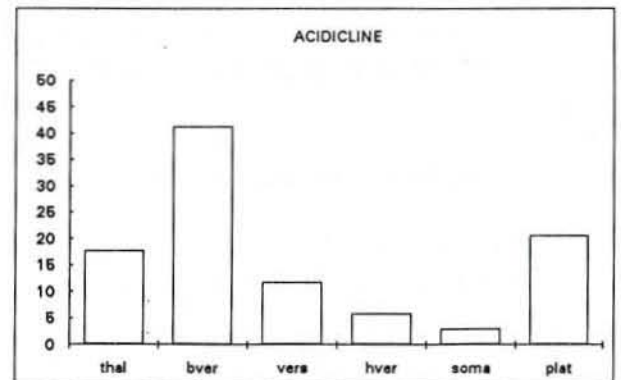
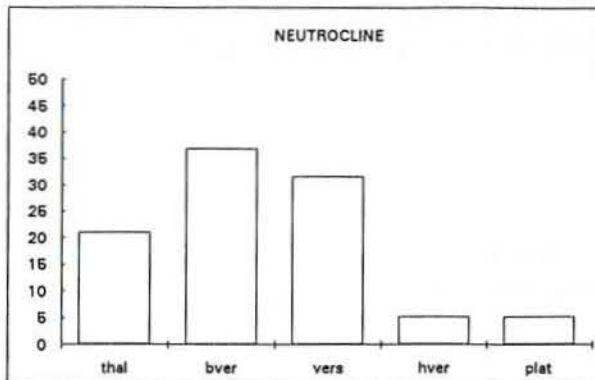
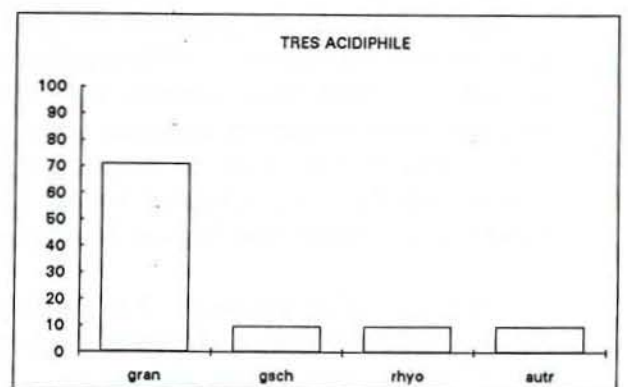
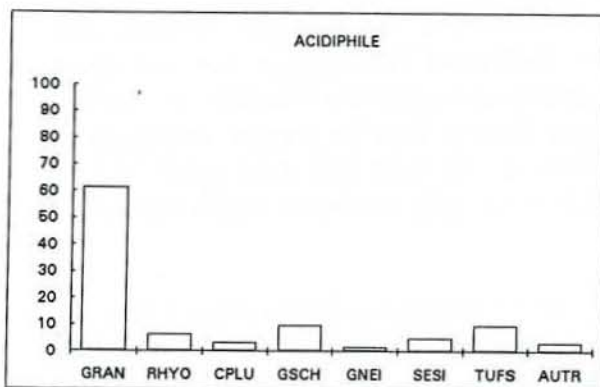
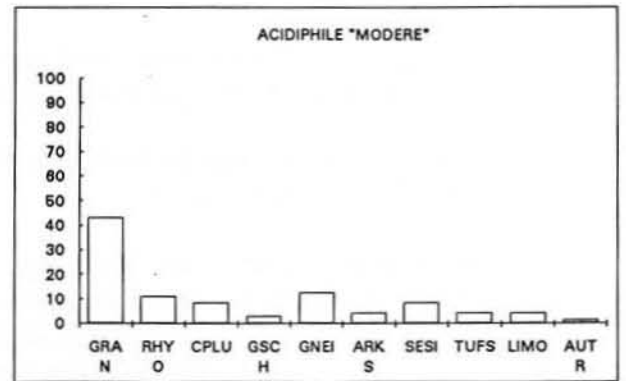
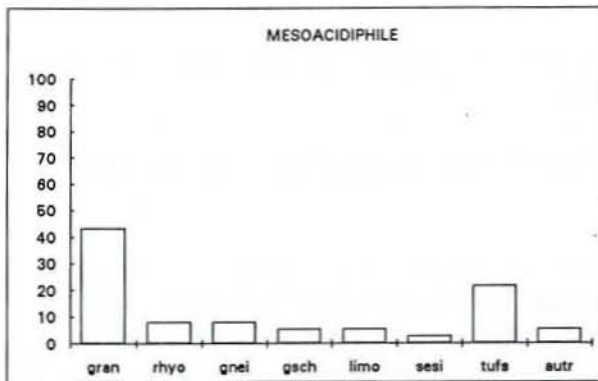
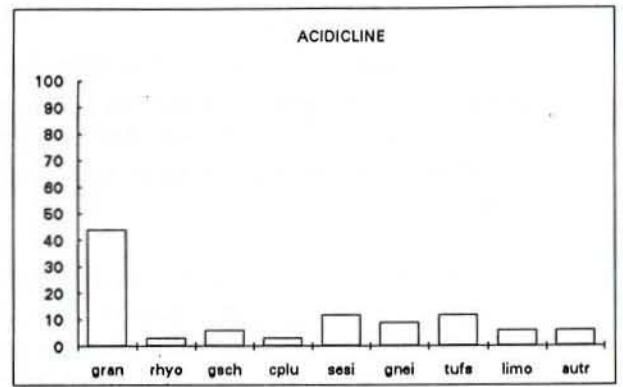
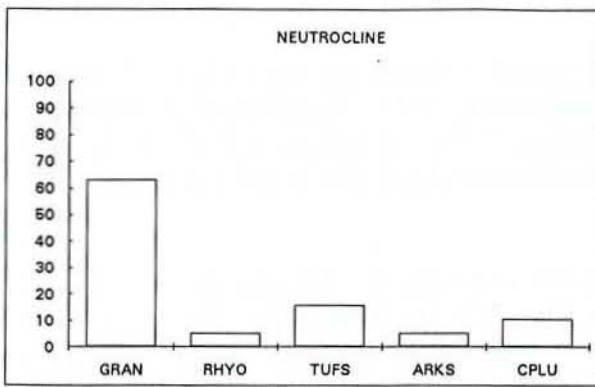


Figure 25-2 : Fréquence des unités floristiques pour les modalités topographiques et géologiques



Quelle est la validité de ces observations hors de notre région ? Une extension peut être donnée. Des relevés pratiqués dans l'Oesling luxembourgeois, dans des forêts sur relief métamorphiques offrent des séquences proches de celles observées en Morvan. Nous avons d'ailleurs noté dans cette région la raréfaction des taxons très acidiphiles comme *Leucobryum glaucum*.

Ces vues nous semblent aussi confirmées par les transects élaborés par les auteurs belges dans différentes publications consacrées à l'Ardenne (NOIRFALISE, 1977 ; NOIRFALISE et VANESSE, 1977). Ces auteurs relèvent des cortèges floristiques à base d'espèces acidiclinales de mull oligotrophe, mésotrophe et de neutroclines, dans des situations identiques à celles que nous avons signalées.

L'interprétation de la distribution des groupes d'espèces exigeantes sur des sols acides reporte les questions sur le rôle des facteurs écologiques les plus difficiles à quantifier. Parmi les forêts acidiclinales à acidiphiles "modérés", nous pensons que l'épaisseur des solums, s'accompagnant d'une réserve en eau potentielle importante, permet à certains taxons exigeants de se maintenir. Cette donnée explique déjà la présence d'essences vigoureuses, comme *Acer pseudoplatanus*, absent des sols acides en Morvan et l'existence de peuplements résineux bien développés (Douglas). Le comportement de la flore herbacée semble moins facile à relier à cette réserve en eau utile. A cela deux arguments :

- une réserve en eau satisfaisante peut exister dans les sols sous granite bien altéré sans pour cela offrir des conditions propices aux espèces neutroclines ;
- la prospection des herbacées limitée en profondeur nous fait penser que celles-ci vont tirer profit différemment de leur support.

Raisonnement sur les éléments nutritifs de l'horizon supérieur des solums, pour la strate herbacée, pose le problème général de la connaissance de l'état du complexe adsorbant et de la qualité des solutions du sol (eau utilisable par les végétaux), de la nature des relations qui les lient entre elles. On peut penser que des décalages quantitatifs et qualitatifs peuvent exister entre ces deux états du stock nutritif. Seuls les éléments du complexe adsorbant sont mesurés ici.

Plus généralement, l'argument précédent fait appel à la notion d'échange entre compartiments. Dans la discussion précédente, les éléments mis en cause semblent davantage concerner les échanges verticaux. Mais il est impératif de prendre en considération les échanges latéraux entre compartiments pédologiques (réflexion évoquée dans le Référentiel Pédologique). Les éléments en solution sont véhiculés sur la pente, avec exportation de ceux-ci à partir des situations drainantes et réception dans les parties concaves, compensation des départs dans les parties moyennes. La connaissance du rythme de ces échanges et de leur bilan sur un cycle biologique apporterait des compléments importants à la connaissance du déterminisme de certaines communautés végétales et dans une tentative de modélisation des séquences.

Cette remarque n'est pas propre à notre sujet d'étude, mais l'importance de ces phénomènes nous semble dépasser celle qu'on lui attribue généralement, notamment en région calcaire où les aspects synécologiques apparaissent plus faciles à maîtriser. Sur ce type de substrat, les séquences stratigraphiques donnent la possibilité de bien caractériser les formations de pente. En région cristalline, il reste de grandes imprécisions dans l'identification des roches-mères. De l'influence déterminante de la couverture d'altération qui nivèle les hétérogénéités pétrographiques, il résulte une certaine homogénéisation des matériaux d'origine des sols, s'accompagnant d'une pédogénèse peu contrastée.

Nous pensons qu'une prise en compte des trois dimensions de la couverture pédologique s'impose, principe préconisé aussi dans le R.P. La prise en compte du fonctionnement des solums au moyen de variables topographiques et morphologiques (forme du versant (\*), pente amont, pente aval,...) constituerait un premier progrès dans la compréhension de la structuration et fournirait des éclairages complémentaires au sujet du niveau trophique des sols. Ceci nous inciterait peut-être à reconsidérer, non pas l'échantillonnage par transect, mais plutôt à rechercher un mode d'interprétation nouveau. Enfin, sur un plan plus général, on mesure la nécessité de prévoir lors de la préétude la réalisation d'études géomorphologiques poussées afin d'améliorer la construction des transects.

---

\* Données récoltées lors de notre échantillonnage mais non exploitées dans ce travail.

Chacun des tableaux résume la structuration écologique issue de notre inventaire afin d'établir la liaison avec les unités du catalogue. Sont juxtaposées toutes les unités floristiques élémentaires de la première étape d'analyse et les unités stationnelles de la deuxième. Pour ces dernières, un certain nombre de regroupements sont déjà proposés (positions topographiques par exemple).

Les deux premières lignes indiquent le mode de codification adopté (on pourra se rapporter au volume annexe). La dernière identifie les types de stations.

Stations avec sol sain ou temporairement engorgé			Stations avec sol engorgé toute l'année à une profondeur plus ou moins forte			
Altitude > 750m et versants à pente forte en expos. Nord	Altitude < 750m excepté versants en pente forte exposés au Nord		Forêts riveraines		Dépressions marécageuses circonscrites ou en marge du lit mineur	
---	Partie supérieure des reliefs arrondis ou zones tabulaires	Dépressions sur plateau, talweg, bas de versant concaves	Levés alluvionnaires matériels graveleux	Dépôts d'éléments fins avec suitelements	Nappe profonde une partie de l'année à circulation rapide	Nappe peu profonde à circulation lente
Hêtraie montagnarde	Hêtraie-chênaie et chênaie	Hêtraie-chênaie-charmaie Chênaie pédonculée Chênaie mixte	Aulnaie-Frênaie		Aulnaie à Frêne	Aulnaie-boulaie
<i>Fagion sylvaticae</i>	<i>Quercion robori-petraeae</i>	<i>Carpinion betuli</i>	<i>Alno-Padion</i>		<i>Alnion glutinosae</i>	
<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>3000</b>	<b>4000</b>			

1000 Forêts des sommets à plus de 750 m d'altitude ou à une altitude inférieure sur versant au Nord en pente forte						
Relief arrondi						
1100 Situation de sommet arrondi, haut de versant, versant		1200 Situation de bas de versant			Versant exposé au Nord à l'étage collinéen	
1140 Végétation acidiphile à très acidiphile		1230 Végétation acidiphile "modéré"		1220 Végétation acidocline	2243 N Végétation acidiphile	
Alocrisol pachique à moder issu de roches granitiques	Alocrisol-Podzsol Podzsol à dysmoder issu de roches granitiques	Alocrisol à moder et mull-moder, de bas de versant, issu de roches granitiques	Alocrisol humifère de pente moyenne à forte issu de roches volcaniques	Alocrisol brun à mull oligotrophe issu de matériaux colluviaux	Alocrisol humifère à mull-moder ou oligotrophe volcanique	Alocrisol à moder, pachique, issu de roches granitiques
Hêtraie Hêtraie-(Sapinière)	Hêtraie à Epicéa Pessières Douglasiées	Hêtraie à Erable sycomore		Hêtraie à Erable sycomore	Hêtraie	
<i>Ilici-Fagetum</i>		<i>Milio-Fagetum deschampsietosum</i>		<i>Milio-Fagetum typicum</i>	<i>Ilici-Fagetum</i>	

2100 Forêts des plateaux et zones tabulaires							
2120 Végétation acidocline		2130 Végétation acidiphile "modéré"			2140 Végétation acidiphile à très acidiphile		
2123 Solum d'épaisseur moyenne à forte		2133 Solum sain épaisseur moyenne à forte		2134 Solum hydromorphe	2143 Solum sain, épaisseur moyenne à forte		2144 Solum hydromorphe
Horizon rédoxique à profondeur < -50cm	H. rédoxique à profondeur de -30 à -50cm	Solum issu de roches cristallines	Solum issu de roches sédimentaires silicifiées	—	Solum issu de roches cristallines	Solum issu de roches sédimentaires silicifiées	—
Brunisol saturé à texture sablo-argileuse à mull mésotrophe	Brunisol à horizon rédoxique à mull oligotrophe issu de roches sédimentaires silicifiées	Alocrisol pachique à texture de sable-argileux à mull oligotrophe	Alocrisol à texture argileuse à mull oligotrophe	Luvisol à horizon rédoxique à mull oligotrophe	Alocrisol ocreux à texture limono-argilo-sableuse à mull-moder ou moder	Alocrisol à texture argileuse à mull oligotrophe	Rédoxisol à texture de limons-argileux à mull-moder ou hydromoder
Hêtraie-chênaie-charmaie	Chênaie à tremble et Bouleau	Hêtraie-chênaie sessiliflore à Charme		Chênaie à Charme, Bouleau et Tremble	Hêtraie-chênaie sessiliflore		Chênaie pédonculée-boulaie
<i>Po chaixii-Fagetum</i> <i>Endymio-Fagetum typicum</i> <i>hygrocline</i>	<i>Poo chaixii-Quercetum roboris</i> <i>Endymio-Quercetum roboris</i>	<i>Fago-Quercetum carpinetosum</i>		<i>Molinio-Quercetum roboris</i>	<i>Fago-Quercetum typicum</i>		<i>Molinio-Quercetum roboris</i>

Tableau XXIV: Unités fonctionnelles et types de stations de la forêt du Morvan

2200 Forêts distribuées sur les reliefs arrondis; situation de sommet, haut de versant, versant (*)									
2210 Végétation neutrocline		2220 Végétation acidicipline			2230 Végétation acidiphile "modéré"			2240 Végétation	
2212 Solum sain, épaisseur faible à moyenne (30 à 50cm)	2213 Solum sain, épaisseur moyenne à forte (> 50cm)	2223 Solum sain, épaisseur moyenne à forte (> 50cm)	2231 Solum superficiel épaisseur faible (< 30cm)	2232 Solum sain, épaisseur faible à moyenne (30 à 50cm)	2233 Solum sain, épaisseur moyenne à forte (> 50cm)	2241 Solum superficiel épaisseur faible (< 30cm)	2242 Solum sain, épaisseur faible à moyenne (30 à 50cm)	2243 Solum sain, épaisseur moyenne à forte (> 50cm)	
Versant en pente forte avec éboulis grossiers	Versant en pente moyenne à forte, avec matériau argilo-caillouteux	Pente faible à moyenne, sur substrat granitique	Pente variable et sommet arrondi, sur substrat volcanique	Haut de versant exposé au nord	Situation de sommet arrondi, haut de versant et versant	Situation de sommet	Situation de sommet, haut de versant, versant	Situation de sommet, haut de versant, versant	Situation de sommet, haut de versant, versant
Colluviosol à charge grossière, à mull mésotrophe, discontinu	Brunisol mésosaturé issus de matériaux de pente à mull mésotrophe	Alocrisol brun à texture sable-argileux, à mull oligotrophe	Alocrisol humifère à texture sablo-limoneuse, à mull mésotrophe	Alocrisol leptique à charge grossière à mull oligotrophe ou mull-modér	Alocrisol ou alocrisol humifère à texture de sables et limons à mull oligotrophe, issu de roches sédimentaires silicifiées	Alocrisol ou alocrisol ocreux leptique à mull-modér	Alocrisol ocreux à charge grossière à mull-modér	Alocrisol ocreux à charge grossière à mull-modér	Alocrisol ocreux à charge grossière à mull-modér
Erblaie-tillaie à Polyode vulgaire	Chênaie pédonculée à Frêne et Tilleul	Hêtraie-chênaie-charmaie	Chênaie-hêtraie à Charme à Polyode vulgaire	Chênaie-hêtraie à Charme à Polyode vulgaire	Hêtraie-chênaie à Charme	Chênaie à Charme	Hêtraie-chênaie	Hêtraie-chênaie	Hêtraie-chênaie
<i>Polypodium Acetretum</i>	<i>Poo chaixii-Fagetum mésohygrocline</i>	<i>Poo chaixii-Fagetum Endymio-Fagetum</i> mésophile	<i>Fago-Quercetum à Polypodium vulgare</i>	<i>Fago-Quercetum carpinetosum</i>	<i>Fago-Quercetum carpinetosum</i>	<i>Sileno-Quercetum</i>	<i>Fago-Quercetum typicum</i>	<i>Fago-Quercetum leucobryetosum</i>	<i>Fago-Quercetum leucobryetosum</i>

(\*) Les stations de versant en pente moyenne à forte exposée au Nord sont rattachées au tableau 1000 (code 2243 N).

3000									
Forêts des fonds de vallées, vallons et bas de versants concaves									
3100 Fond de vallée large et vallon (situation plane)				3200 Bas de versant (pente concave)					
3110 Végétation neutrocline	3120 Végétation acidiline	3130 Végétation mésoacidiphile		3210 Végétation neutrocline		3220 Végétation acidiline		3230 Végétation mésoacidiphile	
3113 Sol à bonne réserve en eau hydromorphe profonde éventuelle (< -50 cm)	3123 Sol à bonne réserve en eau hydromorphe profonde éventuelle (< -50 cm)	3132 Sol sain à bonne réserve en eau	3134 Sol à horizon rédoxique	3211 Sol sain à réserve en eau moyenne (pas de période de sécheresse)	3212 Sol sain à bonne réserve en eau	3223 Sol sain à réserve en eau moyenne (pas de période de sécheresse)	3224 Sol à hydromorphie marquée à une profondeur de -30 à -50 cm	3231 Sol sain à réserve en eau moyenne (pas de période de sécheresse)	3233 Sol à hydromorphie marquée à une profondeur < -50 cm
Brunisol mésosaturé rédoxique à mull mésotrophe ou eutrophe sain issu de matériaux colluviaux	Brunisol désaturé à mull mésotrophe rédoxique issu de matériaux colluviaux cristallins	Alocrisol brun à mull oligotrophe	Brunisol désaturé rédoxique à mull oligotrophe	Colluviosol ou brunisol mésosaturé à texture de sables et limons à mull mésotrophe	Colluviosol ou brunisol mésosaturé à texture limono-argilo-sableuse à mull mésotrophe	Brunisol désaturé à mull oligotrophe ou mésotrophe à horizon rédoxique à une profondeur < -50 cm	Brunisol désaturé rédoxique à mull oligotrophe à texture limono-argilo-sableuse	Alocrisol brun à texture limono-argilo-sableuse à mull oligotrophe	Brunisol à mull oligotrophe à horizon rédoxique profond
Chênaie pédonculée-Charmaie	Chênaie pédonculée-Charmaie à Frêne	Hêtraie-chênaie-charmaie	Chênaie pédonculée-Boulaie	Hêtraie-chênaie-charmaie	Chênaie pédonculée-charmaie	Chênaie mixte-charmaie	Chênaie pédonculée-boulaie	Hêtraie-chênaie-charmaie	Chênaie mixte-charmaie
<i>Endymio-Quercetum roboris</i> <i>Poo chaixii-Quercetum roboris typicum</i> , hygrocline	<i>Poo-chaixii-Quercetum roboris</i>	<i>Endymio-Fagetum Poo chaixii-Fagetum holcetosum</i> mésophile	<i>Molinio-Quercetum roboris</i>	<i>Poo chaixii-Fagetum Endymio-Fagetum typicum</i> mésophile	<i>Poo chaixii-Fagetum Endymio-Fagetum typicum</i> hygrocline	<i>Poo chaixii-Fagetum Endymio-Fagetum typicum</i> hygrocline	<i>Molinio-Quercetum roboris</i>	<i>Poo chaixii-Fagetum Endymio-Fagetum holcetosum</i> mésophile	<i>Endymio-Quercetum roboris Poo-chaixii-Quercetum roboris</i> hygrocline

4000						
Forêts des zones marécageuses et riveraines						
4100 Sol bien drainé, engorgé une partie de l'année forêt riveraine			4200 Sol engorgé toute l'année, zones marécageuses			
4110 Epaisseur de l'horizon organique nulle à faible		4120 Epaisseur de l'horizon organique faible à moyenne	4220 Epaisseur de l'horizon organique faible à moyenne	4230 Epaisseur de l'horizon organique, épais à très épais		
4111 Nappe circulante à oscillations fortes		4122 Nappe peu mobile à oscillations fortes	4222 Nappe peu mobile à oscillations fortes à faible profondeur	4232 Nappe à faible profondeur	4233 Nappe superficielle peu mobile	
Levé alluvionnaire graveleuse	Dépôts fins avec suintements de surface	X	X	X	Pas d'éléments floristiques montagnards	Eléments floristiques montagnards
Aulnaie-frênaie	Aulnaie à Frêne	Aulnaie	Aulnaie à Ronces	Aulnaie-boulaie à Molinie	Boulaie tourbeuse à Sphaignes	Boulaie tourbeuse à Lycopode
<i>Stellario-Alnetum</i>	<i>Carici remotae-Fraxinetum</i>	<i>Carici elongatae-Alnetum</i>	<i>Rubo-Alnetum prov.</i>	X	<i>Carici laevigatae-Alnetum à Sphaignes</i>	

## CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION GENERALE

Le travail entrepris visait deux objectifs qui étaient, d'une part, d'apporter une contribution à la connaissance des relations sol/végétation en Morvan et, d'autre part, d'utiliser les connaissances ainsi accumulées pour les rendre utilisables dans la gestion sylvicole du massif. Sans pour autant diminuer la difficulté de l'élaboration de l'outil de gestion que constitue le catalogue des types de stations, nous récapitulerons ici les principaux résultats obtenus. Dans cet essai méthodologique, nous avons cherché à décrire les écosystèmes-types composant la forêt morvandelle.

Pour ce faire, nous sommes parti des bases méthodologiques classiques appliquées en typologie forestière que nous avons complétées notamment en menant une étude parallèle des données floristiques et des caractéristiques stationnelles, puis en mettant en relation les résultats fournis par ces deux étapes. Le but ainsi poursuivi consistait à mettre en évidence toutes les discontinuités susceptibles de servir de limite entre les unités fonctionnelles. Ce choix a été commandé par la volonté d'atteindre le maximum d'objectivité dans la description et l'appréhension du déterminisme des composantes de l'écosystème forestier. L'étude séparée de chacune d'elles, menée en parallèle, n'avait pas encore été tentée jusqu'à présent.

Le travail réalisé semble constituer un progrès dans la formalisation des différentes étapes méthodologiques nécessaires pour atteindre cet objectif.

Par comparaison avec les travaux effectués dans d'autres disciplines, il faut noter que la nature du sujet traité oblige des emprunts à plusieurs disciplines scientifiques. Notre recherche ne s'apparente pas à une seule expérimentation puisque nous avons traité plusieurs ensembles de données pouvant être considéré comme autant de "matériels" sur lesquels nous avons testé des compléments méthodologiques.

Les principales avancées dans la connaissance qui se sont dégagées peuvent être classées en fonction de leur niveau d'intervention dans la structuration écologique de la région

Les premières étapes de tri des données floristiques et écologiques ont montré l'intérêt, voire la nécessité, de coupler plusieurs types de comparaison :

- l'analyse en présence-absence a révélé le rôle majeur joué par la richesse en espèces des relevés. Ce résultat mathématique classique (ESCOFIER, PAGES, 1989) offre une interprétation du plan factoriel qui apparaît comme une vérification intéressante des schémas construits par RAMEAU. Nous avons pu conduire une analyse similaire chez d'autres auteurs qui n'ont d'ailleurs pas exploité cette voie. Ceci devrait à l'avenir attirer leur attention notamment en raison du fait que le facteur mis en évidence (dynamique) est susceptible de masquer très sensiblement les données se prêtant à une interprétation écologique;
- l'analyse en abondance-dominance a confirmé le résultat précédent puis a permis d'établir la relation entre les sylvofaciès issus de l'action de l'homme et les phases dynamiques du cycle de maturation des forêts;
- le tri des caractères stationnels, inspiré des travaux de pédologie, constitue une première application des principes du Référentiel Pédologique en Phytoécologie; elle s'avérait au départ intéressante notamment par les similitudes qu'elle comportait avec l'analyse floristique; elle a permis d'affiner la description des unités pédologiques déjà connues en Morvan et de distinguer parmi les précédentes des solums mal connus ne s'intégrant pas aux déterminations publiées.

L'objet de la dernière phase consistait à rechercher les relations entre toutes les unités distinguées. Ce raisonnement conduit à dresser le profil écologique de toutes les unités floristiques et, réciproquement, à recenser toutes les unités floristiques associées à un même groupe de caractères stationnels. La typologie de ces relations permet de définir trois types de relations dont l'interprétation de chacun aboutit à :

- la vérification de la délimitation des groupes indicateurs à l'aide des paramètres physico-chimiques des sols qui leur sont liés;
- la compréhension du déterminisme de tous les syntaxons.

Les principales conclusions de cette synthèse démontrent l'efficacité de cette démarche qui offre une structuration écologique poussée du massif du Morvan en unités à fonctionnement propre. En outre, elle met en évidence un ensemble de stations avec des solums humifères issus de roches volcaniques et métamorphiques qui portent une flore se distinguant nettement de celle de toutes les autres. Ce dernier résultat rattaché à des observations extra-régionales affirme aussi la nécessité d'apporter dans le raisonnement des éléments complémentaires en matière de traitements sylvicoles anciens et de mener une analyse fonctionnelle plus poussée des solums (échange entre compartiments, cycles évolutifs à long terme et à court terme).

En revanche, ce mode de raisonnement rencontre des difficultés lors de la manipulation de certains concepts, notamment phytosociologiques. Ceci justifie pleinement le choix de ne pas faire un amalgame des différentes méthodes de départ et de s'en tenir à leur principes de description des milieux. La délimitation des unités floristiques s'avère aussi moins efficace dans la partie médiane des gradients écologiques. Enfin, pour la définition de groupes de caractères stationnels, les mêmes remarques que précédemment peuvent être reproduites. Il apparaît clairement que des indices de fonctionnement du milieu comme les échanges latéraux et verticaux entre compartiments contigus de la couverture pédologique, aspects qualitatifs et quantitatifs de la connaissance des solutions de sol font défaut pour aider à la caractérisation des écosystèmes.

A notre sens, il ne subsiste qu'un intérêt très relatif à poursuivre des recherches basées sur les études de ressemblances globales entre échantillons décrits par des caractères en majorité qualitatifs sauf pour permettre de couvrir d'une première étude des zones encore peu connues et de surface étendue.

Quelques principes de réflexion nous semblent utiles pour compléter l'acquis dans cette même voie. L'étude des continuums écologiques, que tout chercheur essaie de décomposer, doit s'engager dans de nouvelles voies afin de mieux caractériser les phénomènes linéaires mis en évidence dans les gradients en employant davantage de variables mesurées sur le terrain. En complément de telles approches, il serait vivement intéressant d'appliquer une statistique de test afin de contrôler la "fidélité" de certaines unités floristiques aux facteurs écologiques qu'elles sont sensées refléter. Cette démarche de vérification n'est jamais réalisée.

Concernant l'étude du facteur temporel, bien que notre échantillonnage n'ait permis qu'une approche limitée des phénomènes, notre conviction tient en deux points résumant les thèmes de réflexion susceptibles d'offrir une possibilité de progresser :

- d'une part, en recherchant dans les résultats le moment à partir duquel l'influence du facteur dynamique devient prépondérante et impose de stopper les interprétations écologiques, lorsque l'on emploie un échantillonnage stratifié "écologique";
- d'autre part, de réfléchir à la mise en oeuvre d'une stratification qui prenne en compte les facteurs historiques, socio-économiques et géographiques. Quelques essais ont déjà été tentés avec

l'analyse de la végétation de parcelles abandonnées d'âges différents constituant ainsi un échantillonnage synchronique (ORLIAC F., 1991).

Enfin, l'utilisation d'une échelle d'inventaire de plus en plus précise ne fait qu'augmenter les difficultés du choix des limites à adopter entre les unités à décrire et des paramètres explicatifs dans l'interprétation de la structure de tapis végétal, donc de vérifier le bien fondé des coupures choisies pour délimiter les unités écosystémiques.

Même si les nombreuses expériences accumulées apportent une information et un niveau de compréhension appréciable de l'organisation du tapis végétal, les résultats que nous avons enregistrés démontrent que les relevés recèlent encore des informations biologiques difficiles à interpréter et des phénomènes impossibles à quantifier dans l'état actuel des connaissances. Le raisonnement basé sur des facteurs globaux eux-mêmes intégrant plusieurs paramètres de milieu est un obstacle à la mise en évidence de l'action de paramètres, pris isolément, édaphiques (par ex.). De même l'emploi de concepts (acidophile, acidocline) pour la description du comportement des espèces risque de limiter le discernement et masquer l'action de facteurs discriminants ainsi ignorés. Nous prendrons l'exemple de DUCHAUFOR (1985 a et b) qui, pour décrire le comportement de *Molinia caerulea*, préfère le terme d'"hygrotolérante" à celui d'"hygrophile". C'est le cas aussi de PENEL qui donne des précisions sur l'autécologie de *Deschampsia flexuosa* en mesurant son aptitude à résister à la toxicité aluminique. Ceci apporte un complément utile à la connaissance de l'autoécologie de ce taxon.

Nous pensons que les problèmes posés par une meilleure interprétation de phénomènes biologiques pourraient être abordés selon deux modes de réflexion distincts.

Invoquer les limites de la prise en compte des phénomènes dynamiques nous ramène en fait à celui du choix des paramètres à utiliser pour décrire les milieux. BOURNAUD et AMOROS (1984) dans un autre domaine (hydrobiologie) distinguent deux types de paramètres. En effet, "pour chaque paramètre pris en compte, le parallèle est fait entre sa signification comme indicateur et comme descripteur : le paramètre considéré comme indicateur révèle, avec une certaine automaticité, le niveau atteint par une variable de milieu, tandis que, considéré comme descripteur, le paramètre intègre le fonctionnement dans le cadre d'un modèle donné, celui de l'écosystème considéré". Dans notre méthode actuelle, il nous semble que la recherche de descripteurs de fonctionnement devrait apporter des éléments très intéressants.

Rechercher à connaître la répartition d'une communauté végétale, d'une espèce ou d'une population impose non seulement de cerner son optimum mais aussi de préciser les limites de sa distribution en fonction du maximum de facteurs mesurables. Certaines écoles de phytoécologie ont déjà mis en application de telles méthodes depuis de nombreuses années. Ils serait intéressant de revoir leur application dans un échantillon du type de celui que nous avons recueilli. Pour notre part, nous pensons qu'il doit être possible d'aboutir à un espace typologique défini non plus d'après un ensemble de catégories repérées par le "mode" de leur distribution pour un facteur, mais plutôt comme un espace multidimensionnel dans lequel les dimensions seraient données par les limites de répartition des espèces. Il est raisonnable de penser que les vues de l'autécologie et de la synécologie se trouveraient efficacement complétées.

Dans un développement complémentaire, la connaissance des conditions de milieu à l'origine de la disparition d'un taxon serait plutôt favorable à la recherche des modalités de la compétition entre les espèces et à l'explication de la dominance de tel ou tel taxon dans le tapis herbacé ayant présidé à l'isolement d'une unité floristique sur un gradient.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ADOLPHE J.P., DESMANEGES-LORENZ J., 1974. - Géologie buissonnière en Morvan .- Autun, 107 p.
- ATLAS DE LA REGION BOURGOGNE, Fasc. 1 milieux naturels .- Publication de l'Université de Bourgogne, 1985, non pag.
- AUROSSEAU P., 1976. - Morphologie et genèse des sols sur granite du Morvan. Thèse de docteur-ingénieur, 177 p.
- BAIZE D., 1988. - Guide des analyses courantes en Pédologie. I.N.R.A., Paris, 172 p.
- BATICLE Y., RAT P., 1985. - Carte morphologique. In atlas de la région Bourgogne, fasc. 1.
- BEAUJEU-GARNIER J., 1951 - Le Morvan et sa bordure. Thèse de docteur ès lettres .- Paris, P.U.F., 278 p.
- BECKER M., 1979. - Influence du traitement sylvicole sur la flore forestière : cas de la futaie et du taillis-sous-futaie .- Vegetatio, vol. 40, 3 : pp. 155-161.
- BECKER M., 1985. - Démarche méthodologique préconisée pour la typologie des stations forestières. Coll. phytos. XIV, Nancy .- Verl. J. Cramer, Berlin, 1988, pp. 299-311.
- BELLIER G., MEGNIEN R. - Couverture pédologique du Haut-Morvan. Carte des secteurs d'Anost et du Haut-Folin. Cartes à l'échelle du 1/25.000ème .- Document ronéotypé O.R.S.T.O.M.
- BIDAULT M., 1964. - Les "Gentiana ciliata" L. et G. "germanica" Wild à Bouzeron (Saône et Loire). L'Eduen, Bull. Soc. Hist. nat. AUTUN, 29, pp. 9-10.
- BIDAULT M., DE LA COMBLE J., NECTOUX P., 1963. - Flore de quelques milieux humides du Haut-Morvan .- Bull. Soc. Hist. nat. AUTUN, 27, pp. 9-10.
- BILLY F., 1988. - La végétation de la Basse Auvergne .- Bull. Soc. bot. Centre-Ouest, n.s. 9, 416 p.
- BONIN G., ROUX M., 1978 . - Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytocologique de quelques pelouses de l'Apennin Lucano-Calabrais .- Oecol. Plant., 13 (2), pp. 121-138.
- BONNAMOUR J., 1966. - Le Morvan, la terre et les hommes. Essai de géographie agricole. Thèse de Doctorat d'état .- Paris, P.U.F., 455 p.
- BOURNAUD M., AMOROS C., 1984. - Des indicateurs biologiques aux descripteurs de fonctionnement : quelques exemples dans un système fluvial . - Bull. Ecol., t. 15, 1, pp. 57-66.
- BOURNERIAS M., 1982. - A propos de climax. - C.R. Soc. de Biogéographie, 58 (3), pp. 125-134.
- BRAQUE R., 1982. - La forêt et ses problèmes dans le Sud du Bassin Parisien (Berry-Nivernais). Etude de géographie physique .- Thèse Clermont-Ferrand, 943 p + annexes : 532 p.
- BRETHES A., 1973. - Mode d'altération et de différenciation pédogénétique sur leucogranites du massif du Morvan .- Thèse de 3 ème cycle, Nancy, 97 p.
- BRETHES A., 1985. - La typologie des stations forestières en Haute-Normandie. Coll. phytos. XIV, Nancy .- Verl. J. Cramer, Berlin, 1988, pp. 435-466.
- BRICAULT A., 1986. - Préétude du Morvan, mémoire de stage de 1 ère année .- CEMAGREF Clermont-Ferrand, ENGREF NANCY, 90 p.