



**HAL**  
open science

# Contribution à l'étude des stations du massif forestier de la Reine. Application à la région naturelle de la Woëvre

Denis Girault

► **To cite this version:**

Denis Girault. Contribution à l'étude des stations du massif forestier de la Reine. Application à la région naturelle de la Woëvre. Sciences du Vivant [q-bio]. 1980. hal-02859351

**HAL Id: hal-02859351**

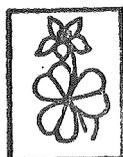
**<https://hal.inrae.fr/hal-02859351>**

Submitted on 8 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIERES  
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS



**LABORATOIRE  
DE PHYTO-ECOLOGIE FORESTIERE**

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES STATIONS  
DU MASSIF FORESTIER DE LA REINE  
APPLICATION À LA RÉGION NATURELLE DE LA WOËVRE

ECOLE NATIONALE DES INGÉNIEURS  
DES TRAVAUX DES EAUX ET FORÊTS

Mémoire présenté par Denis GIRAULT

Juillet 1980

ECOLE NATIONALE  
DES INGENIEURS DES TRAVAUX  
DES EAUX ET FORETS  
Domaine des Barres  
45290 NOGENT/VERNISSON

CENTRE NATIONAL  
DE RECHERCHES FORESTIERES  
LABORATOIRE DE PHYTO-ECOLOGIE FORESTIERE  
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES STATIONS  
DU MASSIF FORESTIER DE LA REINE  
APPLICATION A LA REGION NATURELLE DE LA WOEVRE

Mémoire de troisième année

présenté par

Denis GIRAULT

Je tiens à remercier ici les nombreuses personnes qui ont rendu possible la réalisation de ce travail ; en particulier :

- Monsieur TIMBAL, qui m'a guidé tout au long de cette année,
- Monsieur LEVY, qui a suivi ma phase d'étude pédologique,
- Monsieur NEPVEU, qui m'a conseillé pour l'étude relative à la qualité des bois,
- Messieurs BECKER et PICARD, pour leurs conseils et leurs remarques,
- L'Office National des Forêts pour son appui technique, et particulièrement, Messieurs BENNEVILLE et VOINIER qui m'ont fait part de leur expérience de gestionnaires,
- La Station de recherches sur les sols forestiers, qui a permis la réalisation des analyses de sol,
- La Station de recherches sur la qualité des bois, où j'ai pu effectuer les mesures sur les carottes de chêne et de hêtre,
- La station de Biométrie où j'ai eu toute l'aide nécessaire pour effectuer les traitements informatiques,
- L'équipe technique du Laboratoire de Phyto-écologie, et particulièrement, Messieurs GEREMIA et SCHIPFER qui m'ont aidé sur le terrain,
- Tous mes camarades stagiaires du CNRF qui m'ont rendu de très nombreux services :
- \* Françoise VERTÈS, qui a participé à l'inventaire phyto-écologique,
- \* Jean-Marie VALDENNAIRE, qui m'a longuement aidé pour le codage des relevés,
- \* également, Jacques DRAPIER, Marie-Françoise SLACK, et Etienne ZAHND,
- Messieurs DELAUNAY, DOUSSOT, DESJEUNES et LE GOFF avec qui j'ai eu des contacts fructueux,
- Madame FRILEY et Madame MUNIER qui ont assuré la frappe et le tirage de ce rapport.

## SOMMAIRE

| <u>Introduction</u>   | Pages |
|---|-------|
| <br><u>PREMIÈRE PARTIE : Présentation du massif forestier de la Reine :</u> |       |
| 1. Présentation générale  | 1     |
| 2. Les facteurs du milieu   | 2     |
| 2.1 Géologie  | 2     |
| 2.2 Topographie-Hydrographie  | 2     |
| 2.3 Climat  | 3     |
| 2.4 Facteurs biotiques  | 4     |
| 2.5 Conclusion  | 4     |
| 3. La Forêt :   | 5     |
| 3.1 Généralités   | 5     |
| 311 Les peuplements, leurs produits   | 5     |
| 312 Les contraintes du milieu   | 5     |
| 313 L'équipement  | 6     |
| 3.2 Les aménagements antérieurs   | 6     |
| 321 La F.D. de la Reine   | 6     |
| 322 La F.D. de Rangeval   | 6     |
| 323 Les forêts communales   | 7     |
| 324 Conséquences sylvicoles du passé  | 7     |
| 3.3 Les aménagements en vigueur   | 8     |
| 3.4 Conclusion  | 9     |
| <br><u>DEUXIÈME PARTIE : Définition des stations :</u>                      |       |
| Préliminaire  | 10    |
| <u>Chapitre 1 : Etude phyto-écologique :</u>                                | 11    |
| 11 L'inventaire   | 11    |
| 111. L'échantillonnage  | 11    |
| 112. Données inventoriées   | 12    |
| 112.1 Le relevé-généralités   | 12    |
| 112.2 Données écologiques   | 12    |
| 112.3 Données floristiques  | 13    |
| 112.4 Données sylvicoles et dendrométriques                                 | 14    |

.../...

|   |    |
|---|----|
| 113. Déroulement de l'inventaire                        | 14 |
| 12. Dépouillement de l'inventaire phyto-écologique      | 15 |
| 121. La méthode de traitement                           | 15 |
| 122. Traitement du fichier complet                      | 16 |
| 122.1 Mise en oeuvre                                    | 16 |
| 122.2 Résultats   | 17 |
| a) L'axe 1  | 17 |
| b) L'axe 2  | 17 |
| c) Le plan 1-2  | 18 |
| d) L'axe 3  | 18 |
| e) Les axes d'ordre supérieur à 3                       | 18 |
| f) Conclusion à la 1ère analyse                         | 19 |
| 123. Traitement du fichier partiel                      | 19 |
| 123.1 Mise en oeuvre                                    | 19 |
| 123.2 Résultats   | 19 |
| a) L'axe 1  | 19 |
| b) L'axe 2  | 20 |
| c) Le plan 1-2  | 20 |
| d) Les axes d'ordre supérieur à 2                       | 21 |
| 124. Tableau phyto-écologique                           | 21 |
| 124.1 But   | 21 |
| 124.2 Construction                                      | 21 |
| 124.3 Le tableau brut                                   | 21 |
| 124.4 Le tableau final                                  | 22 |
| 13. Les résultats                                       | 23 |
| 13.1 Les groupes écologiques                            | 23 |
| 13.2 Les stations                                       | 26 |
| 132.1 Les milieux humides                               | 26 |
| 132.2 Les milieux mésophiles                            | 27 |
| a) substrats argileux                                   | 27 |
| b) substrats limoneux                                   | 27 |
| 133 Premiers prolongements                              | 28 |
| 133.1 Classification des autres relevés de l'inventaire | 28 |
| 133.2 Comparaison des variables édaphiques observées    | 29 |
| 133.3 Carte schématique des stations                    | 30 |
| 133.4 Groupes écologiques simplifiés                    | 30 |

Chapitre II : Complément d'étude pédologique :

|   |    |
|---|----|
| 21. Généralités :   | 31 |
| 211 Démarche abordée ici :                                | 31 |
| 212 Classification des principaux types de sol rencontrés | 31 |
| 212.1 Profils entièrement argileux                        | 31 |
| 212.2 Profils à faible épaisseur de limon                 | 31 |
| 212.3 Profils à limons profonds                           | 31 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 22    | Caractérisation pédologique des unités stationnelles | 31 |
| 221   | Substrats argileux et marneux                        | 31 |
| 221.1 | Milieus mésophiles                                   | 31 |
| 221.2 | Milieus humides                                      | 32 |
| 222   | Limons superficiels                                  | 35 |
| 223   | Limons profonds                                      | 37 |

Conclusion.

TROISIÈME PARTIE : Comparaison phyto-écologique avec les forêts  
Woëvroises.

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Préliminaire   | 40 |
| 11.   | Prolongements possibles de l'étude des stations du Massif de la Reine. | 40 |
| 12.   | Démarche abordée   | 40 |
| 2.    | Etude des relevés de l'inventaire Woëvre                               | 41 |
| 21.   | Traitement du fichier complet  | 41 |
| 211   | Mise en oeuvre   | 41 |
| 212   | Résultats  | 41 |
| 212.1 | L'axe 1  | 41 |
| 212.2 | L'axe 2  | 41 |
| 212.3 | Le plan 1-2  | 42 |
| 212.4 | L'axe 3  | 42 |
| 212.5 | L'axe 4  | 42 |
| 212.6 | Conclusion   | 42 |
| 22.   | Traitement du fichier partiel  | 42 |
| 221   | Mise en oeuvre   | 42 |
| 222   | Résultats  | 42 |
| 222.1 | L'axe 1  | 42 |
| 222.2 | L'axe 2  | 43 |
| 222.3 | Le plan 1-2  | 43 |
| 222.4 | L'axe 3  | 43 |
| 222.5 | L'axe 4 ; le plan 1-4  | 43 |
| 222.6 | Conclusions à tirer des 2 analyses                                     | 44 |
| 23.   | Construction de tableaux phyto-écologiques                             | 45 |
| 231.  | Procédé  | 45 |
| 232.  | Répartition des relevés  | 46 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3.  | Commentaires sur les stations de la Woëvre                                  | 46 |
|   | Remarques préliminaires   | 46 |
|   | 31. Les milieux humides   | 47 |
|   | 32. Les milieux mésophiles  | 49 |
|   | 321. Alluvions anciennes  | 49 |
|   | 322. Les substrats argileux et marneux                                      | 49 |
|   | 323. Les limons sur argile  | 50 |
|   | 323.1 Les limons superficiels   | 50 |
|   | 323.2 Les limons profonds   | 50 |
|   | 33. Comparaison avec les stations du plateau Lorrain                        | 50 |
| 4.  | Commentaires sur les groupes écologiques                                    | 51 |
|   | 41. Proposition de groupes écologiques applicables à l'échelle de la Woëvre | 51 |
|   | 42. Comparaison avec les groupes écologiques du plateau Lorrain             | 52 |
| 5.  | Conclusion  | 52 |
| <br><u>QUATRIÈME PARTIE ; Etude des potentialités forestières .</u> |   | 54 |
| 1.  | Nouvelle prise de données   | 54 |
|   | 11. Objectif  | 54 |
|   | 12. Limites   | 55 |
|   | 13. Phase de terrain  | 55 |
|   | 131. Choix des placettes  | 55 |
|   | 132. Mesures et prélèvements  | 55 |
|   | 133. Complément d'observation   | 56 |
|   | 14. Mesures en Laboratoire  | 57 |
|   | 141 Détermination d'une zone d'étude sur les carottes                       | 57 |
|   | 142 Mesures effectuées sur la zone d'étude                                  | 57 |
| 2.  | Relations station - production  | 58 |
|   | 21. Comparaison entre accroissements moyens annuels                         | 58 |
|   | 22. Comparaison entre hauteurs de réserves                                  | 58 |
|   | 23. Le Chêne dans les stations I,II,III                                     | 60 |
|   | 24. Le Hêtre dans les stations VI et IX                                     | 60 |
| 3.  | Relations station - qualité du bois   | 60 |
|   | 31. Traitement des données  | 60 |
|   | 32. L'analyse de variance aux différents niveaux                            | 61 |
|   | 321 Niveau station  | 61 |
|   | 322 Niveau placette   | 62 |
|   | 323 Niveau arbre  | 62 |

|  |    |
|--|----|
| 33. Les liaisons entre variables                       | 62 |
| 331. Liaisons entre arbres à l'intérieur des placettes | 62 |
| 331.1 Entre variables générales                        | 62 |
| 331.2 Entre variables technologiques et générales      | 63 |
| 331.3 Entre variables technologiques                   | 63 |
| 332. Liaisons intra-stations                           | 64 |
| 333. Liaisons inter-stations                           | 64 |
| 34. Interprétation des résultats, conséquences         | 64 |
| 341 "L'effet station"                                  | 64 |
| 342 Conclusion ; la qualité intrinsèque du chêne       | 65 |
| 35. Comparaison du hêtre entre les stations VI et IX   | 65 |
| 4. Possibilités d'orientations sylvicoles              | 66 |
| 41. Vocation des stations                              | 66 |
| 411. Répartition actuelle des essences                 | 66 |
| 412. Choix d'essences forestières                      | 67 |
| 42. Le problème de la régénération du chêne            | 68 |
| 5. Conclusion  |    |

SYNTHESE ET CONCLUSIONS 70

- Annexe n°1 : Quelques généralités sur la région naturelle de la Woëvre.
- Annexe n°2 : (Annexe à la deuxième partie)
- Annexe n°3 : (Annexe à la troisième partie)
- Annexe n°4 : (Annexe à la quatrième partie)
- Annexe n°5 : Clef simplifiée de détermination des stations
- Annexe n°6 : Ouvrages consultés

## INTRODUCTION

L'importance de la notion de station n'échappera pas à l'attention du forestier soucieux de pratiquer une sylviculture adaptée aux conditions du milieu.

La station revêt d'abord une signification écologique : c'est "une étendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions écologiques (topographie, climat, sol, végétation spontanée)" (\*). Pour le forestier, ce concept a une valeur plus précise : "Une station forestière est justiciable d'une même sylviculture, avec laquelle on peut espérer, pour une essence donnée une productivité comprise entre des limites déterminées" (\*).

Un certain nombre de massifs forestiers ont fait l'objet d'études de station actuellement en France. Les résultats obtenus auront d'autant plus intérêt pratique qu'ils seront applicables à une échelle relativement étendue : c'est ainsi que les connaissances réunies dans le cadre d'une région écologique bien inventoriée pourront être synthétisées sous la forme d'un catalogue de stations forestières. Dans cet ordre d'idée, les travaux de BECKER (1971) en forêt de Charmes, POLGE (1973) en forêt de Bride et BIR (1976) en forêt de Fénêtrange ont largement contribué à l'élaboration du catalogue des stations forestières du Plateau Lorrain (BRETHERS, 1976). De même un catalogue des stations des Plateaux calcaires du Nord-Est est actuellement en cours de parution. Il représente la synthèse de nombreux travaux.

L'étude du Massif forestier de la Reine, proposée ici, s'inscrit dans le cadre d'un inventaire des stations forestières d'une petite région naturelle, la Woëvre, qui n'a pas fait jusqu'ici l'objet de beaucoup d'investigations (citons les études essentiellement phytosociologiques de DUVIGNEAUD (1959), de VANDEN BERGHEN et MULLENDERS (1957), l'étude pédologique de M. MONTAGNE (1975)). La Woëvre est située entre les côtes de Meuse et de Moselle, régions déjà bien étudiées au point de vue stationnel : dans cette optique, ce travail est destiné à compléter la typologie forestière Nord-Est de la France. On notera qu'à priori, les conditions de milieu présentent des analogies avec celles du Plateau Lorrain, plus à l'Est : importance des affleurements argilo-marneux, topographie molle.

Après une première partie de présentation, la seconde partie du présent travail sera consacrée à la définition des stations du Massif forestier de la Reine à partir d'un inventaire phyto-écologique. Dans la troisième partie, nous serons amenés à tester cette typologie stationnelle dans le contexte de la forêt Woëvroise. Enfin, l'étude des potentialités forestières sera envisagée dans une quatrième partie : relations station - production, relations station - qualité du bois, possibilités d'orientations sylvicoles.

\* Commission vocabulaire du groupe d'étude sur la typologie des stations forestières (1980).

La plaine de la Woèvre  
et le Massif forestier  
de la Reine, vus depuis  
les côtes de Meuse (vil-  
lage de Boucq).



La plaine de la Woèvre et le Massif forestier de la Reine, vus depuis les côtes de Meuse (village de Boucq).



Aspect classique du taillis-sous-futaie dans le Massif forestier de la Reine.

PREMIERE PARTIE :

PRESENTATION DU MASSIF FORESTIER  
DE LA REINE

Figure 1:

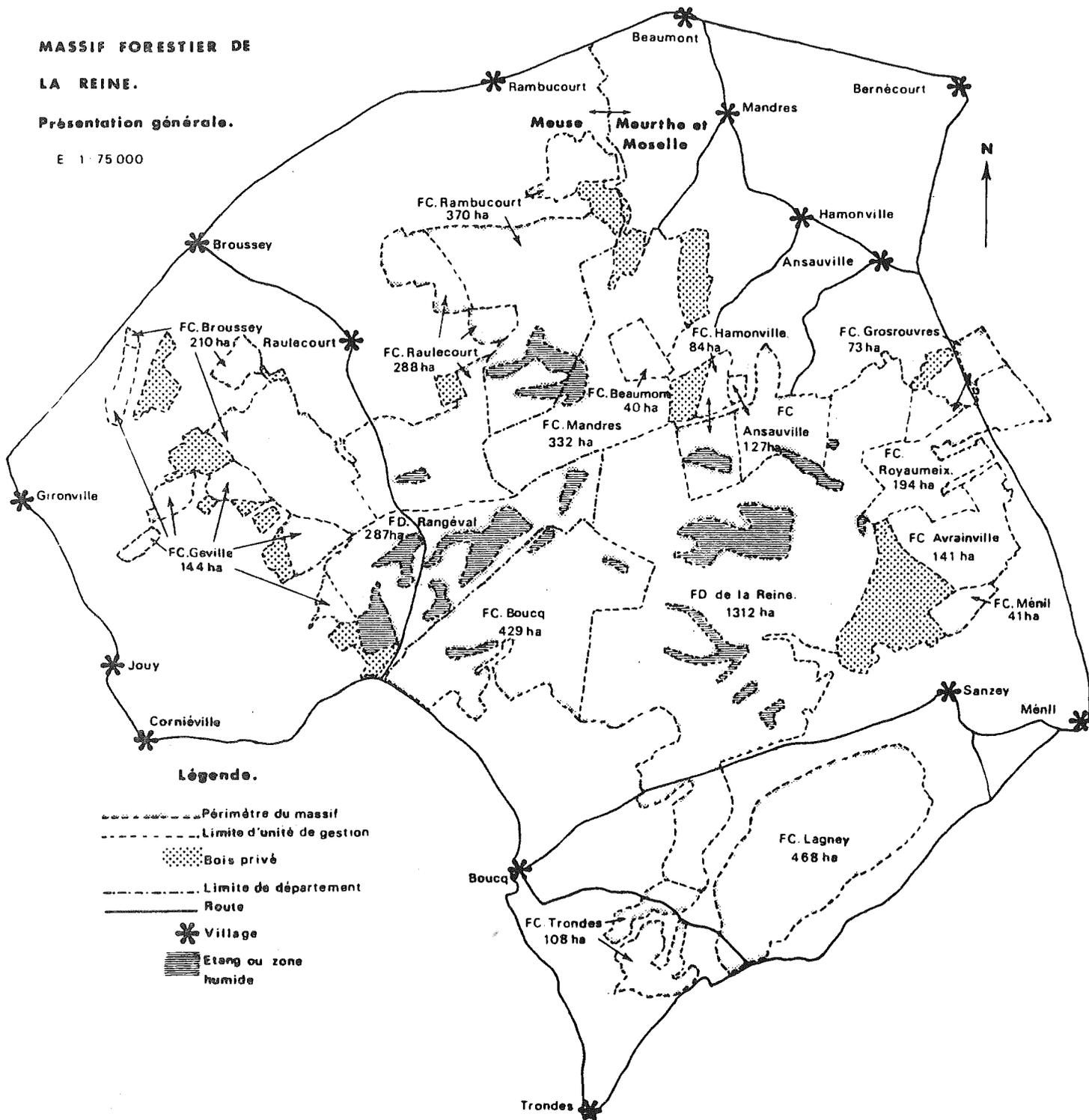
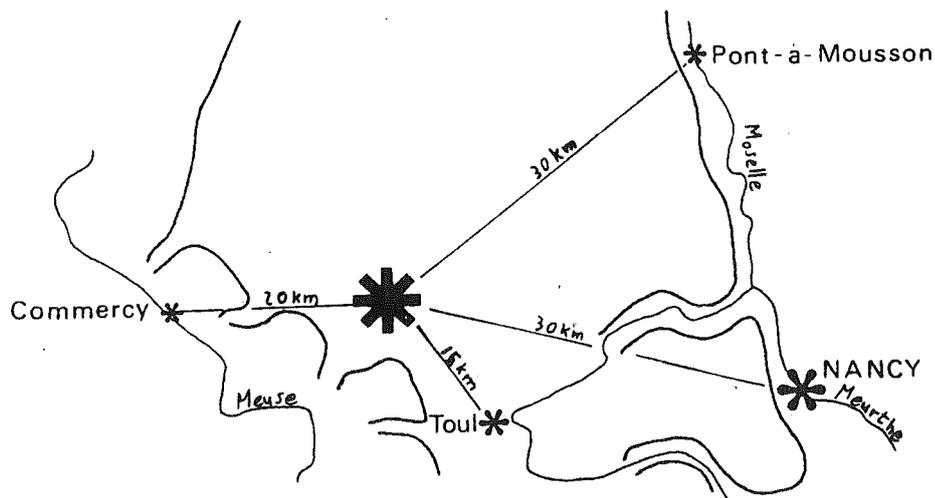


Figure 2:  
Situation régionale du Massif forestier de la Reine.



## 1 - Présentation générale :

Le massif forestier de la Reine se situe dans la plaine de la Woëvre (Lorraine). Cette plaine est une dépression s'étendant au pied des côtes de Meuse : les principaux traits de cette petite région naturelle seront évoqués dans une partie ultérieure (annexe n°1)

Le massif est environné d'une zone essentiellement rurale. Toul (15 000 habitants) à 15 km au sud, est la ville la plus proche (voir aussi la figure 2).

La forêt tire son nom de la Reine Brunehaut (qui y aurait été massacrée au VIème siècle par sa rivale Frédégonde). Attribué à la forêt domaniale, ce nom désigne par extension l'ensemble du massif.

De forme assez ramassée, le massif forestier s'étale sur 12 km du nord au sud et autant d'ouest en est, à cheval sur les départements de la Meurthe-et-Moselle et de la Meuse. Il entre en contact avec les côtes de Meuse entre Boucq et Corniéville au sud-ouest, et à l'est, il atteint presque les derniers revers calcaires des côtes de Moselle.

Le massif totalise une surface boisée de 4930 ha presque d'un seul tenant. La propriété forestière le fait éclater en de nombreuses unités :

- 1600 ha sont répartis entre les forêts domaniales de la Reine et de Rangéval.
- 3050ha sont partagés entre 15 forêts communales.
- 280ha sont des bois privés.

La carte de la figure 1 présente la répartition spatiale de ces diverses unités de gestion.

Le massif fait intégralement partie du parc naturel régional de Lorraine (zone ouest). La qualité de ses paysages, ses vastes peuplements de chênes entrecoupés de nombreux étangs et de larges allées forestières font du massif un des pôles d'attraction de ce parc. A ce titre, un effort particulier est entrepris pour l'accueil du public (aires de repos, panneaux, etc...).

Malgré tout, la fréquentation touristique reste assez diffuse et modérée. L'éloignement des grandes agglomérations lorraines en est une cause. En période estivale, la surabondance des moustiques décourage la plupart des promeneurs. Ce sont surtout les amateurs de champignons qui fréquentent le plus assidûment la forêt.

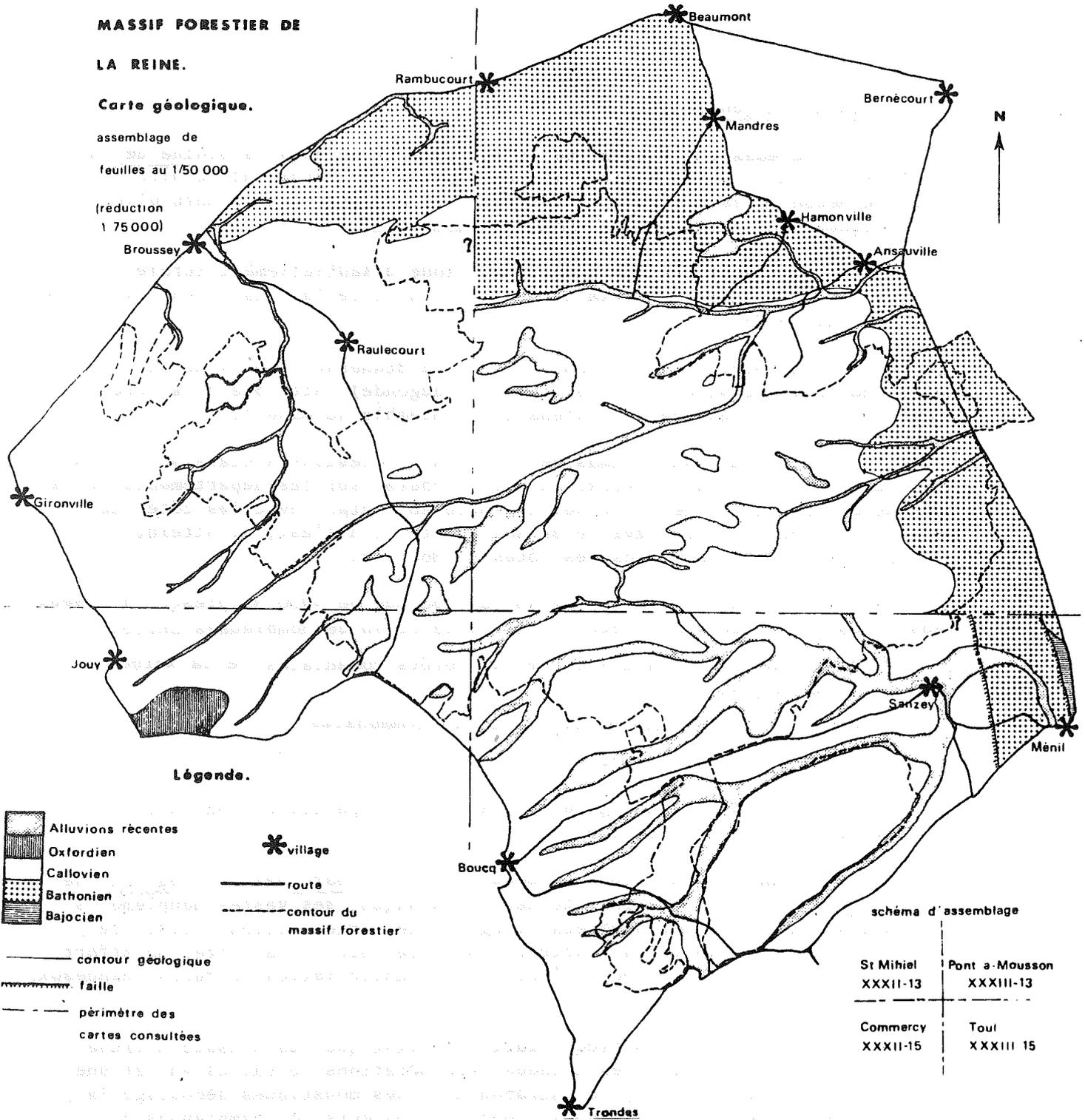
Figure 3:

**MASSIF FORESTIER DE  
LA REINE.**

**Carte géologique.**

assemblage de  
feuilles au 1/50 000

(réduction  
1/75 000)



**Légende.**

- Alluvions récentes
- Oxfordien
- Callovien
- Bathonien
- Bajocien
- \* village
- route
- - - contour du massif forestier

- contour géologique
- - - faille
- - - - - périmètre des cartes consultées

**schéma d'assemblage**

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| St Mihiel<br>XXXII-13 | Pont-a-Mousson<br>XXXIII-13 |
| Commercy<br>XXXII-15  | Toul<br>XXXIII-15           |

## 2 - Les facteurs du milieu :

### 2.1. - Géologie :

Les étages géologiques affleurant dans la zone étudiée sont les suivants : (se référer aussi à la figure 3) :

- Alluvions récentes : elles sont formées d'éléments argileux, limoneux et calcaires originaires des côtes de Meuse. Localement, on désigne par "grouine" un gravier provenant de la désagrégation du calcaire Oxfordien de la cuesta meusienne.

- Oxfordien inférieur et Callovien : la limite entre ces deux étages n'a pas été étudiée avec précision : on les réunit souvent sous l'appellation "Marnes et argiles de la Woëvre". La puissance de cette formation est de l'ordre de 150 m. L'Oxfordien inférieur est une argile gris-bleu, grasse parfois marneuse. Le Callovien supérieur se compose de marnes et d'argiles à ammonites pyriteuses. Le Callovien moyen est sous forme de marnes et marno-calcaires à oolithes ferrugineuses. Le Callovien inférieur a moins d'une trentaine de mètres d'épaisseur, avec des marnes sableuses feuilletées, des argiles et calcaires légèrement sableux. Les "Marnes et argiles de la Woëvre" intéressent la plus grande partie du massif forestier.

- Bathonien : le Bathonien supérieur et moyen a une quarantaine de mètres d'épaisseur : alternance de marnes, d'argiles, de bancs marno-calcaires ; cette formation apparaît au nord et à l'est du massif forestier. On remarquera sur la figure 3 les discontinuités de la limite Callovien-Bathonien sur le raccordement des différentes feuilles au 1/50 000ème. Ces imprécisions cartographiques notoires sont dûes en partie à la faible différence lithologique existant entre ces deux étages.

Les cartes géologiques ne mentionnent pas l'existence de placages de limons sur l'étendue du massif forestier. Les sondages effectués pendant la phase de terrain montrent qu'une grande partie de sa surface est recouverte d'une couche limoneuse, ne dépassant pas un mètre d'épaisseur. La transition avec la marne est progressive. L'origine de ces dépôts est complexe. Pour la forêt de Fresnes-en-Woëvre, plus au nord, M. MONTAGNE\* (1975) pense que les limons sont d'origine alluviale. La présence de limons éoliens n'est pas à exclure.

### 2.2. - Topographie - Hydrographie :

Le relief est très peu accusé sur l'ensemble du massif : l'altitude varie entre 230 m et 250 m, soit une fourchette totale d'à peine 20 m. Les pentes sont très faibles et atteignent rarement 5 %. L'allure générale est donc celle d'une plaine faiblement ondulée.

La conjugaison d'un relief très peu marqué et d'un substrat imperméable laisse pressentir l'influence du facteur hydrique sur ce paysage.

.../...

L'écoulement des eaux se fait par de nombreux ruisseaux à faible débit, généralement orientés dans le sens ouest-est. Ces eaux se rassemblent au sortir de la plaine de la Woëvre dans deux petites rivières (l'Esche et le Terrouin) qui traversent les côtes de Moselle pour se jeter dans ce dernier cours d'eau.

Quand ils sont régulièrement entretenus (ce qui est le cas dans le massif), ces ruisseaux assurent une évacuation convenable des eaux. Mais les crues ne sont pas rares, notamment pour le Terrouin (entre la F.D. de la Reine et la F.C. de Lagney).

Dans tout le massif, l'assainissement est complété par un vaste réseau de fossés de drainage nécessitant beaucoup de travaux d'entretien. A titre indicatif, la F.D. de la Reine compte à elle seule près de 100 km de fossés (soit 75 m de fossés par hectare en moyenne).

Les parties les plus déprimées ont été aménagées depuis longtemps en étangs artificiels, ce qui est un élément caractéristique de la Woëvre. Pas moins de 22 étangs sont enclavés dans tout le massif forestier, et 6 autres sont à proximité immédiate. Le plus grand d'entre eux (l'Etang Romé) totalise une surface de 55 ha, tandis que d'autres ne dépassent pas 1 ha. Tous ces étangs sont des propriétés privées, et sont le plus souvent exploités pour la pisciculture. Par ailleurs, ils ne manquent pas d'intérêt ornithologique (étapes de migration, colonie de hérons...).

Un des éléments caractéristiques du paysage forestier est la présence d'une multitude de "mardelles", disséminées un peu partout dans les peuplements, formant de petites clairières. Ce sont de petites dépressions locales de quelques dizaines à quelques centaines de m<sup>2</sup>, où l'eau stagne fréquemment (Il n'est pas rare d'en dénombrier plusieurs à l'ha en F.D. de la Reine). Leur origine reste énigmatique : les plus grandes d'entre elles seraient dues à d'anciennes exploitations d'argile pour des briqueteries et des tuileries.

### 2.3. - Climat :

La région est soumise au climat de type lorrain, semi-continental, avec des influences à la fois océaniques et continentales. Il n'existe pas de poste météorologique à proximité immédiate du massif forestier. Nous proposons en annexe 1 de rappeler les principales caractéristiques du climat lorrain, tout en tentant de dégager les nuances propres à la Woëvre.

Nous mentionnerons ici quelques points intéressant directement le sylviculteur :

- les gelées printanières tardives sont assez fréquentes, et provoquent des dégâts sur la floraison des arbres et les jeunes semis.
- les vents (surtout ceux d'ouest) peuvent être parfois violents, mais les dégâts qu'ils occasionnent habituellement (chablis, bris de branches) restent rares et localisés.

.../...

En outre, étant donné l'uniformité des conditions topographiques, on admettra facilement que le climat peut être considéré homogène sur l'ensemble du massif forestier. L'étude de station n'aura donc pas à prendre en compte de variations microclimatiques. Toutefois, il est probable que la proximité immédiate des côtes de Meuse engendre quelques variations minimales (notamment pour les précipitations et les vents).

#### 2.4. - Facteurs biotiques :

- L'action de l'homme a bien sûr profondément modelé le paysage et les peuplements forestiers. Elle est évoquée à plusieurs titres dans toute cette première partie.

- Le gibier ne pose pas de problèmes particuliers au point de vue des dégâts forestiers, ce qui est dû à une densité des cheptels inférieure à la normale (4 têtes de chevreuil pour 100 ha et environ le double pour le sanglier en F.D. de la Reine).

- Les rongeurs causent des dégâts notables lors de l'introduction de jeunes plants (en particulier pour le Frêne).

#### 2.5. - Conclusion :

Cette évocation des facteurs du milieu nous renseigne sur les principaux points susceptibles de provoquer des variabilités stationnelles dans le massif forestier. Il conviendra donc d'attacher une importance particulière :

- à la présence des couvertures superficielles par dessus le substrat marneux.

- aux variations topographiques, si minimales puissent-elles paraître, et à la présence d'éléments hydrographiques (ruisseaux, étangs, etc...).

3 - La Forêt :

3.1. - Généralités

3.1.1. Les peuplements, leurs produits :

L'allure générale des peuplements est un taillis-sous-futaie (abréviation T.S.F) à réserves de Chêne pédonculé presque pur et taillis de Charme. Pour illustration, voici la répartition des essences donnée pour la F.D. de la Reine. (Les aménagements ne mentionnent pas le Chêne sessile en général; nous l'avons cependant rencontré en quelques endroits lors de l'inventaire).

|                           | Futaie | Taillis |
|---------------------------|--------|---------|
| Chêne pédonculé :         | 80 %   | -       |
| Charme :                  | 10 %   | 60 %    |
| Hêtre :                   | 3 %    | -       |
| Tremble, Saule, Bouleau : | -      | 30 %    |
| Autres divers :           | 2 %    | 10 %    |
| Résineux :                | 5 %    | --      |

- Le Chêne pédonculé est donc l'essence principale. Dans le massif, sa vigueur est réputée excellente et la qualité de son bois est appréciée, quoique inégale. Certaines coupes fournissent 5 à 10 % de tranchage. Les autres produits s'écoulent en menuiserie et bois de chauffage. A titre indicatif, le prix de la grume de chêne (bille + surbille) de catégorie 50 et plus avoisinait 850 F en 1979.

- Le Charme est également très vigoureux. Il part en bois de trituration et de chauffage.

- Le Hêtre est considéré comme appoint, il est assez souvent déprécié par la présence de coeur rouge.

- D'autres essences comme le Frêne et les fruitiers sont généralement de belle allure.

Dans l'ensemble, les peuplements ont peu souffert de la guerre de 14-18 ; certains secteurs sont appauvris en chênes par suite des coupes abusives. Quelques anciens talus de chemin de fer et dépôts de munition laissent des traces encore visibles dans certaines parcelles.

3.1.2. Les contraintes du milieu :

Si la vigueur du Chêne dans le massif n'est pas à mettre en doute, les peuplements ont par contre la réputation d'être difficiles à régénérer. Le caractère aléatoire des glandées (une bonne fructification tous les 10 à 15 ans) n'est pas le seul facteur en cause : en effet, la survie et la croissance des semis peut être compromise pour plusieurs raisons :

- l'hydromorphie est souvent très marquée : alternance de phases de sécheresse et de phases d'asphyxie avec l'apparition d'une nappe perchée. La présence des fossés d'assainissement est indispensable pour abaisser le niveau du plan d'eau.

- le risque de gelées printanières est important.

- l'envahissement par les herbes (Canche, Carex etc...) et les ronces est très rapide. Tout ceci rend les opérations de régénération particulièrement délicates.

### 3.1.3. L'équipement :

Le réseau routier n'est pas toujours suffisant, spécialement dans les forêts communales. Le terrain naturel est très mouilleux et difficile à stabiliser, ce qui rend l'opération coûteuse. Beaucoup de "tranchées" en terre battue, de dimensions imposantes, sont d'une viabilité très médiocre.

## 3.2. - Les aménagements antérieurs :

Cette forêt a été traitée de "temps immémorial" en T.S.F. à révolution de 30 ans (préambule de l'aménagement actuel de la F.D. de Rangéval). Quelques renseignements épars permettent de penser que ce traitement forestier a été pratiqué de longue date dans le massif, avant l'existence de documents d'aménagement.

### 3.2.1. La Forêt domaniale de la Reine :

Elle est aménagée depuis 1764. Le T.S.F est abandonné en 1862, date à partir de laquelle l'aménagiste envisage la conversion en futaie pleine par la méthode directe. Il est alors prévu de régénérer la moitié de la forêt en 40 ans (bien que la révolution de la futaie était fixée à 160 ans). Cette surface est réduite au cours des révisions d'aménagement ultérieures, l'échec des coupes d'ensemencement étant attribué à la rareté des glandées et au manque de vieillissement du taillis.

Mais en 1888, il est décidé de revenir purement et simplement au T.S.F. à révolution de 30 ans. De l'avis du gestionnaire, jamais les semis naturels de Chêne ne se produisent et ne réussiront de façon à couvrir l'ensemencement du sol. Le régime du T.S.F. est appliqué dans ses grandes lignes jusqu'en 1956. Cependant, les balivages ne sont plus effectués, les dégagements de semis sont rares.

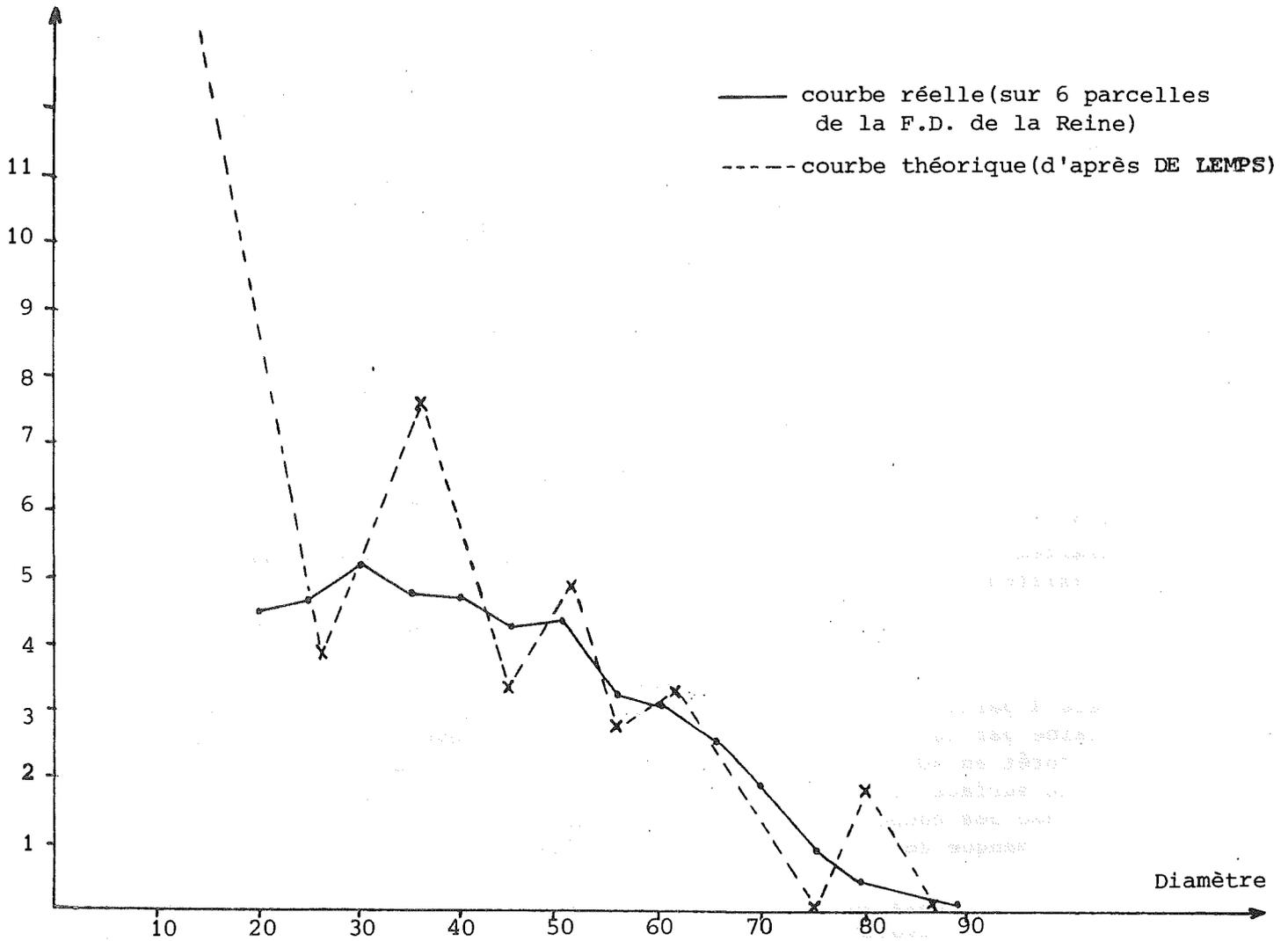
En 1957, un règlement provisoire d'exploitation prévoit l'extraction des réserves surannées et des coupes d'abris en vue d'un enrésinement général. L'idée est d'aboutir à une futaie claire de Chêne avec sous-étage de résineux... Précisons tout de suite que l'aménagement de 1963 a mis fin aux errements des orientations sylvicoles.

### 3.2.2. La Forêt Domaniale de Rangéval : (Canton de la Voëvre)

Elle a subi un passé à peu près analogue. L'ordonnance royale de 1829 décide la conversion en futaie régulière. Les peuplements sont fortement enrichis jusqu'en 1855, date à laquelle commencent les éclaircies préparatoires à la conversion. En 1877, les peuplements sont âgés de 80 à 300 ans pour la futaie, 50 ans environ pour le taillis : l'aménagiste prévoit un

Figure 4: Fréquence des classes de diamètre  
 en F.D. de la Reine.  
 (T.S.F.-Chêne)

Nombre d'arbres/ha



La courbe donnée pour 6 parcelles de la F.D. de la Reine a été construite d'après les comptages effectués pour l'aménagement de 1963. Les plus jeunes classes d'âge de Chêne sont déficitaires (absences de balivage), à terme, on aboutira à une régularisation des peuplements. A titre indicatif, on a reporté une courbe donnée pour un T.S.F. normal (DE LEMPS, 1951), au niveau d'une parcelle (ce qui explique l'aspect "en dent de scie" dû au rythme des balivages successifs). L'allure générale de cette courbe donne une idée de la place qui doit revenir aux plus jeunes classes d'âge de Chêne dans un tel type de peuplement.

traitement en futaie régulière à révolution de 160 ans. A la suite d'opérations de régénération controversées, le retour au T.S.F. à révolution de 30 ans est décidé à partir de 1888, ce traitement est appliqué jusqu'en 1963.

### 3.2.3. Les forêts communales :

Quelques points peuvent être retenus :

- Dans leur quasi totalité, ces forêts ont été traitées en T.S.F. à révolution de 30 ans jusqu'aux récentes révisions d'aménagement.

- Comme partout ailleurs en France, l'existence de coupons de "quart en réserve" (appoint occasionnel des caisses communales) était général, le reste des coupes étant destiné aux affouagistes.

### 3.2.4. Conséquences sylvicoles du passé :

La gestion de ces peuplements a présenté plusieurs aspects négatifs :

- les opérations de rénovation, de dégagement des taches de semis sont restées trop rares.

- les opérations de balivage ont sérieusement manqué : les chênes de moins de 50 ans sont peu abondants en général.

- le rythme des passages en coupe était tel que "l'on a enlevé trop peu souvent et trop à la fois", pour reprendre les termes de l'aménagiste de la F.C. de Lagney.

. trop peu souvent : les arbres dépérissants ne sont pas réalisés, les opérations culturales dans les taches de semis ne sont pas suivies.

. trop à la fois : des trouées se forment, souvent replantées en résineux.

Dans chaque unité de gestion, les chiffres de prélèvement moyen dénotent des excès dans les deux sens :

- le volume prélevé dans la futaie est insuffisant (exemple, en F.C. de Trondes :  $0,73 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ , le chiffre de  $1,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$  étant considéré comme normal pour ce type de T.S.F.) : la tendance est donc à l'enrichissement de la futaie et au vieillissement des réserves.

- le volume prélevé est important (exemple, F.C. de Lagney : plus de  $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ ), ne tient pas compte de la pauvreté initiale en réserves : la tendance est donc à l'appauvrissement du capital et la disparition de la futaie.

De manière générale, il faut souligner que dans tout le massif forestier les aménagistes actuels se sont trouvés confrontés à des T.S.F. vieillies dans lesquels :

- les classes d'âge de chêne sont déséquilibrées (voir à l'appui : figure 4 et commentaire)

- la richesse en réserve est très variable : parfois, certains peuplements sont proches de la structure de futaie, beaucoup plus souvent le peuplement est pauvre ; le volume à l'ha de chêne en F.D. de la Reine est de l'ordre de  $150 \text{ m}^3$  ( $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  est le chiffre que l'on peut avancer pour un TSF riche).

.../...

### 3.3. - Les aménagements en vigueur :

Indiquons d'emblée que les deux F.D. et les F.C. aménagées sont actuellement traitées en vue d'une conversion en futaie régulière. Les arguments présentés en faveur de ce choix sont les suivants :

- la réputation du bois de chêne dans ce massif n'est plus à faire. (cf. § 3.1.1.)
- la futaie régulière est le traitement optimal pour obtenir du bois de chêne de qualité. Le remplacement du taillis de charme par des arbres de futaie permet en outre de valoriser la productivité en chêne de la forêt.

La méthode choisie est presque toujours celle du groupe de régénération strict (=affectation unique). Seule la F.D. de Rangéval fait exception avec la méthode du groupe élargi (=affectation révocable), l'aménagiste restant soucieux de garder une plus grande souplesse dans le choix des peuplements à régénérer.

Suivant les aménagements, l'âge d'exploitabilité choisi varie entre 144 et 180 ans, ce qui correspondrait respectivement à des diamètres d'exploitabilité de 60 cm et 80 cm. L'âge de 144 ans peut sembler un peu jeune pour du chêne (l'aménagiste ayant fixé ses objectifs d'après des comptages de cernes effectués sur des chênes de T.S.F., les résultats ont peut-être été extrapolés un peu rapidement à la futaie).

La durée de conversion préconisée est de l'ordre de 100 à 120 ans, voire 140 ans. Ce choix implique de laisser vieillir des peuplements jusqu'à 200 ans au moins, puisque pratiquement aucun d'entre eux n'est actuellement âgé de moins de 80 ans. Au delà, il se pose des problèmes de survie. A l'inverse, "en pressant la régénération, on risque d'avoir trop de jeunesse" (aménagement de la F.D. de la Reine). Une conversion de durée inférieure à la révolution de la futaie aboutit à un déséquilibre des classes d'âge : une fois achevée, les plus vieux peuplements ne sont pas arrivés à l'âge d'exploitabilité, il y a alors un "trou" de production (nécessité de faire des sacrifices d'exploitabilité ou de prévoir des relais de production du type plantation d'épicéas). La poursuite de la conversion implique le choix de compromis aussi judicieux que possible.

La constitution du groupe de régénération s'est souvent avérée délicate pour entamer la première période de conversion. Le choix s'est porté :

- sur des parcelles vieilles, où se posaient des problèmes de survie.
- sur celles où la densité des réserves était particulièrement élevée.
- sur celles où des dégagements de semis avaient été entrepris auparavant.

Dans certains cas, sa surface est inférieure à celle théoriquement prévue (ceci afin d'éviter des sacrifices d'exploitabilité, ou la concurrence d'un taillis encore trop vigoureux).

Les règles de cultures actuellement appliquées pour la F.D. de la Reine donnent une idée des techniques utilisables dans ce type de forêt :

• groupe de régénération : nous avons évoqué les contraintes imposées par le milieu (cf. § 3.1.2.). L'aménagement de 1963 préconisait de maintenir assez longtemps les semenciers (abris contre les gelées, diminution de l'ensoleillement contre l'envahissement des herbes, "pompe" pour abaisser le plan d'eau). Depuis la révision à mi-période, l'idée est d'intervenir plus rapidement que par le passé, où la coupe définitive intervenait 15 ans après l'ensemencement :

on procède donc ainsi :

- relevé de couvert, éliminant toute la végétation entre l'étage dominé et le sol afin de rendre celui-ci réceptif aux semis.

- 1ère coupe secondaire sur semis de 2 ans : seuls les charmes de faible diamètre sont enlevés, afin de ne pas mettre les semis en pleine lumière.

- 2ème coupe secondaire sur semis de 4 à 5 ans, prélève une partie des semenciers (60 m<sup>3</sup>/ha).

- coupe définitive, 2 à 3 ans après la précédente, soit 6 à 8 ans après l'ensemencement.

- d'éventuels compléments de régénération sont réalisés par points d'ap- puis (maillage 11m x 11m).

- les dégagements de semis se font de part et d'autre de lignes de sylvi- culture espacées de 11 m.

- . groupe de préparation : le but est de réduire le taillis et de laisser le peuplement fermé (pour garder un sol réceptif aux semis) en extrayant seu- lement les arbres suranés ou tarés.

- . groupe d'amélioration : les coupes pratiquées sont un peu plus fortes, de manière à rajeunir les peuplements et à rééquilibrer les classes d'âge.

Le Charme doit être bien sûr maintenu en sous-étage afin de favori- ser l'élagage du Chêne. Il n'est pas souvent question de la présence du Hêtre, qui est cependant assez bien représenté par endroits. Seul l'aménagement de la F.C. de Trondes prévoit de travailler à part les taches de hêtres, afin d'éviter des sacrifices d'exploitabilité.

Des enrésinements ont été prévus dans certaines parties du massif appauvries en Chêne après des coupes marquées trop fort (F.C. de la Reine 2ème série; F.C. d'Avrainville, ancien bois privé), ou des suites de la guerre de 14-18 (F.C. de Mandres, 2ème série). On revient actuellement au feuil- lu, tout en maintenant les parcelles déjà enrésinées.

Terminons sur quelques points concernant les forêts communales. Sur les 15 F.C. du massif, 5 d'entre elles ne sont pas encore aménagées : celles-ci sont toujours traitées en T.S.F. à révolution de 30 ans. Notons simplement :

- que l'exploitation du taillis n'est plus faite sur trois d'entre elles (F.C. Beaumont, Grosrouvres et Ménil).

- que sur l'exceptionnelle glandée de 1976, des coupes de rénovation sont intervenues par parcelles entières (F.C. de Beaumont et Royaumeix, sur 10 à 15 % de leur surface). L'affouage est toujours pratiqué de manière très acti- ve. Le "quart en réserve" a disparu, incorporé au restant des parcelles

### 3.4. Conclusion :

Cette étude des aménagements du massif fait ressortir quelques points essentiels :

- la conversion en futaie régulière de chêne est l'objectif de presque toutes les unités de gestion. L'abandon du T.S.F. sera général à très court terme.

- ce choix est essentiellement motivé par la qualité globale du chêne dans le massif.

Les difficultés rencontrées lors de la régénération semblent mieux maîtrisées que par le passé, où les premières tentatives de conversion ont été interrompues brutalement et sans appel.

.../...

DEUXIEME PARTIE :

DEFINITION DES STATIONS .

PRELIMINAIRE : Démarche globale.

Notre propos n'est pas de rappeler les différentes méthodes d'analyse du milieu forestier en vue d'une typologie des stations. A ce sujet, on se réfèrera à BONNEAU et TIMBAL (1973).

La méthode utilisée ici a été mise au point par le C.N.R.F. et a fait ses preuves à de nombreuses reprises. Parmi ses premières applications, on citera les études de station de NUSSBAUM (1974) et BIR (1976).

Plus récemment, l'emploi de techniques d'analyse multivariante s'est généralisé. En particulier, l'analyse factorielle des correspondances est apparue comme un outil puissant de compréhension du milieu. Citons à l'appui les travaux de JURATIC et PLAN (1976), PRENEY (1978), BECKER (1979), PICARD (1979), SIRET (1979), dans lesquels le traitement des données a été opéré au moyen de l'analyse factorielle des correspondances. Compte-tenu de ces moyens statistiques, la méthode a connu une évolution sensible : en particulier avec la possibilité de faire intervenir des critères écologiques dès le traitement des données floristiques. La conception actuelle de la méthode, exposée par PICARD à la suite de l'étude de la forêt de Bellême préconise un déroulement en trois étapes, que nous résumerons ainsi :

- 1 - prise de données sur le terrain : inventaire de la végétation, observations de données écologiques préalablement choisies.
- 2 - analyse des données se déroulant en deux phases :
  - \* "débroussaillage" au moyen de l'analyse factorielle des correspondances.
  - \* élaboration du résultat final (tableau phyto-écologique).
- 3 - Caractérisation écologique détaillée des stations, dont l'importance peut varier suivant le contexte étudié.

Les deux premières étapes, concernant l'étude phyto-écologique proprement dite, feront l'objet du premier chapitre. Le deuxième chapitre rassemblera des données (d'ordre essentiellement pédologique), destinées à mieux caractériser les stations définies au moyen de l'étude phyto-écologique.

.../...

Chapitre 1 : Etude phyto-écologique

11. L'inventaire :

111. L'échantillonnage :

Pour inventorier le massif, nous avons choisi l'échantillonnage systématique au moyen d'un quadrillage : en obligeant à parcourir toute la surface, il offre les meilleures garanties pour appréhender l'ensemble de la variabilité du milieu forestier. En outre, le choix de transects ou d'une stratification écologique préalable ne s'imposait pas dans ce milieu de plaine aux apparences homogènes a priori.

Le plan d'échantillonnage devait correspondre à un double objectif :

- couvrir l'ensemble du massif forestier.
- permettre ultérieurement d'ébaucher une cartographie des stations.

La période consacrée à la phase de terrain (Juillet-Août) pouvait permettre l'établissement de 300 relevés. Dans l'hypothèse d'un quadrillage unique sur l'ensemble du massif forestier (5000 ha), nous aurions obtenu  $\frac{300}{5000}$  soit 1 relevé par 17ha, ce qui est peu satisfaisant pour une option cartographique.

Par conséquent, la solution suivante a été adoptée :

- asseoir un quadrillage relativement dense sur la F.D. de la Reine, destiné à appuyer une cartographie sur la plus importante unité de gestion du massif. (1312ha ).
- couvrir le restant du massif avec un quadrillage plus lâche.

Il convenait également de prévoir un nombre de points d'inventaire supérieur de 20 % au total des relevés à effectuer : c'est en effet la proportion de points tombant dans des coupes de taillis, des plantations ou des parcelles en régénération et qui ne peuvent par conséquent faire l'objet de relevés floristiques.

Compte-tenu de ces conditions, les 2 quadrillages suivants ont été adoptés :

- 1 relevé pour 6,25 ha en F.D. de la Reine (maille carrée de 250mx250m)
- 1 relevé pour 25 ha pour le restant du massif forestier (maille carrée de 500mx500m).

Ces différents maillages ont été matérialisés sur les cartes I.G.N. au 1/25 000 et s'appuient sur le quadrillage kilométrique Lambert. Pour la F.D. de la Reine, on a reporté le maillage sur un plan O.N.F. au 1/10 000. 368 points d'inventaire potentiels ont été numérotés sur l'ensemble du quadrillage.

.../...

112. Les données inventoriées.

112.1. Le relevé : généralités :  
.....

Le relevé est l'unité de base de l'inventaire représentant une somme de données que l'on peut ranger sous trois rubriques :

- les données écologiques
- les données floristiques
- les données de nature sylvicole et dendrométrique. Chaque point du quadrillage détermine le centre d'une placette de relevé, de forme circulaire. La placette est la surface où l'on recueille la plupart des données d'ordre écologique et floristique : on admet généralement qu'une aire de 400 m<sup>2</sup> environ, estimée à vue, est suffisante dans ce type de forêt. Pour d'autres observations (notamment sylvicoles) on tient également compte du peuplement situé à proximité immédiate de la placette, pourvu que les conditions écologiques y paraissent identiques.

On trouvera dans l'annexe n°2 un exemplaire des fiches de relevé utilisées sur le terrain pendant l'inventaire.

112.2. Données écologiques  
.....

- renseignements généraux : en tête du relevé figure la date et son numéro de position dans le quadrillage (la numérotation n'est pas continue puisque des placettes peuvent être éliminées, cf. § 111).

- homogénéité stationnelle : cette condition doit être vérifiée pour obtenir des relevés représentatifs d'unités stationnelles. Dans la rubrique "homogénéité stationnelle apparente", on note tout ce qui est susceptible de perturber le couvert herbacé de la placette (hétérogénéité du peuplement accident de terrain, changement sensible de substrat). Autant que possible, le centre de la placette est déplacé pour éviter les zones influencées par de tels facteurs.

- topographie : dans ce paysage au relief peu accentué, cinq classes de position topographique ont été distinguées :

- bas fond.
- bas de pente.
- mi-pente
- haut de pente
- terrain plat.

- hydrographie : on a relevé la présence éventuelle d'étangs, de ruisseaux, de fossés, de mardelles à proximité de la placette

- facteurs édaphiques : au cours de l'inventaire systématique, on s'est limité à l'examen des données essentielles pour la compréhension de ce type de milieu (cf. 1ère partie, § 2), une étude pédologique plus approfondie étant abordée ultérieurement. Le choix s'est donc orienté sur les observations suivantes :

. type d'humus : il est apprécié d'après l'aspect de l'horizon de surface (couleur et structure). Pratiquement, on a distingué 3 classes : mull "de pélosol" (d'aspect intermédiaire entre le mull eutrophe et le mull calcique), mull mésotrophe et hydromull. Les critères macroscopiques

de description seront repris dans le chapitre 2.

. nature du substrat : 4 classes de texture ont été distinguées au toucher :

- L : texture limoneuse
- L-A : texture limono-argileuse
- A-L : texture argilo-limoneuse
- A : texture argileuse.

Pour améliorer les comparaisons des données, les classes de texture ont toujours été appréciées par le même opérateur.

. hydromorphie : elle a été estimée par l'éventuelle profondeur d'apparition d'horizons marmorisés, ou d'horizons réduits de type gley.

La canne sonde a été utilisée pour effectuer ces deux dernières opérations. Maniable et d'emploi rapide sur ces sols argilo-limoneux, elle a également l'avantage de permettre une lecture assez précise des profondeurs de sondage (si l'on prend soin de sonder le sol en plusieurs tranches successives pour éviter le tassement de la "carotte" de terre). Elle ne permet cependant pas de descendre au delà de 70 cm.

112.3. Données floristiques :

La première étape consiste à inventorier toutes les espèces végétales croissant sur la placette. Elles sont classées en quatre strates, dont on estime également chaque recouvrement respectif :

- strate arborescente (les réserves)
- strate arbustive supérieure (le taillis)
- strate arbustive inférieure
- strate herbacée et muscinale

A l'intérieur de chaque strate, la représentativité de chacune des espèces a été appréciée à l'aide du coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet, dont la signification est condensée dans le tableau suivant :

|   |               |
|---|---------------|
| Espèce recouvrant moins de 5 % de la strate | : Coefficient |
| rares                                       | +             |
| individus                                   | 1             |
| peu abondants                               | 1             |
| abondants                                   | 2             |
| Espèce recouvrant plus de 5 % de la strate  | :             |
| de 5 à 25 %                                 | 2             |
| de 25 à 50 %                                | 3             |
| de 50 à 75 %                                | 4             |
| de 75 à 100 %                               | 5             |

Nous disposons d'une liste floristique préétablie pour noter ces coefficients, ce qui facilitait le travail de rédaction du relevé sur le terrain. (Cette liste avait été dressée d'après un certain nombre de relevés

effectués dans la plaine de la Woëvre, dont nous reparlerons en 3ème partie).

Les espèces nouvelles rencontrées en cours d'inventaire ont été rajoutées à cette liste.

La flore de référence est "La nouvelle flore de la Belgique du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines" (2ème édition). Quelques difficultés de détermination sont apparues en cours d'inventaire. Des arbres et arbustes (très peu nombreux certes) présentant des caractères hybrides ont été rangés dans des catégories à part : *Crataegus X (C. laevigata X monogyna)* *Quercus X (Q. robur X petraea)* *Ulmus X* (il est probable que l'on a eu affaire à des hybrides *Ulmus laevis X minor*) L'identification des grands *Carex* n'a pas toujours été aisée (*Carex riparia* avait été rangé provisoirement dans la rubrique "grand *Carex* sp.").

Par ailleurs, l'inventaire s'étant déroulé en été, les informations relatives aux espèces vernales doivent être prises avec prudence. *Ranunculus ficaria* ne figure dans aucun relevé, alors qu'elle est abondante au printemps. Il est probable que les observations relatives à des espèces comme *Adoxa moschatellina* n'ont pu être que partielles. Toutefois des relevés de printemps ont montré que la flore vernale est pauvre dans l'ensemble.

112.4. Données sylvicoles et dendrométriques :

Sur chaque relevé figurent également :

. la nature de la propriété forestière, son identification, l'éventuel numéro de parcelle.

. le traitement forestier apparent : 4 catégories ont été distinguées :

- Taillis
- Taillis sous futaie (T.S.F.)
- TSF vieilli
- Futaie.

. la nature et l'abondance du taillis et des réserves.

Pour le Chêne et éventuellement le Hêtre, on a mesuré la hauteur d'un arbre proche du centre de la placette. Etant donné l'imprécision due à la densité du couvert arbustif, ces mesures revêtaient un caractère tout à fait provisoire, et n'étaient destinées qu'à fournir de premières indications sur la fertilité des stations (qui fera l'objet d'une phase d'étude ultérieure). On s'est efforcé de choisir des réserves âgées afin que l'influence de l'âge sur les hauteurs mesurées soit largement minimisée.

113. Déroulement de l'inventaire :

Nous avons effectué cette phase de terrain pendant les mois de juillet et août 1979, à raison de 10 relevés par jour en moyenne (30 jours pleins de travail). Nous avons été aidés par un second opérateur pendant le mois d'août (Mlle VERTES, puis M. GEREMIA). 291 relevés ont été effectivement établis sur les 368 points d'inventaire du quadrillage systématique visités (numérotation discontinue de 1 à 368 ; 30 % des points d'inventaire ont donc dû être éliminés). 12 relevés supplémentaires (numéros 369 à 380)

.../...

ont été effectués après l'inventaire systématique dans différents milieux traversés au cours de cette phase de terrain, et que l'on a jugé sous-échantillonnés. Finalement 303 relevés ont été dressés.

Le repérage de chaque placette du quadrillage s'est fait au topofil et à la boussole.

Le cheminement emprunté pour atteindre la placette était déterminé à l'avance sur les cartes de terrain.

Le centre de chaque placette a été matérialisé par une marque de peinture, ceci afin de pouvoir retrouver n'importe quelle placette lors des phases ultérieures de l'étude.

## 12. Dépouillement de l'inventaire phyto-écologique :

### 121. La méthode de traitement :

L'analyse factorielle des correspondances (abréviation AFC) est le traitement utilisé pour exploiter les données de l'inventaire phyto-écologique. Notre propos n'est pas d'exposer les fondements de l'AFC : à ce sujet, on se référera à BACHACOU (1975). Il convient cependant d'en rappeler ici le schéma, et la manière dont cet outil statistique peut être utilisé pour ce type de données.

Les données sont introduites sous la forme d'un tableau à  $r$  lignes (les individus, ici relevés) et  $e$  colonnes (les variables "principales", ici les espèces). Chaque coefficient du tableau représente un coefficient d'abondance-dominance d'une espèce dans un relevé.

L'analyse construit le nuage des espèces dans l'espace à  $r$  dimensions des relevés. Deux espèces voisines dans le nuage sont des espèces aux affinités sociologiques étroites.

Les opérations suivantes fournissent des éléments pour interpréter la répartition des variables dans ce nuage (qui n'est pas matériellement représentable dans son intégralité). L'analyse calcule le premier axe factoriel, qui est l'axe d'étirement maximum tel que la projection des points sur celui-ci déforme le moins possible le nuage ; un "pourcentage explicatif" lui est affecté. L'axe 2 est orthogonal au premier et doit déformer le moins possible le nuage : il apporte moins d'informations sur celui-ci que le premier axe, le pourcentage explicatif diminue. Les autres axes sont calculés ainsi de proche en proche, ils sont de moins en moins explicatifs.

Les plans factoriels, construits à partir de deux axes factoriels, contribuent à mieux "visualiser" le nuage de points : ils apportent ainsi des éléments d'interprétation supplémentaires.

Un travail en tous points analogue est effectué pour le nuage des relevés dans l'espace à  $e$  dimensions des espèces. Les axes calculés pour ce nuage sont identiques aux précédents, (ce qui est une particularité de l'AFC) : les résultats concernant les espèces et les relevés seront donc superposables.

.../...

"Toutefois lorsque les données sont recueillies à l'échelle d'un massif forestier, ou d'une petite région forestière, les axes apparaissent être le reflet des grands facteurs écologiques conditionnant la répartition des plantes (alimentation en eau, en éléments minéraux, lumière...)" (BECKER, 1979).

L'interprétation des axes s'appuie sur les connaissances du comportement écologique des espèces mis en évidence par ailleurs. Elle est complétée par l'introduction des variables écologiques et sylvicoles sous forme de variables "supplémentaires" : elles sont positionnées sur les axes comme les variables "principales" (ici les espèces), mais n'interviennent pas dans le calcul de ces axes. Pour clarifier l'interprétation d'un axe, on en retient que les variables qui ont le plus de signification par rapport à celui-ci : l'analyse fournit des données ("Cosinus carré", désigné par  $\text{Cos}^2$ ) permettant de classer les variables par contribution décroissante au calcul de chaque axe.

Précisons aussi que l'on introduit certaines variables floristiques sous forme de variables supplémentaires, afin qu'elles ne prennent pas trop de "poids" dans l'analyse. (espèces très héliophiles, ou bien espèces n'apparaissant qu'une ou deux fois).

122. Traitement du fichier complet : (Reine - 1ère analyse).

122.1 Mise en oeuvre :

298 relevés ont été retenus pour l'analyse, quelques relevés ayant été éliminés par suite d'une quasi-absence de la strate herbacée.

Le plan de carte définit la manière dont sont codées les données introduites dans l'analyse ; il est détaillé dans l'annexe N°2. Globalement, les variables sont ordonnées dans les rubriques suivantes :

- 149 variables floristiques principales
- 26 variables floristiques supplémentaires
- 20 variables supplémentaires sylvicoles
- 33 variables supplémentaires écologiques

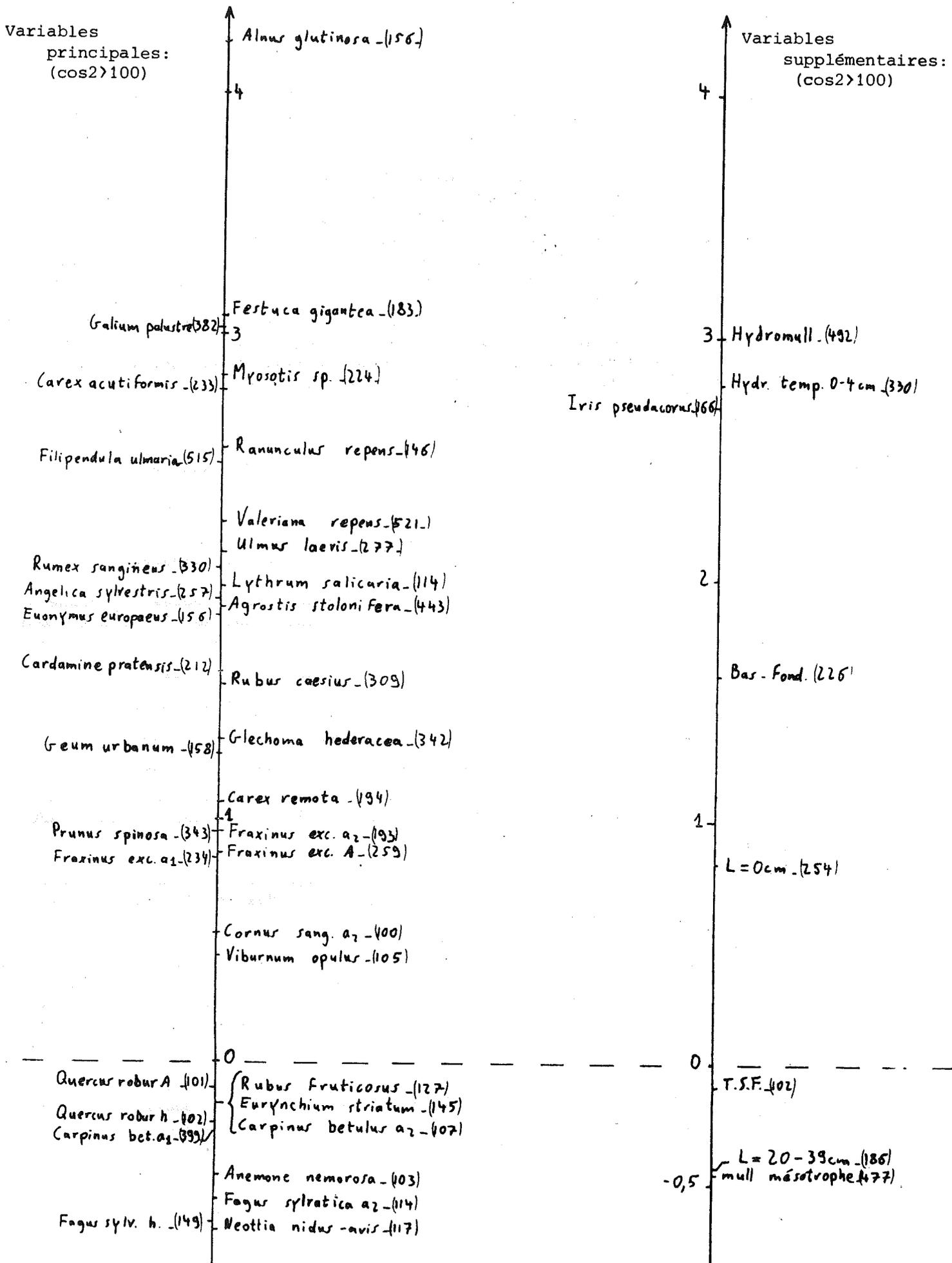
On soulignera que les variables continues (du type "hauteur de chêne" ou "Profondeur de la couche de limons") ne peuvent être introduites dans l'AFC que sous forme de classes discontinues.

Il y a au total 228 variables : chaque relevé remplit 3 cartes perforées. L'ensemble des données tient donc sur  $298 \times 3 = 894$  cartes, elles constituent le fichier utilisé pour l'AFC.

Les données ont été codées à partir des relevés de terrain à l'aide de "fiches de codage" (qui ont la présentation du plan de carte figurant en Annexe N°2). Nous avons réalisé la perforation des cartes à partir de ces fiches. Les cartes ont été ensuite vérifiées à partir des données de terrain et corrigées.

Le programme utilisé est le programme "ANALY" de la station de Biométrie (CNRF). (La version juin 79 permet entre autres modifications de calculer les 7 premiers axes factoriels). Le traitement a été effectué sur ordinateur IRIS 80 (IUCA - Nancy).

Figure 5: Axe 1-(Reine 1ère analyse)



(Les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos²)

## 122.2 Résultats :

Les pourcentages explicatifs des 7 premiers axes factoriels sont les suivants :

| axe | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | Total |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| %   | 7,86 | 5,40 | 3,65 | 2,97 | 2,75 | 2,55 | 2,18 | 27,36 |

## a) L'axe 1 : (Figure 5)

Du côté positif, tout un ensemble d'espèces hygrophiles apparaissent en face des variables "hydromull", "hydromorphie temporaire 0-4cm" et "bas fond". Les espèces les plus exigeantes en humidité se détachent nettement en tête : *Alnus glutinosa*, *Carex acutiformis*, *Galium palustre*.

Entre les variables "Bas fond" et "Limon=0cm" (équivalent à "substrat argileux") apparaissent des espèces indiquant des milieux humides et chimiquement riches : *Glechoma hederacea*, *Geum urbanum*, *Rubus caesius*, *Cardamine pratensis*, *Fraxinus excelsior*.

Du côté négatif, on trouve à proximité de l'origine : *Quercus robur*, *Carpinus betulus* (en strate arbustive) *Rubus fruticosus* et *Eurynchium striatum*. Ces espèces sont positionnées au niveau de la variable "TSF", confirmant qu'il s'agit là des éléments les plus ubiquistes de la forêt (si l'on excepte les milieux les plus humides). Cette combinaison de variables se retrouvera par ailleurs sur d'autres axes.

Les variables "limons=20-39 cm" et "mull mésotrophe", ainsi que *Fagus sylvatica*, positionnées plus loin de l'origine, dénotent des milieux nettement moins hydromorphes. Mais cet axe n'apporte guère plus d'informations à leur sujet.

L'axe 1 met donc en relief l'influence prépondérante de l'humidité dans la variabilité du milieu. On retiendra aussi qu'il paraît lié à la richesse chimique des faciès humides.

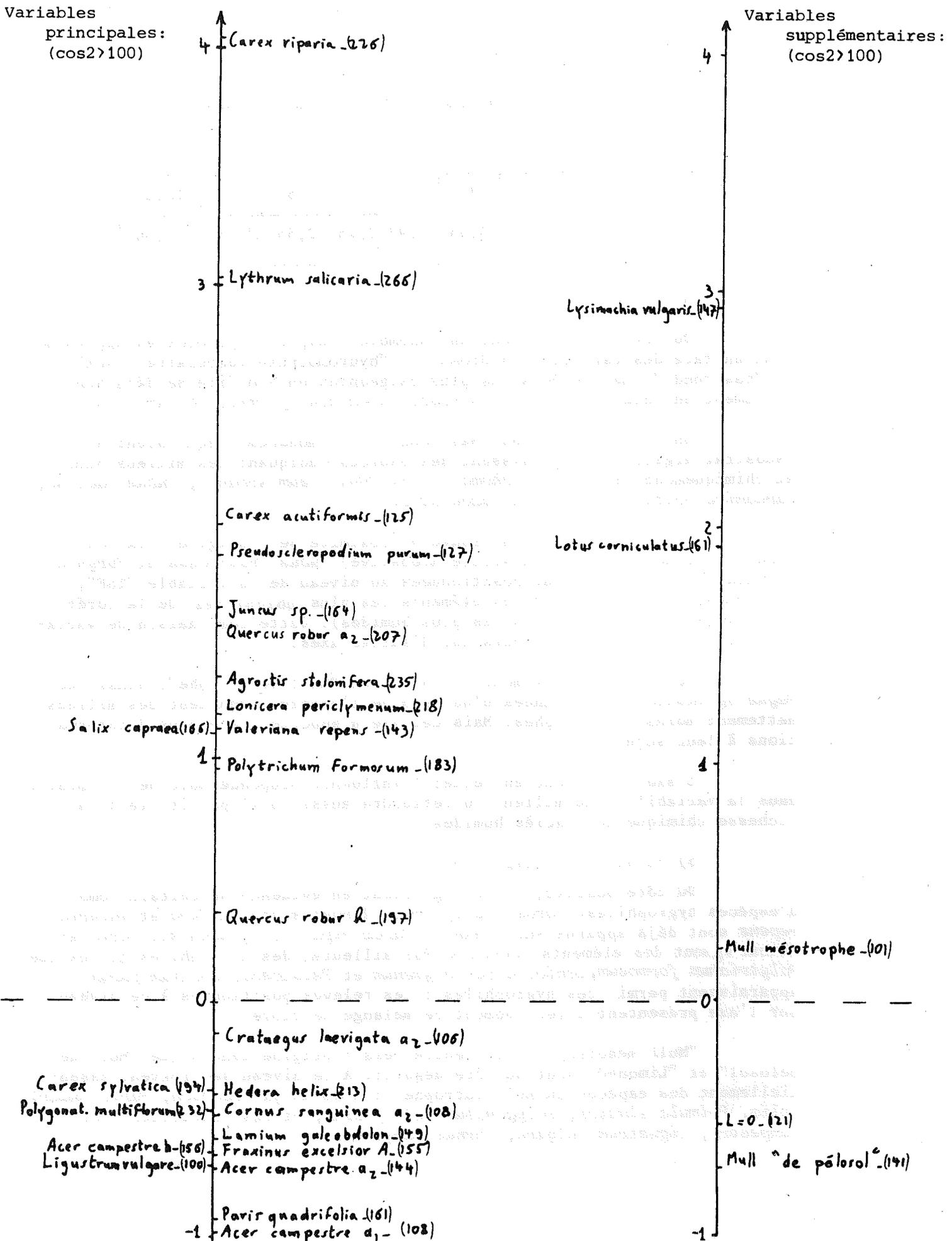
## b) L'axe 2 : (figure 6)

Du côté positif, il met également en évidence un certain nombre d'espèces hygrophiles. *Carex acutiformis*, *Agrostis stolonifera* et *Valeriana repens* sont déjà apparus sur l'axe 1. *Carex riparia*, *Lythrum salicaria* et *Juncus* sp. sont des éléments nouveaux. Par ailleurs, des acidiphiles telles que *Polytrichum formosum*, *Lonicera periclymenum* et *Pseudoscleropodium purum* apparaissent parmi ces hygrophiles : les relevés positionnés à ce niveau sur l'axe présentent effectivement ce mélange de flore.

"Mull mésotrophe" est centré vers l'origine tandis que "Mull de pélosol" et "Limon=0" sont du côté négatif. A ce niveau se trouvent essentiellement des espèces du mull eutrophe : *Lamium galeobdolon*, *Paris quadrifolia*, *Primula elatior*, *Polygonatum multiflorum*, et des calcicoles : *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*.

.../...

Figure 6: Axe 2-(Reine 1ère analyse)

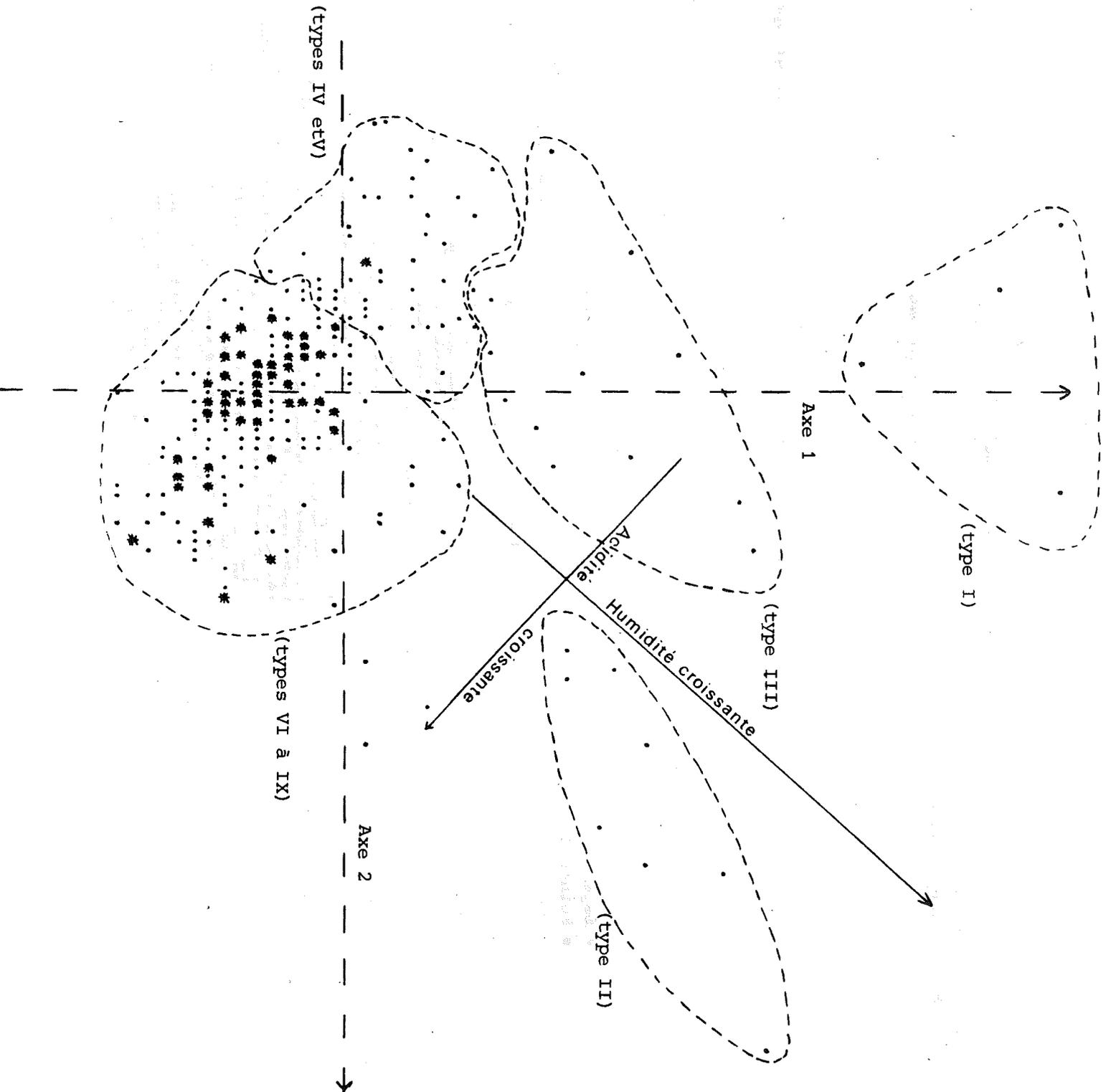


(Les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos²)

Figure 8 :

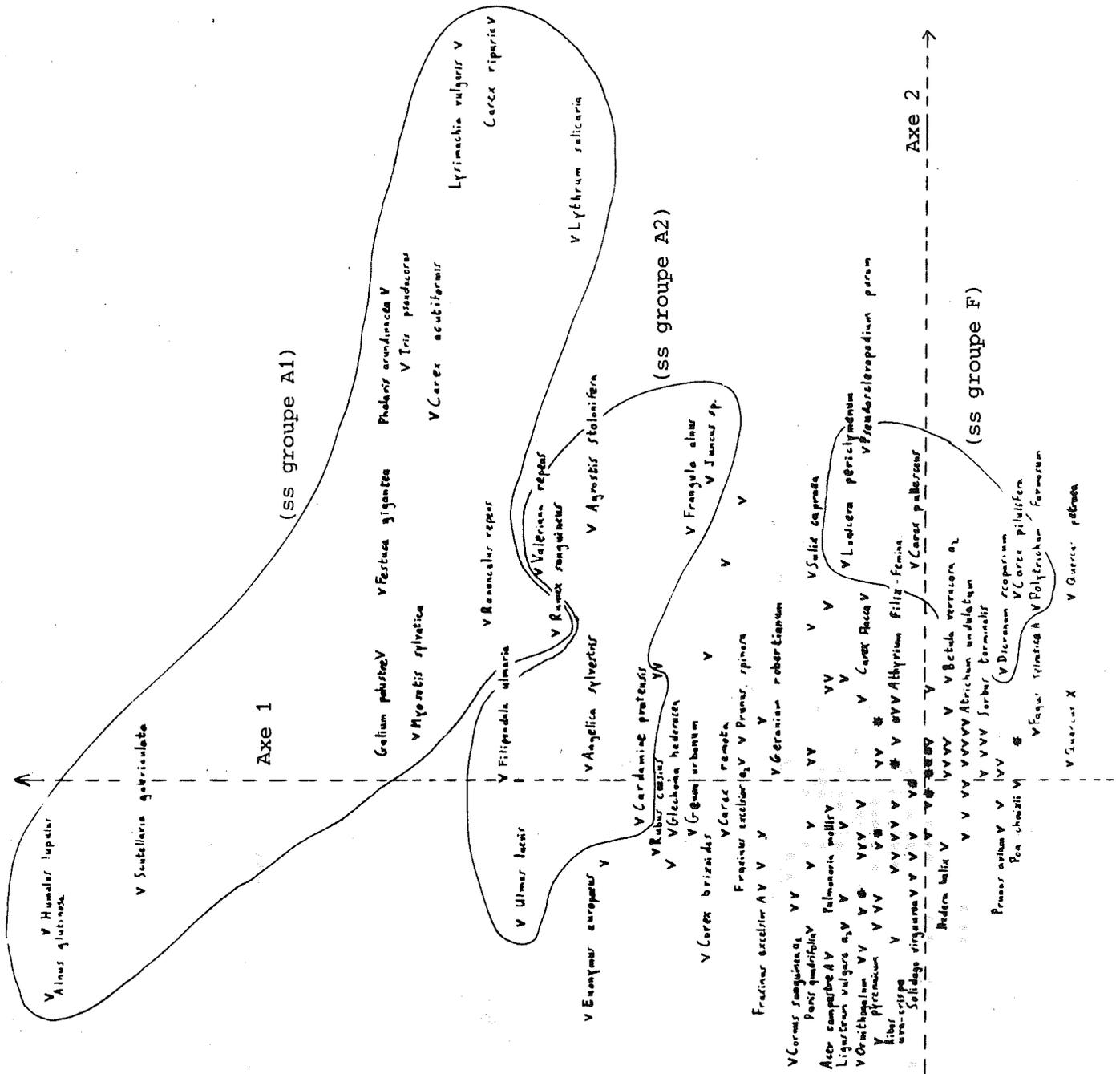
Plan 1-2 des relevés  
(Reine 1ère analyse)

- Relevé
- \* Points confondus



**Figure 7:**

**Plan 1-2 des espèces  
(Reine 1ère analyse)**



V Espèce  
\* Points confondus

Par conséquent, l'axe 2 oppose :

- des espèces présentes dans certains faciès à la fois humides et à tendance acide.

- des espèces liées à des milieux plus mésophiles, et par ailleurs riches sur le plan chimique (pédosols).

L'axe 2 fait aussi apparaître un gradient d'humidité ; celui-ci est associé à un gradient d'acidité allant dans le même sens, à l'inverse de ce qui se profile sur l'axe 1.

c) Le plan 1-2 :

Le plan des espèces (figure 7) confirme les renseignements tirés de l'étude des axes, à savoir :

- mise en évidence très nette d'un nuage d'espèces hygrophiles, vers les abscisses et ordonnées positives.

- concentration au voisinage de l'origine des espèces des milieux plus mésophiles ; cependant, on distingue tout de même des calcicoles du côté des abscisses négatives et des acidiphiles du côté positif.

Le plan des relevés (figure 8) confirme la typologie des milieux humides qui se profilait lors de l'interprétation des axes 1 et 2.

d) L'axe 3 : (non représenté)

"Mull mésotrophe" est au voisinage de l'origine. Du côté positif, quelques espèces calcicoles : *Ligustrum vulgare*, *Acer campestre*, *Pulmonaria mollis* ; côté négatif, on retrouve des espèces hygrophiles. Cet axe n'apporte pas d'éléments nouveaux par rapport aux précédents.

e) Les axes d'ordre supérieur à 3 :

Leur pourcentage explicatif est faible et peu de variables écologiques sont "sorties" au dépouillement. De tels axes n'ont pas forcément de signification biologique, ils peuvent être "créés" par un très faible nombre de relevés ayant, pour des raisons diverses, une composition floristique originale. Apportant peu de renseignements, ils n'ont pas été reproduits ici, nous mentionnons seulement les conclusions que l'on peut en tirer :

- l'axe 4 individualise un groupe de plantes apparaissant dans certains faciès à hêtre : *Lamium galeobdolon*, *Vicia sepium*, *Dryopteris filix-mas* et *Athyrium filix-femina*.

- l'axe 5 réunit quelques espèces héliophiles des clairières : *Hypericum hirsutum*, *Epilobium montanum*, *Taraxacum* sp....

- l'axe 6 n'a pas de signification précise.

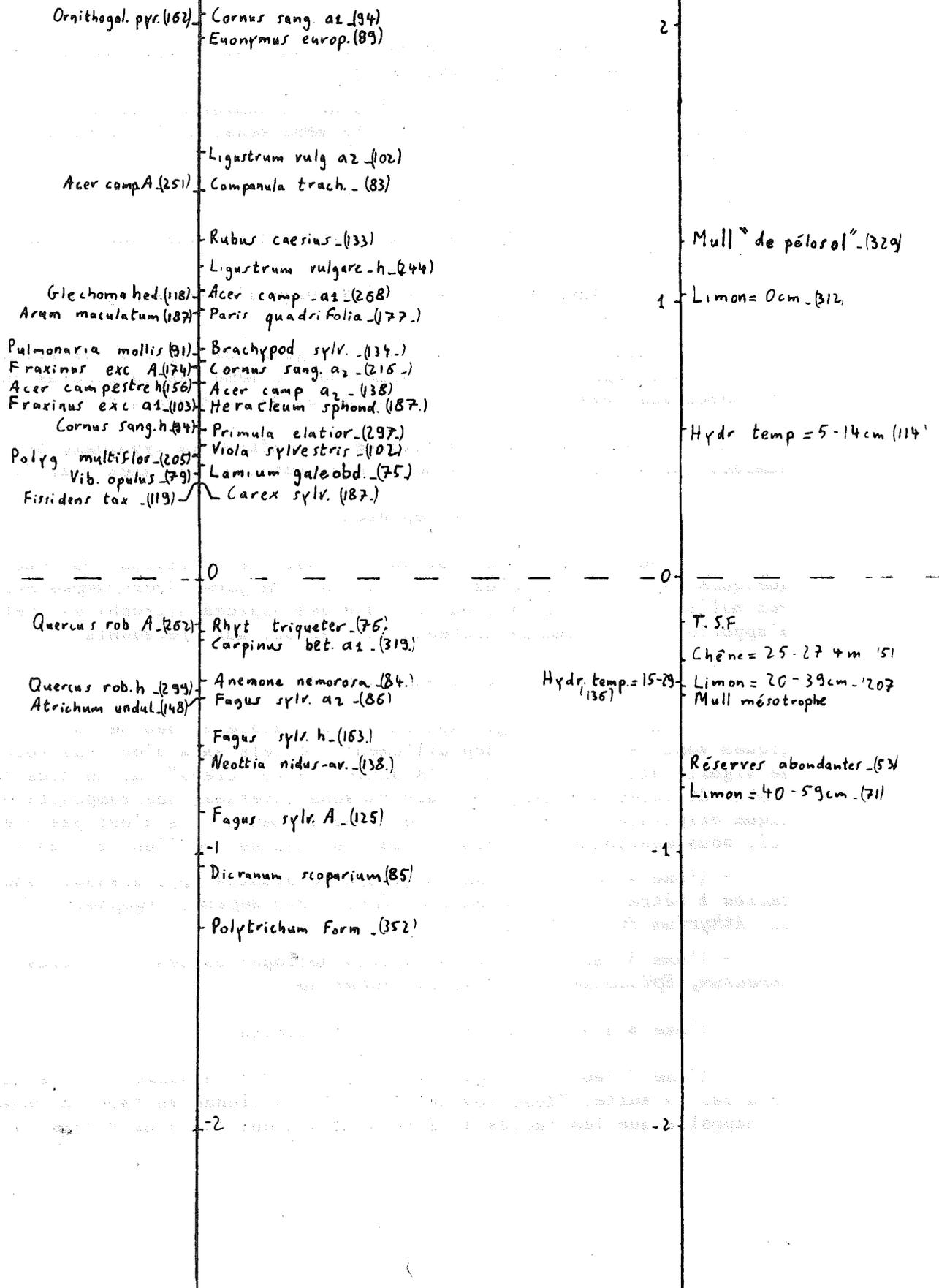
- l'axe 7 réunit : *Fagus sylvatica* et *Neottia nidus-avis*, ce qui se confirmera par la suite. "Réserves abondantes" positionné en face de *Fagus sylvatica* rappelle que les faciès à hêtre sont souvent les plus riches en réserves.

.../...

Figure 9: Axe 1 - (Reine 2ème analyse)

Variables principales:  
(cos2 > 75)

Variables supplémentaires  
(cos2 > 50)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos2)

f) Conclusion à la 1ère analyse :

Les axes 1 et 2 nous ont fourni les renseignements écologiques les plus intéressants. L'humidité apparaît comme le premier facteur discriminant dans ce milieu forestier, l'acidité et la richesse chimique étant manifestement sous-jacentes. Cependant, si les milieux humides sont nettement individualisés, par contrecoup, cette analyse ne permet pas de tirer beaucoup de conclusions sur les milieux plus mésophiles : les relevés s'y rapportant (90 % du nombre total) sont tous massés au voisinage de l'origine dans le plan factoriel 1-2 (cf. figure 8). On voit malgré tout se profiler un "pôle acide" et un pôle "neutro-basophile".

Par leur originalité, les milieux humides, peu représentés en proportion, ont "absorbé" une part importante de l'information dans ce traitement : une deuxième analyse s'imposait.

123. Traitement du Fichier partiel : (Reine - 2ème analyse).

123.1 Mise en oeuvre.

30 relevés appartenant aux milieux les plus humides sont écartés pour la 2ème analyse. ( $\cos^2 > 100$  sur l'axe 1 ou l'axe 2). Un nouveau fichier est créé avec les 268 relevés restant, utilisé pour cette AFC. Certaines variables principales du précédent traitement ont une fréquence d'apparition inférieure à 3 dans ce fichier plus restreint : on les transforme en variables supplémentaires. Le nouveau plan de carte figure en annexe N°2.

123.2 Résultats :

Pourcentages explicatifs des 7 premiers axes :

| axe | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | total |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| %   | 6,1 | 3,8 | 3,5 | 3,4 | 2,7 | 2,6 | 2,5 | 24,6  |

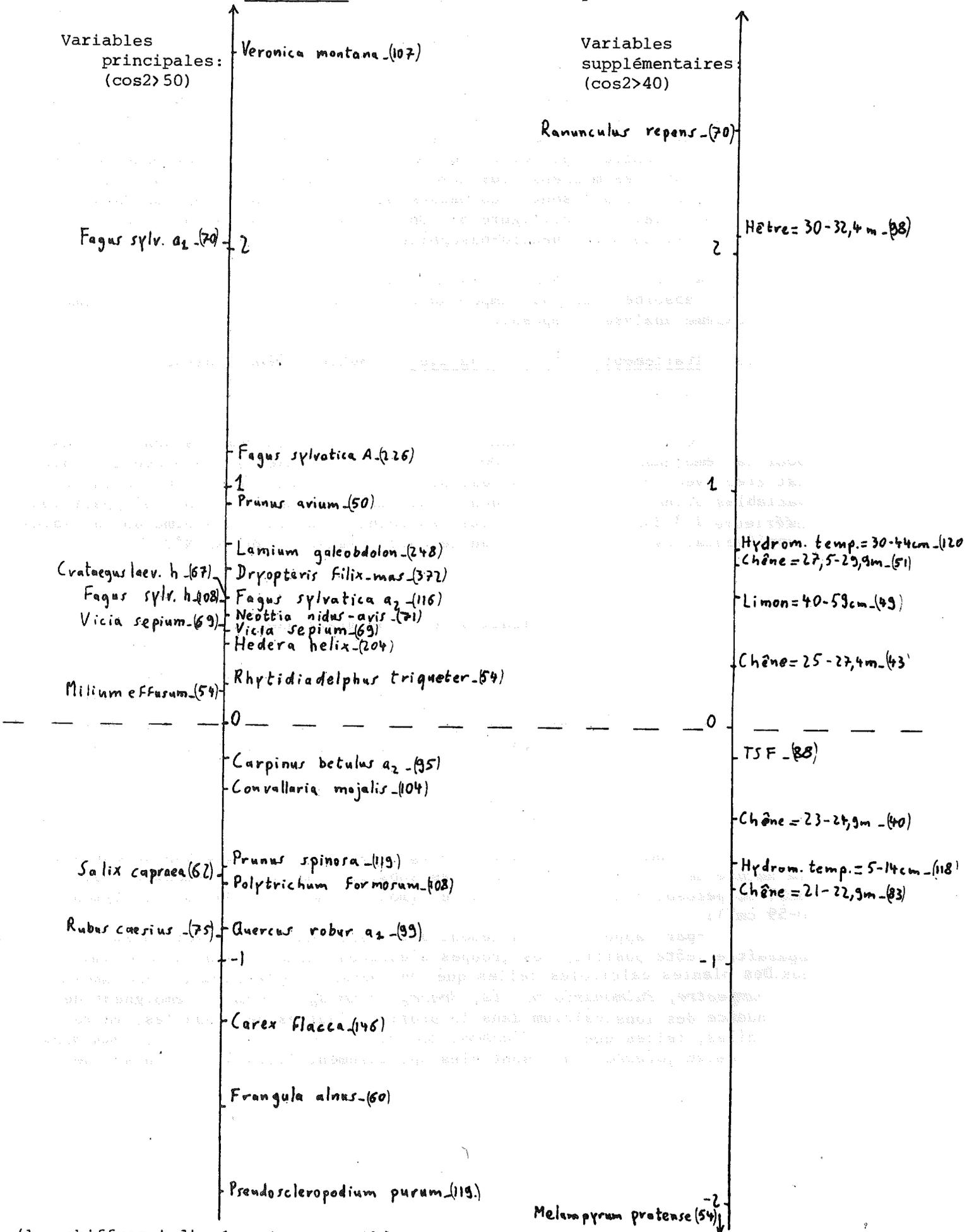
a) L'axe 1 : (figure 9)

L'examen des variables écologiques nous renseigne rapidement sur la nature de cet axe : il oppose les substrats marneux ("limon=0cm" et "mull de pélosol") aux couvertures de limon ("limon = 20-39 cm" et "limon = 40-59 cm") :

-par rapport au traitement précédent (Axe 2), on voit mieux apparaître (côté positif) les groupes d'espèces caractérisant le substrat marneux. Des plantes calcicoles telles que *Ornithogalum pyrenaicum*, *Ligustrum vulgare*, *Acer campestre*, *Pulmonaria mollis*, *Brachypodium sylvaticum*... témoignent de l'abondance des ions calcium dans le profil. D'autres neutrophiles, voire nitrophiles, telles que : *Glechoma hederacea*, *Paris quadrifolia*, *Arun maculatum*, *Lamium galeobdolon*... sont plus spécialement liées à la richesse de l'humus.

.../...

Figure 10: Axe 2-(Reine 2ème analyse)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos²)

- côté négatif, *Fagus sylvatica* et *Atrichum undulatum* sont des éléments de faciès limoneux. *Polytrichum formosum* et *Dicranum scoparium* témoignent de l'acidité pouvant se développer sur ce substrat. Leur présence à proximité de la variable "Limon=40-59 cm" indique que cette flore apparaît sur des limons assez profonds.

L'axe 1 exprime un gradient d'acidité, étroitement associé à la richesse chimique du substrat. Les conclusions formulées après la première analyse laissent déjà clairement pressentir ce résultat.

b) L'axe 2 : (figure 10)

Un certain nombre d'éléments apparaissant sur cet axe étant liés à l'existence des limons (*Fagus sylvatica*, les acidiphiles), il doit nous apporter des informations supplémentaires sur ce type de substrat.

L'examen des variables écologiques montre une nette opposition entre deux classes caractérisant l'intensité de l'hydromorphie ("Hydromorphie temporaire"=5-14 cm et "Hydromorphie temporaire"=30-44cm). D'autre part, on remarquera l'échelonnement de quelques classes de hauteurs de chêne le long de cet axe : l'augmentation de l'hydromorphie semble manifestement aller de pair avec une diminution de la fertilité ; la faible valeur du "cos<sup>2</sup>" incite toutefois à la prudence.

*Fagus sylvatica* (côté positif) fuit les limons les plus hydromorphes, probablement de même que *Lamium galeobdolon*, *Vicia sepium*, *Neottia nidus-avis*.

Vers les abscisses négatives, la présence de *Polytrichum formosum*, *Lonicera periclymenum*, *Pseudoscleropodium purum*, *Melampyrum pratense* traduit l'acidification du milieu dû à une hydromorphie proche de la surface.

Cet axe met donc en évidence un gradient d'hydromorphie dans les milieux à substrat limoneux, et donne des premiers éléments sur les conséquences qu'il entraîne.

c) Le plan 1-2 :

Dans le plan 1-2 (figure 11), les espèces se dispersent entre les trois pôles suivants :

- un pôle "substrat marneux" comprenant essentiellement des espèces calcicoles et nitrophiles.
- un pôle "acidité", qui est la résultante de deux facteurs (hydromorphie proche de la surface, ou bien lessivage d'une couverture limoneuse assez épaisse). On objectera que ces deux facteurs semblent s'exclure mutuellement (tout au moins dans le milieu qui nous intéresse). L'analyse montre simplement qu'ils produisent un effet semblable, sans apporter plus d'éléments de réponse.
- un pôle "hydromorphie faible", qui se manifeste surtout par la présence du Hêtre.

Le plan 1-2 relatif aux relevés (figure 12) montre également une dispersion de ceux-ci dans les trois directions indiquées. On notera que le nuage de points est ici bien "éclaté", contrairement à ce qui a été obtenu lors de la précédente analyse.

Figure 11:  
Plan 1-2 des espèces  
(Reine-2ème analyse)

V = espèce  
\* = points  
confondus

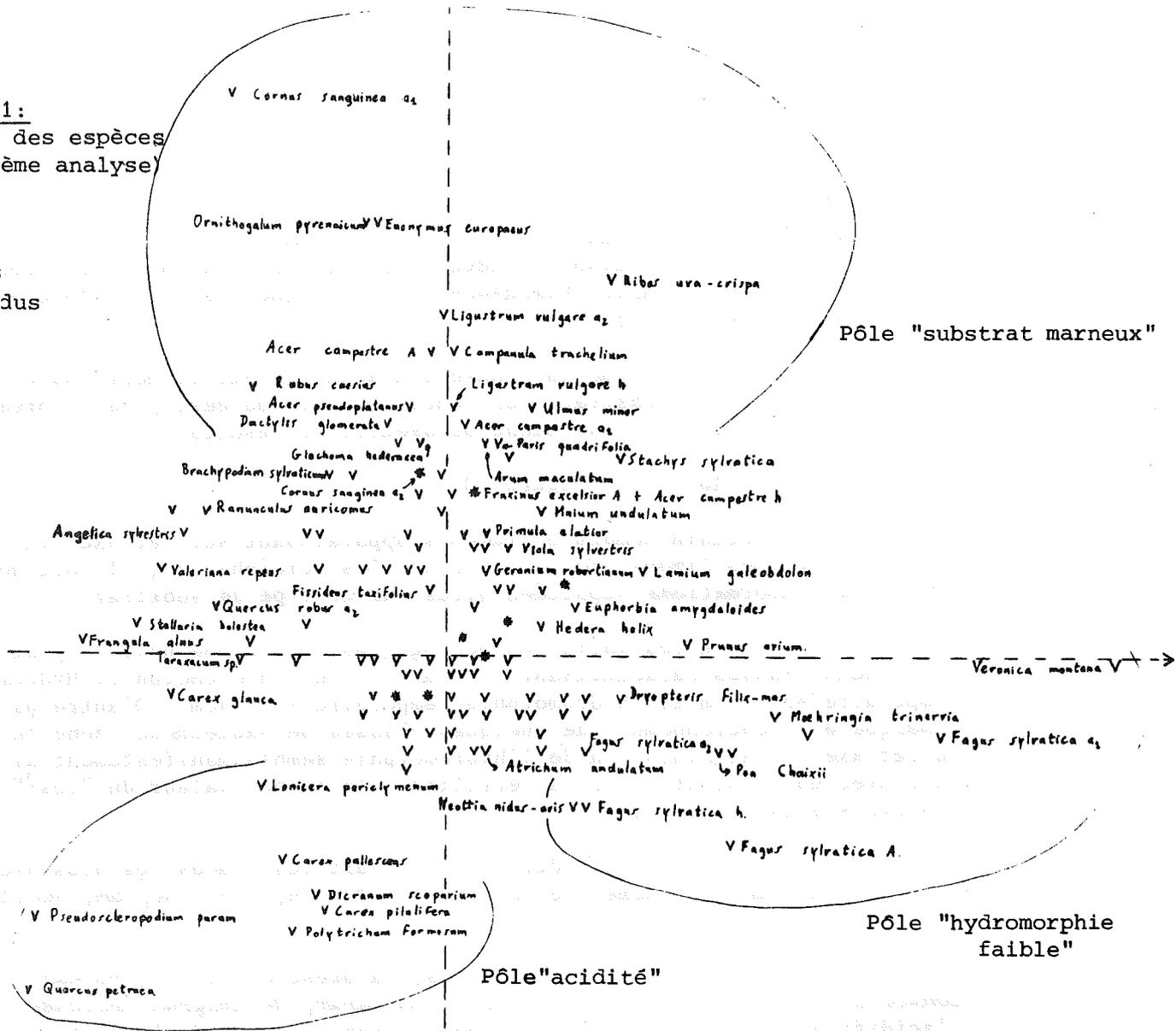
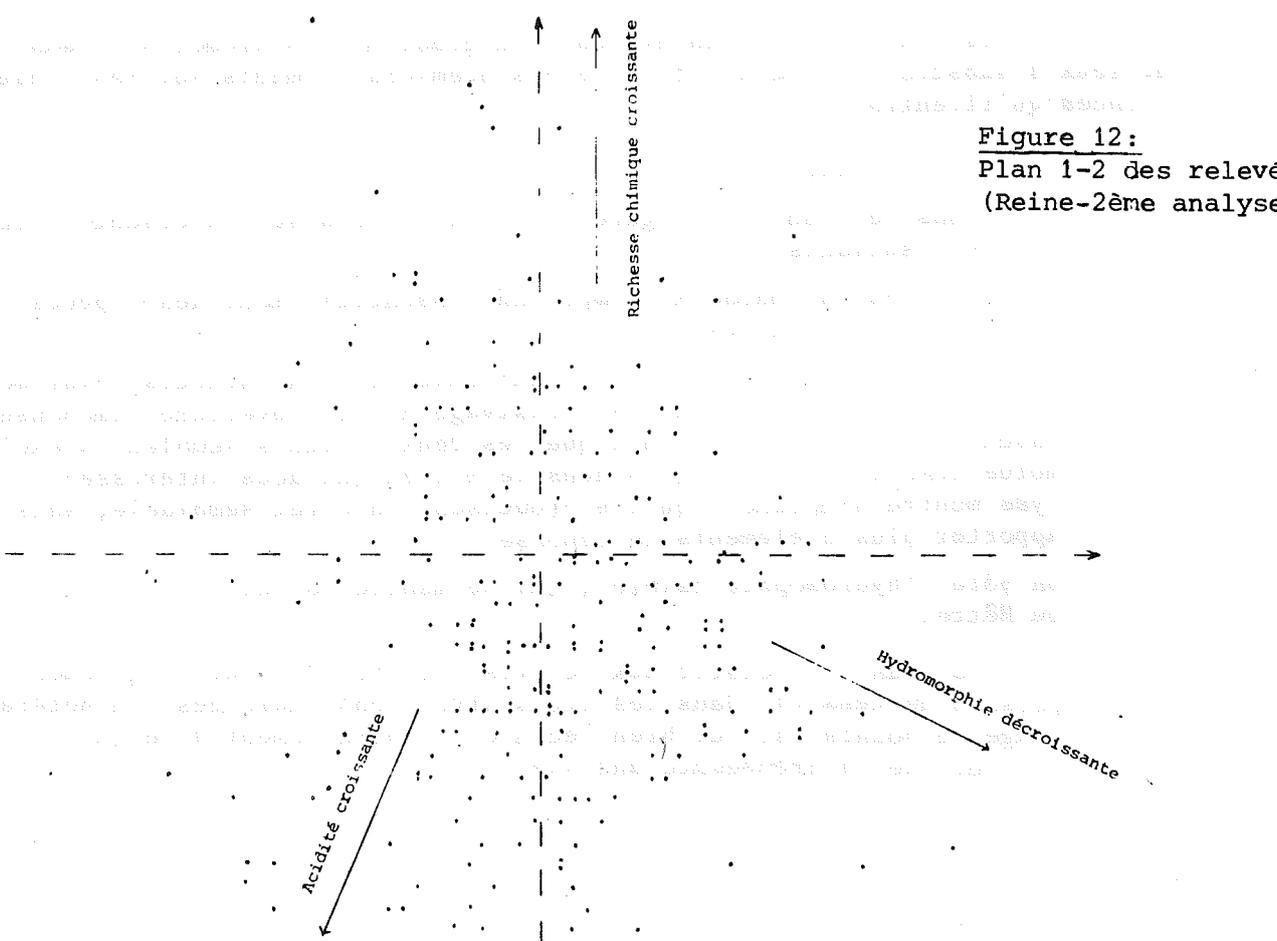


Figure 12:  
Plan 1-2 des relevés  
(Reine-2ème analyse)



## d) Les axes d'ordre supérieur à 2 :

Comme pour la première analyse, ces axes n'ont pas apporté beaucoup d'informations supplémentaires : (ils ne sont pas reproduits ici).

- l'axe 3 fait apparaître des héliophiles, sans plus de signification.
- l'axe 4 souligne de nouveau le facteur humidité, avec un cortège restreint d'hygrophiles : *Filipendula ulmaria*, *Valeriana repens*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus* sp. Cet axe est "créé" par quelques relevés de transition avec les milieux humides. La variable "haut de pente" se situe à l'opposé de l'axe.
- l'axe 5 n'est pas inintéressant : côté positif, la variable "Réserves abondantes" se trouve au niveau des essences constituant la majorité des réserves : *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*. Côté négatif, "abondance des réserves faible" est en compagnie des arbres et des arbustes qui comblent les vides existant dans l'étage dominant : *Populus tremula*, *Corylus avellana*, *Betula verrucosa*. Cet axe est donc conditionné par des perturbations de nature sylvicole.
- l'axe 6 est "créé" par *Quercus petraea*, présent dans un très faible nombre de relevés.
- l'axe 7 n'a pas paru interprétable.

124 . Tableau phyto-écologique :

## 124.1 But :

Le tableau phyto-écologique permet de mettre en évidence des groupes d'espèces, et des groupes de relevés caractérisés par une combinaison originale des groupes d'espèces. "Les groupes d'espèces sont appelés groupes sociologiques si aucune interprétation écologique n'en est faite, ou groupes écologiques - ou socio-écologiques -, au sens de DUVIGNEAUD (1946), si cette interprétation a pu être réalisée". Et de même, les groupes de relevés définiront des types de station" si leur déterminisme écologique a été bien établi, et qu'une préoccupation d'application pratique directe est sous-jacente..." (BECKER, 1979).

## 124.2 Construction :

Le travail consiste à ordonner les espèces et les relevés suivant le gradient écologique prépondérant, de manière à obtenir un tableau "diagonalisé". Cette opération est grandement facilitée par les résultats obtenus grâce à l'analyse factorielle des correspondances.

Dans le cas présent, nous avons mis en évidence deux facteurs essentiels : l'humidité et l'acidité. La "diagonalisation" du tableau devient plus délicate, dès lors qu'un seul facteur ne suffit pas à expliquer l'essentiel de la variabilité du milieu.

## 124.3 Le tableau brut :

Les espèces et les relevés des faciès les plus humides, mis en évidence par la 1ère analyse, ont été isolés en tête du tableau. Les relevés correspondant à l'extrémité de l'axe 2 ont été mis à part. (cf. figure 8).

La 2ème analyse a montré que, dans l'ensemble des relevés restant, (correspondant aux milieux plus mésophiles), l'acidité représentait le facteur prépondérant. Dans la suite du tableau, il convenait de ranger espèces et relevés suivant un gradient d'acidité croissante, tout en tenant compte du facteur hydromorphie exprimé par l'axe 2. Pour cela, nous nous sommes référés au plan factoriel 1-2 (cf figure 12) : les relevés ont été arrangés suivant un "parcours triangulaire", en partant du pôle "calcicole", puis en passant

Figure 13: Profondeur des limons.  
Plan 1-2 des relevés  
(Reine 2ème analyse)

- pas de limons
- ☼ 1-20cm
- 21-30cm
- ∨ 31-40cm
- X 41cm et plus

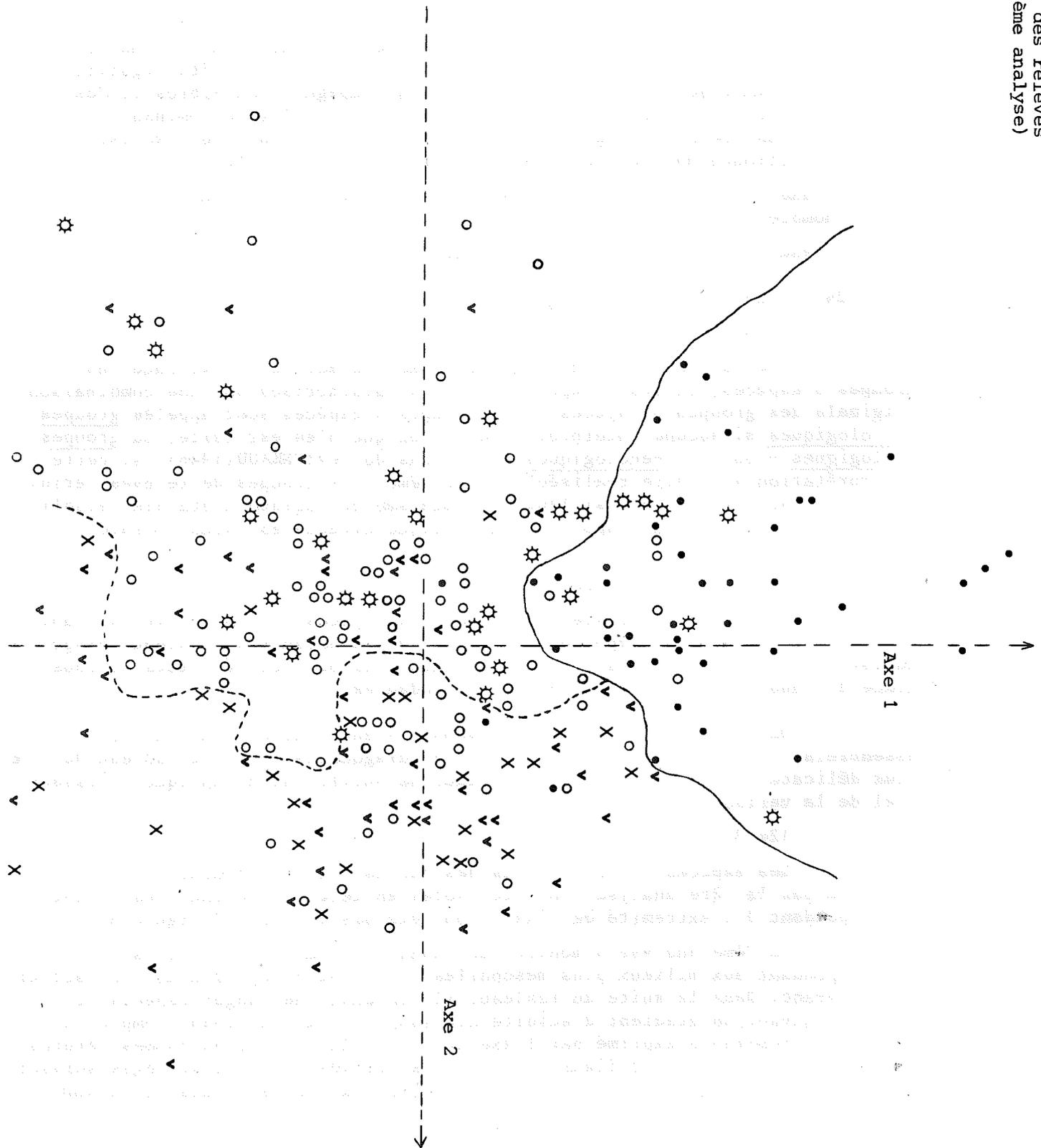


Figure 14: Profondeur d'apparition de la marmorisation.

Plan 1-2 des relevés (Reine 2ème analyse)

- ★ 0-10cm
- ✦ 11-20cm
- ⊗ 21-34cm
- 35 et plus

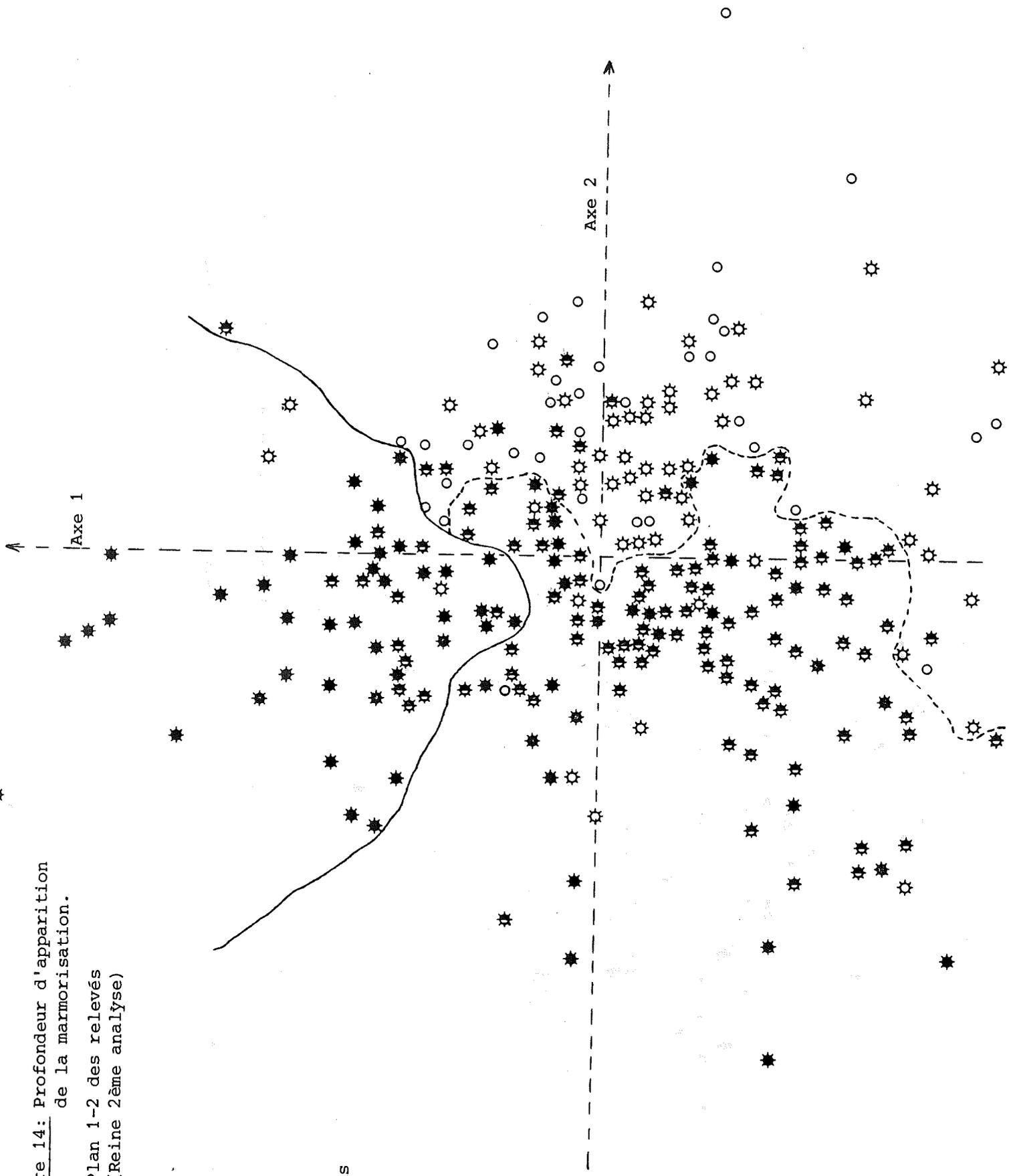
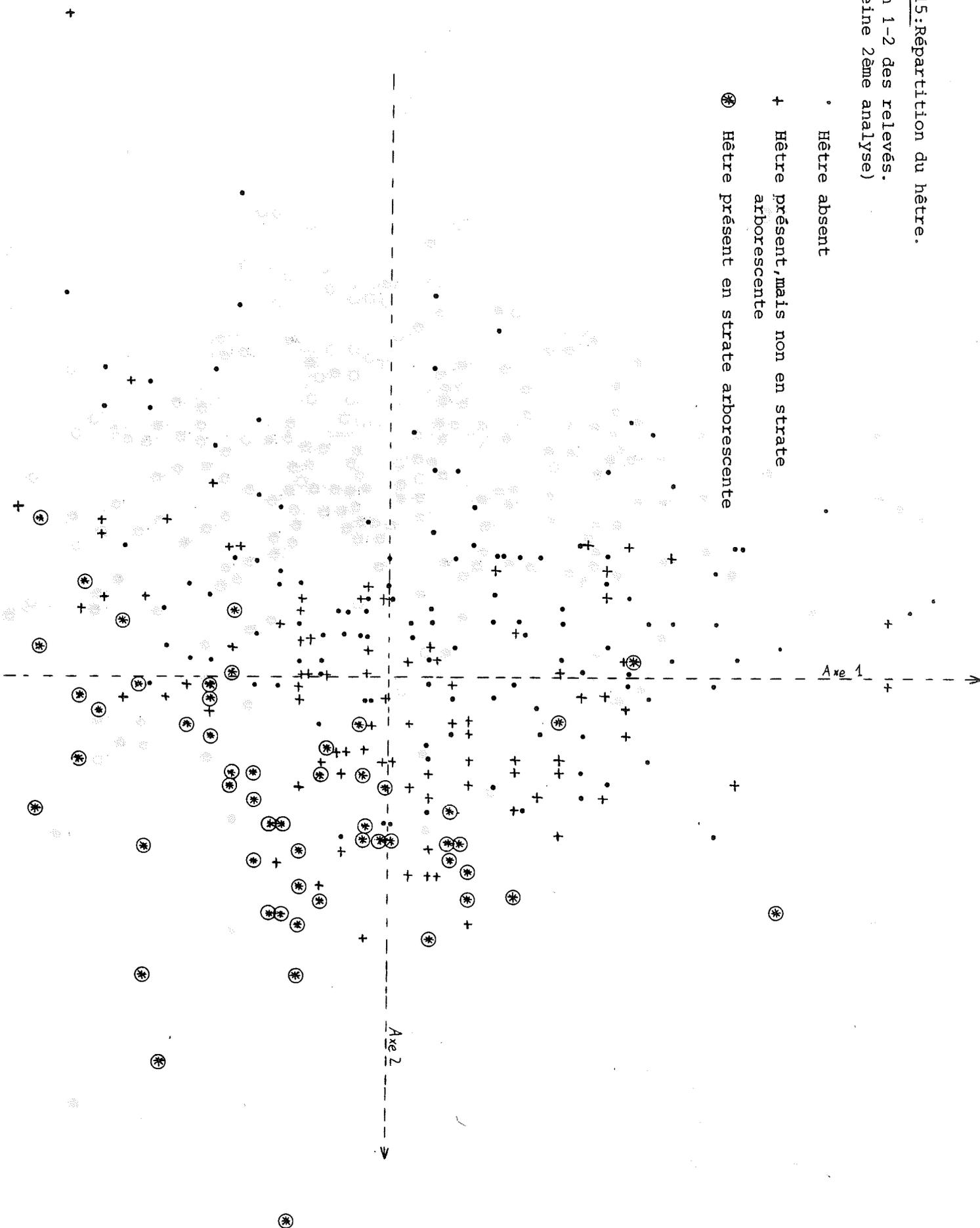


Figure 15: Répartition du hêtre.

Plan 1-2 des relevés.  
(Reine 2ème analyse)



par le pôle "hydromorphie faible" pour terminer par le pôle "acidité". Les relevés ont été ordonnés de la même façon. Pour clarifier la présentation du tableau, nous avons retenu les 120 relevés les plus significatifs par rapport à l'axe 1 ou à l'axe 2.

La réalisation pratique d'un tel tableau a été obtenue grâce à un programme d'écriture automatique du Laboratoire de Phyto-écologie. Le travail est effectué sur ordinateur IRIS 80 (IUCA-Nancy), le fichier des données est celui utilisé pour l'AFC.

#### 124.4 Le tableau final :

De nombreux remaniements se sont avérés nécessaires avant d'arriver à la présentation finale. En particulier, l'ordonnement des relevés choisis dans le plan 1-2 n'était pas satisfaisant, tout particulièrement dans l'agencement des facteurs écologiques que l'on fait apparaître au bas du tableau. Nous avons pris l'option de "retravailler" leur classement en approfondissant l'interprétation du plan factoriel 1-2 ; l'idée est de faire apparaître pour chaque relevé un des critères écologiques caractérisant le mieux la variabilité du milieu : ce procédé permet donc de visualiser l'expression floristique des facteurs écologiques. (Rappelons que la position des relevés dans les plans factoriels ne dépend que de leur composition floristique).

- la figure 13 représente la nature du substrat et la profondeur des limons dans chacun des relevés. A l'extrémité positive de l'axe 1 apparaît la "zone" du substrat marneux. Les quelques relevés de cette zone présentant une couche limoneuse ont été rangés à part. Tout le reste des relevés concerne les substrats limoneux : une frontière se dessine, parallèlement à l'axe 1 : à droite (axe 2 positif) des limons d'épaisseur souvent supérieure à 30 cm. A gauche de cette frontière, l'épaisseur des limons est souvent inférieure à 30 cm.
- la figure 14 représente la profondeur d'apparition de la marmorisation dans chacun des relevés (c'est la variable "hydromorphie temporaire" de l'analyse). On a mis à part la zone du substrat marneux, car l'hydromorphie ne s'y développe pas de la même façon que dans les limons. Dans la zone des limons, se dessine une frontière coïncidant à peu près avec la précédente. Les deux zones mises en évidence de cette façon apparaissent de façon beaucoup plus nette que dans la figure B, les chevauchements sont beaucoup moins importants. La profondeur d'apparition de la marmorisation reflète de manière fidèle l'influence du facteur "hydromorphie temporaire" sur la végétation. Pour illustration, la figure 15 donne la répartition du hêtre dans le plan 1-2 des relevés : elle confirme l'existence de ce gradient d'hydromorphie.

Ces observations confirment l'interprétation de l'axe 2 de la 2ème analyse.

La variation de cette hydromorphie s'explique en majeure partie par la profondeur des limons : la confrontation de la figure 13 et de la figure 14 a montré cette corrélation. Des conditions topographiques locales, (difficiles à mettre en évidence à partir des observations de terrain) interfèrent vraisemblablement avec le phénomène précédent, et doivent apporter une part d'explication dans l'intensité de l'hydromorphie.

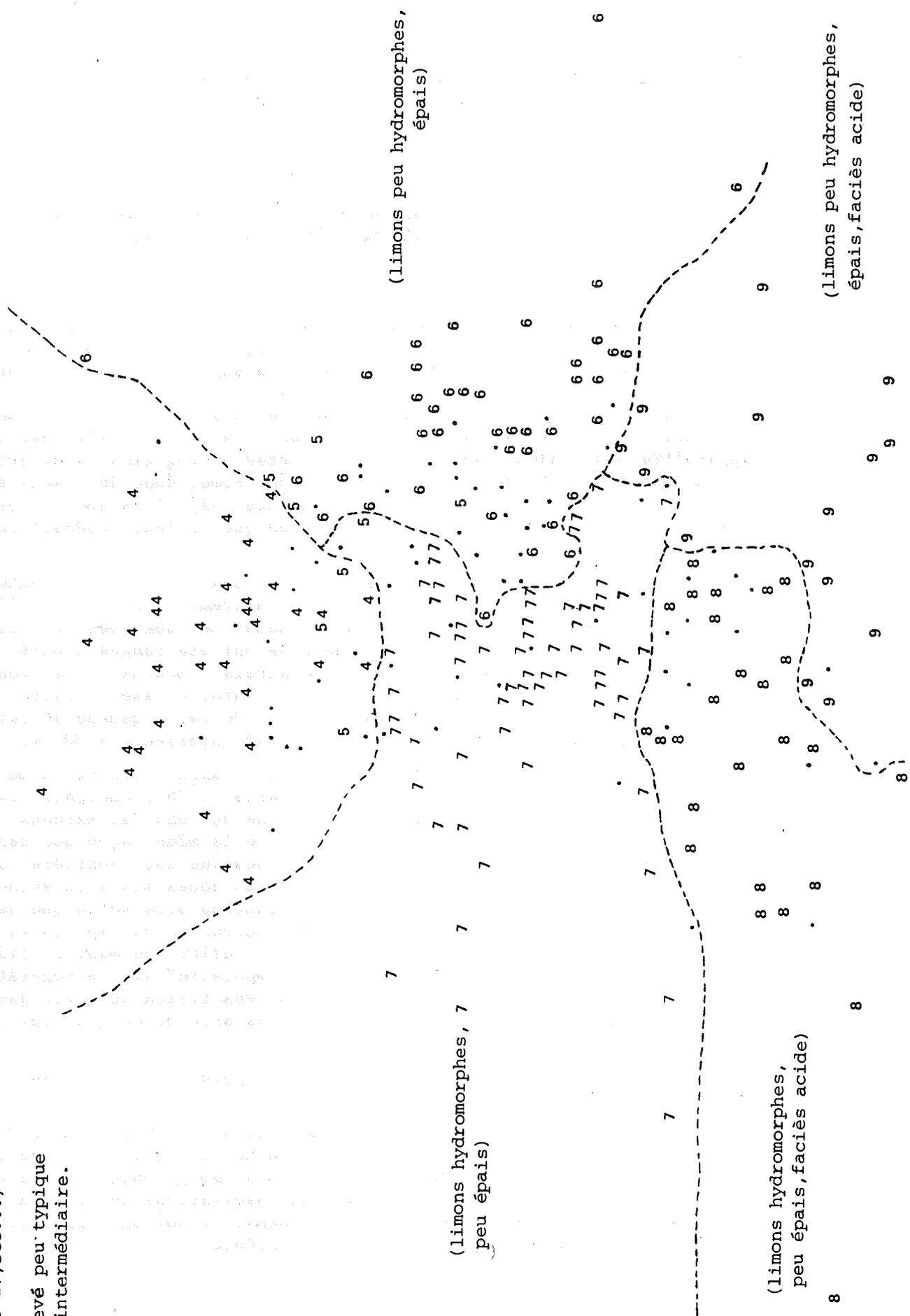
.../...

Figure 16: Plan factoriel 1-2 des relevés (Reine-2ème analyse) Typologie finale.

(4=type IV, etc...)

• =relevé peu typique ou intermédiaire.

(substrat marneux)



Compte-tenu des observations précédentes et du gradient d'acidité exprimé par l'axe 1, nous avons finalement adopté un nouveau découpage dans le plan factoriel 1-2 (cf figure 16).

Les 120 relevés du tableau brut ont été redistribués suivant ce "zonage". Une trentaine de relevés supplémentaires ont été choisis dans les "zones" les moins représentées jusqu'alors (en particulier la "zone" des limons hydromorphes, peu épais). L'ordonnement des espèces a été autant que possible adapté à ce découpage. 150 relevés ont été retenus pour le tableau final, qui figure en document séparé (tableau phyto-écologique N°1).

### 13. Les résultats :

Le tableau phyto-écologique, résumé sur la figure 17, synthétise le découpage en groupes écologiques et types de station :

#### 13.1 Les groupes écologiques :

Les noms qui leur sont affectés revêtent un caractère indicatif, et n'ont qu'une valeur relative au contexte forestier étudié. Les espèces à fréquence d'apparition particulièrement faible figurent entre parenthèses.

. Groupe A : hygrophiles : il rassemble toute les espèces ayant une prédilection pour les milieux humides, à bonne alimentation en eau tout au long de l'année. Ce groupe est scindé en deux sous-groupes :

|  |   |
|--|---|
| <p>- <u>sous-groupe A1</u> :</p> <p><i>Alnus glutinosa</i><br/> <i>(Humulus lupulus)</i><br/> <i>(Scutellaria galericulata)</i><br/> <i>(Phalaris arundinacea)</i><br/> <i>Carex acutiformis</i><br/> <i>Ranunculus repens</i><br/> <i>Rumex sanguineus</i><br/> <i>Galium palustre</i><br/> <i>Myosotis sylvatica</i><br/> <i>Festuca gigantea</i><br/> <i>Iris pseudacorus</i><br/> <i>Lythrum salicaria</i><br/> <i>Carex riparia</i><br/> <i>(Lysimachia vulgaris)</i></p> | <p><u>Sous groupe A2</u> :</p> <p><i>Angelica sylvestris</i><br/> <i>Ulmus laevis</i><br/> <i>Cardamina pratensis</i><br/> <i>Agrostis stolonifera</i><br/> <i>Filipendula ulmaria</i><br/> <i>Valeriana repens</i><br/> <i>Frangula alnus</i><br/> <i>Lysimachia nummularia</i><br/> <i>Juncus sp.</i></p> |
|--|---|

Le sous-groupe A1 comprend 14 espèces inféodées aux milieux les plus humides, et que l'on peut qualifier "d'hygrophiles strictes". Les 4 premières sont les plus exigeantes en humidité, mais comptent parmi les moins fréquentes. L'amplitude du sous-groupe A2 (9 espèces) est plus large que celle du sous-groupe A1.

. Groupe B : Calcicoles-nitrophiles. Cette appellation hybride provient fait qu'on y trouve mélangées des espèces reconnues comme calcicoles (*Acer campestre*, *Cornus sanguinea*) et d'autres comme nitrophiles (*Glechoma hederacea*, *Stachys silvatica*, plantes indiquant une bonne nutrition minérale et azotée). Ceci est dû aux particularités des pélosols, développées ultérieurement. Ce groupe a été divisé en trois sous-groupes :

.../...

Figure 17 : Résumé du Tableau phyto-écologique N° 1 : groupes écologiques et types stationnels.

| Groupes écologiques et sous-groupes      | Types stationnels | I   | II  | III | IV          | V   | VI  | VII | VIII | IX  |
|--|-------------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|------|-----|
| <u>Hygrophiles</u>                       | : groupe A        | +++ | +++ | ++  |             |     |     |     |      |     |
|  | A1                | +++ | +++ | +++ | +           |     |     | +   |      |     |
|  | A2                | +++ | +++ | +++ | +           |     |     |     |      |     |
| <u>Calcicoles-nitrophiles:</u>           | groupe B          |     |     |     | IV-1   IV-2 |     |     |     |      |     |
|  | B1                |     |     |     | ++          |     |     |     |      |     |
|  | B2                |     | +   | +++ | +++         | +++ | +   | +   |      |     |
|  | B3                |     | +   | +++ | +++         | +   | +   | +   |      |     |
| <u>Neutrophiles</u>                      | : groupe C        |     |     |     |             |     |     |     |      |     |
|  | C1                |     |     | +++ | +++         | +++ | +++ | +   |      |     |
|  | C2                | +++ | +   | +++ | +++         | +++ | +++ | +++ |      |     |
|  | C3                | +++ | +++ | +++ | +++         | +++ | +++ | +++ | +++  | ++  |
|  | C4                |     | +++ | +++ | +++         | +++ | +++ | +++ | +++  | +++ |
| <u>"Optimum limons"</u>                  | : groupe D        |     |     |     |             |     |     |     |      |     |
|  | D1                |     | +   | +   |             | +++ | +++ | +++ | +++  | +++ |
|  | D2                |     |     |     |             | +++ | +++ | +++ | +++  | +++ |
| <u>"Optimum limons peu hydromorphes"</u> | : groupe E        |     |     |     |             |     |     |     |      |     |
|  | E                 |     |     |     | +           | +   | +++ | +   | +    | +++ |
| <u>Acidiphiles</u>                       | : groupe F        |     | ++  |     |             |     |     |     |      |     |
|  | F                 |     | ++  |     |             |     |     | +   | +++  | +++ |

Symboles : +++ Groupe (ou sous-groupe) bien représenté  
 ++ moyennement représenté  
 + peu représenté

- sous-groupe B1 : il est plus spécifiquement calcicole, et son amplitude est très étroite :

7 espèces : *Ornithogalum pyrenaicum*  
*Ulmus minor*  
*Campanula trachelium*  
*Ribes uva-crispa*  
(*Viburnum lantana*)  
(*Clematis vitalba*)  
(*Acer pseudoplatanus*)

- sous-groupe B2 : son optimum est le "mull de pélosol" :

11 espèces : *Acer campestre*  
*Crataegus monogyna*  
*Ligustrum vulgare*  
*Arum maculatum*  
*Brachypodium sylvaticum*  
*Epipactis helleborine*  
*Pulmonaria mollis*  
*Geranium robertianum*  
*Stachys silvatica*  
*Dactylis glomerata*  
*Plagiochila asplenoides*

- sous-groupe B3 : il comprend moins de calcicoles que le sous-groupe précédent, son optimum est décalé vers les milieux à la fois riches et humides :

10 espèces : *Fraxinus excelsior*  
*Cornus sanguinea*  
*Evonymus europaeus*  
*Rubus caesius*  
*Glechoma hederacea*  
*Carex remota*  
*Paris quadrifolia*  
*Mnium undulatum*  
*Geum urbanum*  
(*Mnium affine*)

. Groupe C : Neutrophiles : 4 sous-groupes d'amplitude très variable.

- sous-groupe C1 : ces espèces, qualifiables de "Neutrophiles strictes", fuient les faciès plus humides, ainsi que les limons acides et/ou hydromorphes :

3 espèces seulement :

*Lamium galeobdolon*  
*Viola sylvestris*  
*Vicia sepium*

- sous-groupe C2 : dans l'ensemble, ces plantes fuient seulement les milieux acides

10 espèces : *Polygonatum multiflorum*  
*Primula elatior*  
*Viburnum opulus*  
*Heracleum sphondylium*  
*Ajuga reptans*  
*Potentilla sterilis*  
*Stellaria holostea*  
(*Veronica montana*)  
(*Veronica chamaedrys*)  
(*Ranunculus auricomus*)

- sous-groupe C3 : "neutrophiles à large amplitude". Leur fréquence d'apparition, d'après l'observation du tableau, va néanmoins en diminuant vers les limons acides.

8 espèces : *Circaea lutetiana*  
*Fraxinus excelsior* (herbacé)  
*Carex sylvatica*  
*Milium effusum*  
*Hedera helix*  
*Rubus fruticosus*  
*Deschampsia cespitosa*  
*Eurhynchium striatum*

- sous-groupe C4 : également des "neutrophiles à large amplitude", mais ici absentes du faciès le plus humide.

12 espèces, dont en particulier 4 mousses :

*Rhytidiadelphus triqueter*  
*Thuidium tamariscifolium*  
*Fissidens taxifolius*  
*Eurhynchium stokesii*  
*Rosa arvensis*  
*Convallaria majalis*  
*Fragaria vesca*  
*Dryopteris carthusiana*  
*Scrophularia nodosa*  
*Epilobium montanum*  
*Poa nemoralis*  
*Rubus idaeus*

- . groupe D : Espèces à "optimum limons". On a distingué 2 sous-groupes certes peu différenciés :

- sous-groupe D1 : 3 espèces que l'on rencontre également dans les milieux humides :

*Dryopteris filix-mas*  
*Athyrium filix-femina*  
*Atrichum undulatum*

- sous-groupe D2 : 4 espèces, assez sporadiques sur les pélosols :

*Anemone nemorosa*  
*Epipactis purpurata*  
*Luzula pilosa*  
*Betula verrucosa*

- . groupe E : Espèces "optimum limons peu hydromorphes"

*Fagus sylvatica*  
*Neottia nidus-avis*  
(*Prunus avium*)  
(*Poa chaixii*)

- . groupe F : Acidiphiles : (certaines d'entre elles se retrouvent dans un faciès humide); 9 espèces :

*Polytrichum formosum*  
*Lonicera periclymenum*  
*Pseudoscleropodium purum*  
*Carex pallescens*  
*Carex pilulifera*  
*Dicranum scoparium*  
(*Veronica officinalis*)  
(*Pteridium aquilinum*)  
(*Melampyrum pratense*)

. Autres espèces :

- en tête du tableau ont été rangées les espèces ligneuses non intégrées à tel ou tel groupe écologique (distribution large, ou fréquence d'apparition très faible). On notera en particulier :

+ une baisse de la fréquence d'apparition des semis de chêne sur les pélosols.

+ la diminution progressive du charme vers "l'extrême humide" à gauche du tableau.

- en fin de tableau figurent les espèces "compagnes", non intégrables dans l'un des groupes. On notera le comportement particulier de *Carex flacca*, apparaissant de préférence sur les limons hydromorphes et peu épais. La présence sporadique de cette espèce d'ordinaire plutôt calcicole dans ce type de milieu peut s'expliquer par la proximité de la marne à faible profondeur.

- après les espèces, on a fait figurer les principales variables sylvicoles et écologiques observées pendant la phase de terrain.

13.2 Les stations :

Les noms attribués aux stations se réfèrent principalement :

- aux éléments caractéristiques du peuplement forestier

- aux particularités écologiques exprimées par la végétation (humidité, acidité...)

Une fois de plus, ils n'ont qu'une valeur relative au contexte forestier étudié.

Par "Chêne", nous sous-entendons ici Chêne pédonculé (*Quercus robur*)

132.1 Les milieux humides  
.....

. Type I : Frênaie-aulnaie hygrophile.

Très marginal dans le massif forestier, ce type de station constitue le pôle le plus humide. Le groupe A des hygrophiles y est presque au complet. La présence du sous-groupe B3 des calcicoles-nitrophiles dénote en outre un milieu plutôt neutre et riche.

Tous les points de relevés s'y rapportant sont situés dans des zones confinées, à proximité de ruisseaux permanents. D'après nos propres observations, ces endroits restent inondés pendant une grande partie de l'automne et de l'hiver, voire même du printemps. On notera que le Chêne n'est pas absent de ces zones, il est toutefois moins abondant qu'ailleurs.

. Type II : Chênaie à grand Carex acidiphile :

Comme précédemment, il s'agit d'un type marginal, où le groupe A des hygrophiles est bien présent. Il se distingue du type I par la quasi-absence du sous-groupe B3 des calcicoles-nitrophiles, et l'apparition d'acidiphiles du groupe F. Ce milieu, à la fois acide et humide, a été mis en évidence par l'axe 2 de la 1ère analyse. Parmi les hygrophiles, l'absence d'*Angelica sylvestris*, *Cardamine pratensis*, *Ulmus laevis*, dénote également l'acidité relative du milieu.

.../...

A la différence du type I, il ne s'agit pas de formations riveraines, mais de cuvettes localisées à mauvais drainage, ou bien de queues d'étang. Le peuplement est clair, la strate arborescente est dominée par le Chêne (on note la rareté de *Fraxinus excelsior*) ; la présence de formations à grands Carex (*Carex acutiformis*, *Carex riparia*), pas toujours denses, est une constante. Les faciès les plus typiques sont observables en FC de Lagney.

. Type III : Chênaie-Frênaie méso-hygrophile

Ce type de station réunit des milieux intermédiaires entre les types I et IV.

- par rapport au type I, les hygrophiles (particulièrement le sous-groupe A1) sont moins représentées, les neutrophiles s'enrichissent des sous-groupes C1 et C4

- par rapport au type IV, le groupe des hygrophiles est encore bien représenté.

Parmi les milieux humides, la Chênaie-Frênaie méso-hygrophile est la formation la plus répandue. Le choix de cette appellation correspond à l'abondance de *Quercus robur* et *Fraxinus excelsior* en strate arborescente.

Sur le terrain, cette formation se localise dans des dépressions plus ou moins sensibles, ou bien dans des zones riveraines nettement moins inondables que dans le type I.

132.2 Les milieux mésophiles :

Ils se différencient des milieux précédents par la quasi-absence du groupe A des hygrophiles. Leur caractérisation écologique a été obtenue grâce au plan factoriel 1-2 de la 2ème analyse (cf essentiellement la figure 16) Ils occupent des positions topographiques assez variées, mais jamais confinées.

a) substrats argileux : Type IV : Chênaie-Charmaie calcicole - nitrophile

Le type IV, (parmi les milieux mésophiles) se distingue par l'importance du groupe B des calcicoles-nitrophiles : le milieu est à la fois riche et calcique. On a distingué deux sous-types ; le sous-type IV-1 s'enrichit d'un sous-groupe (B1).

b) substrats limoneux : tous ces milieux ont en commun le groupe D des espèces à "Optimum limons"

. Type V : Chênaie-Charmaie calcicole sur limons.

Assez marginal, ce type V réunit des relevés où le groupe des calcicoles-nitrophiles (particulièrement le sous-groupe B2) est encore bien représenté.

. Type VI : Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile.

Elle se développe sur les "limons peu hydromorphes, épais". C'est un des faciès à Hêtre de la forêt. L'abondance des neutrophiles, et la "présence en filigrane" des calcicoles-nitrophiles dénote une certaine richesse de ces limons.

.../...

. Type VII : Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile.

Elle correspond aux "limons hydromorphes peu épais". Par rapport au type précédent, on notera surtout la rareté du Hêtre.

. Type VIII : Chênaie-Charmaie acidiphile.

Proche du type VII au point de vue peuplement et conditions édaphiques ("limons hydromorphes, peu épais"), l'acidité du milieu se manifeste par l'apparition du groupe F, et la disparition d'une partie des neutrophiles (C1 et C2).

. Type IX : Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile.

Elle se trouve sur les "limons peu hydromorphes, épais, (faciès acide)". La position de ce type IX à l'extrémité du tableau s'explique par un souci de présentation visuelle de la diagonalisation. Les conditions édaphiques, la présence du Hêtre le rapprochent du type VI. Floristiquement, l'acidité du milieu se manifeste comme dans le type VIII.

. Remarques concernant les types de station VI à IX :

L'observation du tableau montre que la flore réagit plus à l'acidité du milieu qu'au facteur "hydromorphie-épaisseur de limon". Globalement, la présence du Hêtre, surtout en strate arborescente (cf. figure 15), s'affirme être le meilleur indicateur de l'atténuation de l'hydromorphie. Ce résultat confirme la sensibilité à l'hydromorphie généralement constatée pour cette essence. Il montre en outre que, dans ce massif forestier tout au moins, le sylviculteur a laissé "s'exprimer" le Hêtre là où il pouvait s'installer vigoureusement. Cependant, il est probable que, sans son action, le Hêtre occuperait une place plus importante dans ces stations que dans le cas présent.

La différence floristique entre les types VIII et IX pourra paraître ténue. Toutefois, un examen attentif, du tableau phyto-écologique montre, lors du passage du type VIII au type IX, outre l'apparition du Hêtre:

- la disparition d'une "trame" de calcicoles ( *Carex flacca*, *Crataegus monogyna* )
- la diminution de la fréquence d'apparition des neutrophiles (sous-groupes C3 et C4),

les deux observations précédentes sont à mettre en rapport avec l'éloignement en profondeur des horizons argileux dans les profils du type IX, les conditions d'acidité en surface étant du même ordre. Cependant, l'observation des conditions édaphiques apparaît ici comme l'un des éléments les plus sûrs du diagnostic phyto-écologique.

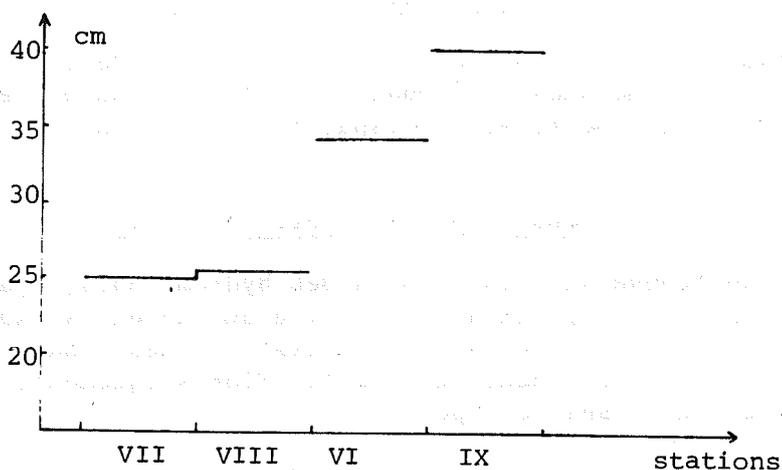
133. Premiers prolongements :

133.1. Classification des autres relevés de l'inventaire :  
.....

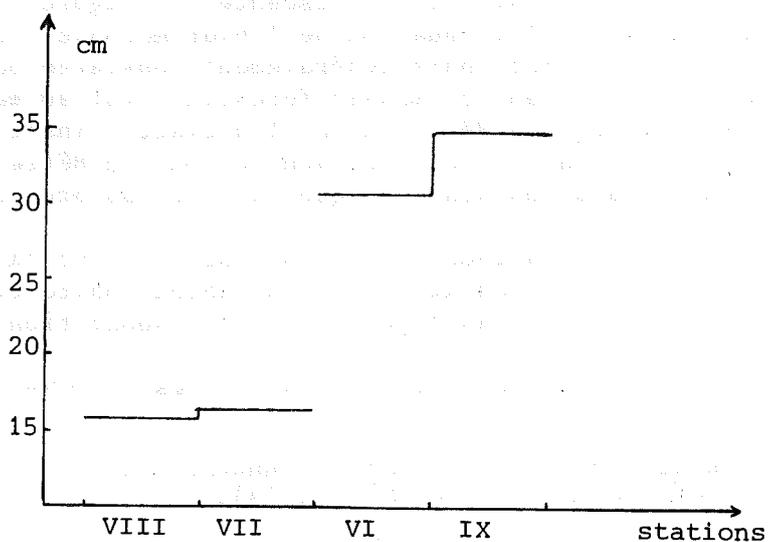
Les relevés ne figurant pas sur le tableau phytoécologique ont été classés d'après la typologie retenue. En nous appuyant essentiellement sur la présence ou l'absence des groupes écologiques caractéristiques de chaque station, nous avons distingué :

Figure 18: Comparaison des variables édaphiques observées:  
(stations VI à IX)

-profondeur des limons:



-profondeur d'apparition de la marmorisation:



(deux valeurs consécutives non différentes statistiquement sont jointes par un trait vertical)

- des relevés typiques
- des relevés peu typiques ou intermédiaires

Pratiquement, cette opération a été réalisée assez rapidement à l'aide d'un tableau annexe (non représenté ici) où l'on a fait figurer les autres relevés de l'inventaire, et les groupes écologiques dans l'ordre du tableau diagonalisé.

Les relevés effectués sur le quadrillage systématique permettent d'évaluer la répartition en surface de chaque type stationnel. Au niveau du massif, il faut tenir compte du fait que le maillage est plus dense sur la F.D. de la Reine (un relevé de la F.D. de la Reine sera quatre fois moins représentatif en surface). Mais de ce fait, l'évaluation de la répartition en surface sera plus précise au niveau de la F.D. de la Reine. Les résultats sont les suivants :

| Types                                | : I   | : II | : III | : IV | : V | : VI   | : VII | : VIII | : IX | : Relevés peu typiques ou intermédiaires. |
|--------------------------------------|-------|------|-------|------|-----|--------|-------|--------|------|---|
| Massif de la Reine (%)               | : 0,5 | : 1  | : 4   | : 17 | : 4 | : 10   | : 23  | : 9    | : 5  | : 26,5                                    |
| F.D. de la Reine (%)                 | : 2   | : 2  | : 3   | : 8  | : 0 | : 16   | : 20  | : 12   | : 6  | : 31                                      |
| En proportion des relevés typiques : |       |      |       |      |     |        |       |        |      |   |
| Massif de la Reine (%)               | : 0,5 | : 2  | : 5   | : 23 | : 5 | : 13,5 | : 31  | : 13   | : 7  |   |
| F.D. de la Reine (%)                 | : 3   | : 3  | : 4   | : 12 | : 0 | : 23   | : 29  | : 17   | : 9  |   |

On notera le caractère marginal (déjà signalé) des types I et II.

### 133.2. Comparaison des variables édaphiques observées :

Nous avons procédé à des tests de comparaison de moyennes sur les variables édaphiques caractérisant les milieux sur limons (profondeur des limons et profondeur d'apparition de la marmorisation) et ceci sur l'ensemble des relevés retenus pour les types VI, VII, VIII, et IX.

Les résultats sont rassemblés sur la figure 18. Ils confirment la distinction que nous avons établie précédemment entre :

- d'une part, des "limons profonds, peu hydromorphes" (types VI et IX), on remarquera qu'en moyenne les limons du type IX sont un peu plus profonds que ceux du type VI.
- d'autre part, des "limons peu profonds, hydromorphes" (types VII et VIII)

### 133.3. Carte schématique des stations (figure 19)

Nous avons reporté sur le maillage de la F.D. de la Reine les points de l'inventaire classés suivant la typologie retenue, afin d'ébaucher une carte des stations. Pour lever des indéterminations sur les autres relevés de ce maillage classés parmi les "relevés peu typiques ou intermédiaires" (concernant surtout les types VI à IX), nous nous sommes basés sur les données édaphiques dont nous disposons, en s'aidant des résultats obtenus au paragraphe précédent.

.../...

L'ensemble de ces opérations nous fournit une carte schématique des stations. Vu la densité du maillage, elle ne pouvait être valablement représentée qu'au 1/25 000. Les limites tracées comportent une large part d'extrapolation, certaines d'entre elles ont pu être effectivement vérifiées sur le terrain (de plus certaines unités de transition n'ont pu être dessinées à cette échelle). Le but de cette carte est avant tout de concrétiser l'éventail de la typologie stationnelle retenue. Les relevés de chaque unité s'agencent en plages assez larges, sans trop présenter d'aspect en "mosaïque" comme on aurait pu le craindre dans un tel milieu.

Le report sur le plan au 1/10 000 de l'ONF des points classés suivant la typologie stationnelle constitue le canevas de travail le plus intéressant, et a été transmis au service gestionnaire. Pour aboutir à une cartographie des stations au 1/10 000, de nouvelles observations seront nécessaires. Des regroupements entre unités stationnelles seront possibles suivant le but recherché.

#### 133.4 Groupes écologiques simplifiés :

Dans le but d'une application pratique ultérieure (clef de détermination des stations), nous avons sélectionné les meilleures espèces indicatrices du milieu : pour cela, nous avons choisi, au vu du tableau phyto-écologique et à l'intérieur de chaque groupe écologique, un nombre limité d'espèces répondant aux critères suivants :

- espèces fréquentes dans l'amplitude du groupe.
- espèces fidèles, c'est-à-dire peu fréquentes en dehors de l'amplitude du groupe.
- espèces facilement observables pendant une bonne partie de l'année.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau de la figure 20.

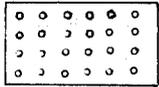
#### Conclusion :

L'étude phyto-écologique exposée dans ce chapitre a permis d'aboutir à un découpage du milieu en types stationnels, caractérisés par une combinaison originale de groupes écologiques.

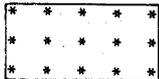
Cependant, pour parvenir à une définition plus précise de chacun des types de station, il convenait de réunir un complément de données sur les types de sols rencontrés.

Figure 19; (ci-contre) : carte schématique des stations;  
Légende de la carte.

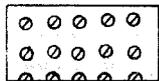
(les parcelles laissées en blanc, faisant partie du groupe de régénération, n'ont pas fait l'objet d'une cartographie)



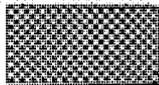
I. Frênaie-Aulnaie hygrophile.



II. Chênaie à grand Carex acidiphile.



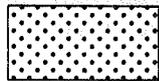
III. Chênaie-Frênaie méso-hygrophile.



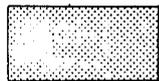
IV. Chênaie-Charmaie calcicole nitrophile.



VI. Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile.



VII. Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile.



VIII. Chênaie-Charmaie acidiphile.



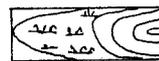
IX. Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile.



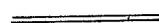
Périmètre de la forêt domaniale.



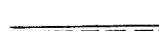
Ruisseau.



Etang et zones marécageuses.



Route.

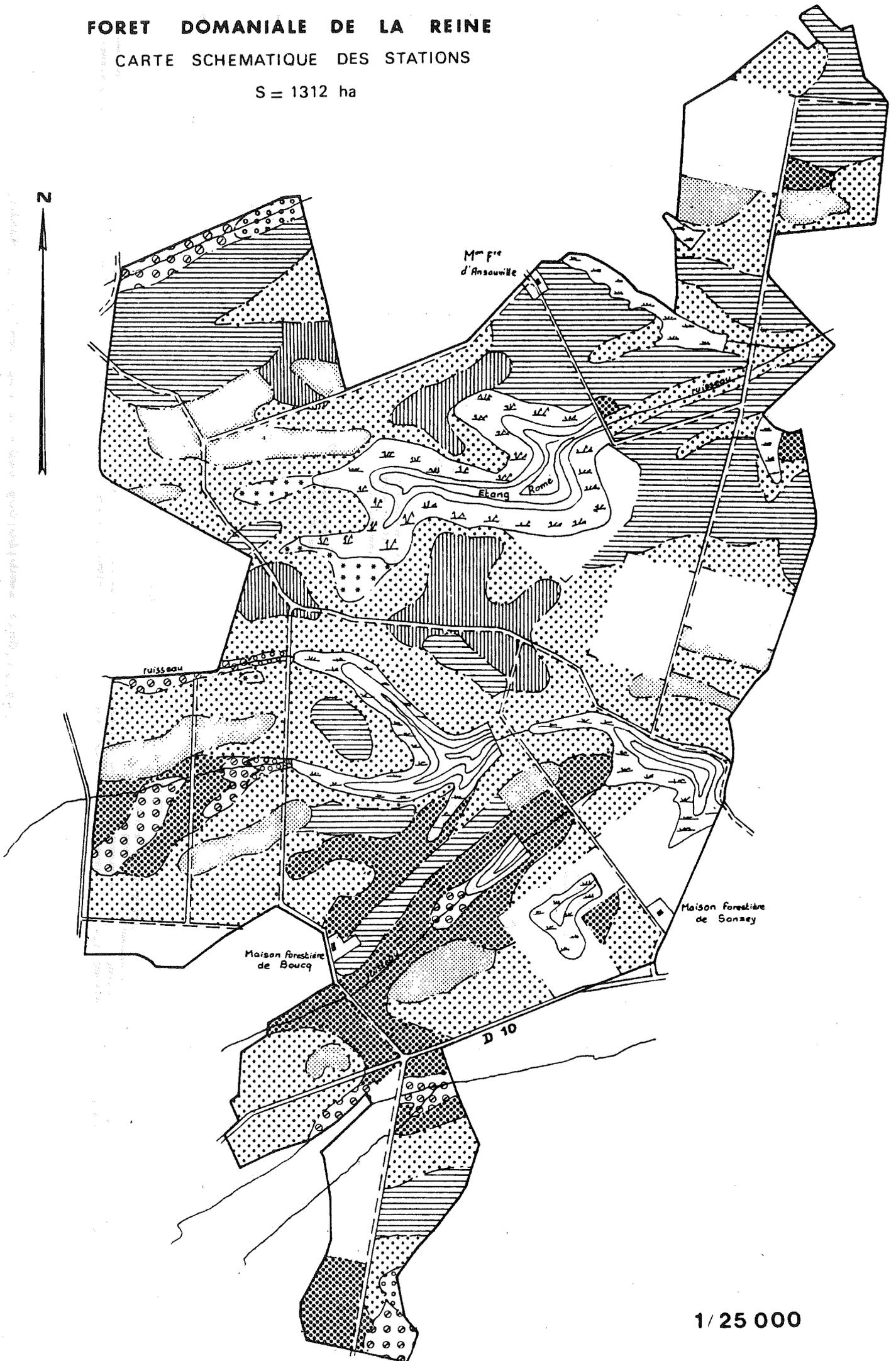


Chemin forestier important.

# FORET DOMANIALE DE LA REINE

## CARTE SCHEMATIQUE DES STATIONS

S = 1312 ha



1/25 000

Figure 20: tableau des groupes écologiques simplifiés.

|                                  |  |   |  |   |  |   |  |   |
|----------------------------------|--|---|--|---|--|---|--|---|
| I. Frénale-Aulnaie<br>hygrophile | II. Chénale à grand<br>Carex acidiphile  | III. Chénale-<br>Frénale<br>mésé-hygrophile                 | IV. Chénale-Charmaie<br>calicicole-nitrophile  | V. Chénale-Charmaie<br>calicicole sur<br>limons | VI. Chénale-<br>Charmaie-<br>Hétrale<br>neutro-acidiphile      | VII. Chénale-<br>Charmaie<br>neutro-acidiphile  | VIII. Chénale-<br>Charmaie<br>acidiphile | IX. Chénale-Charmaie<br>Hétrale<br>acidiphile                                       |
| Alnus glutinosa                  | Fillipendula ulmaria<br>Valeriana repens | Fraxinus excelsior<br>Cornus sanguinea<br>Paris quadrifolia | IV-1<br>Ornithogalum<br>pyrenaicum<br>IV-2<br>Acer campestre<br>Arum maculatum<br>Iligustrum vulgare |   | Prunella elaeior<br>Polygonatum multiflorum<br>Viburnum opulus | Rhytidadelphus triquetet<br>Cornallaria majalis | Artichum undulatum<br>Tanula pilosa      | Fagus sylvatica<br>Neottia nidus-avis<br>Polytrichum formosum<br>Dicranum scoparium |
|                                  |  |   |  |   |  |   |  |   |
|                                  | Lonitcera<br>periclymenum                |   | Lamium galeobdolon<br>Vicia sepium   |   |  |   |  |   |

## Chapitre 2 : Complément d'étude pédologique.

### 21. Généralités :

#### 211. Démarche abordée ici :

Le but de cette étude était de caractériser les différents types de sol rencontrés lors de l'inventaire phyto-écologique. Afin de pouvoir procéder à des analyses dans le laps de temps qui nous était imparti, la phase de terrain s'est déroulée en Novembre-Décembre.

Les placettes retenues sont celles de l'inventaire systématique. Elles ont été choisies d'après les données des fiches de relevé phyto-écologique, de manière à recouvrir la variabilité édaphique observée.

Les résultats de l'étude phyto-écologique ayant acquis une forme définitive en Janvier seulement, des observations et mesures ont été effectuées ultérieurement de manière à mieux caractériser les unités stationnelles retenues. Au total, 16 profils ont été décrits, 12 sont présentés dans ce chapitre.

#### 212. Classification des principaux types de sol rencontrés :

##### 212.1 Profils entièrement argileux :

- cas général : ce sont des Pélosols, profils peu évolués où domine la texture argileuse, présentant des caractères vertiques.
- cas des profils très marmorisés : la terminologie relative à ces sols n'est pas bien définie. Ils correspondent aux "pélosols-pseudogleys de type I" de la classification allemande. Nous les désignerons ici par Pélosol à pseudogley.

##### 212.2 Profils à faible épaisseur de limon : (moins de 30 cm)

Des phénomènes d'hydromorphie intenses se développent du fait d'une discontinuité limon/argile proche de la surface. On les désigne généralement par Pélosol-pseudogley (cf. BRETHES, 1976). Pour insister sur l'hétérogénéité du matériau, ils seront désignés ici par Pélosol-pseudogley à deux couches.

212.3 Profils à limon profond (plus de 30 cm) : plus évolués, ils sont à ranger parmi les sols bruns. Les phénomènes d'hydromorphie sont nettement atténués, quelques taches de marmorisation sont encore visibles en profondeur.

### 22. Caractérisation pédologique des unités stationnelles.

#### 221. Substrats argileux et marneux (pélosols)

##### 221.1 Milieux mésophiles :

###### a) Profil type :

Dans la station IV, trois fosses ont été décrites (figures 21, 22, 23) Ces sols se sont développés sur roche mère marneuse, et se caractérisent ainsi:

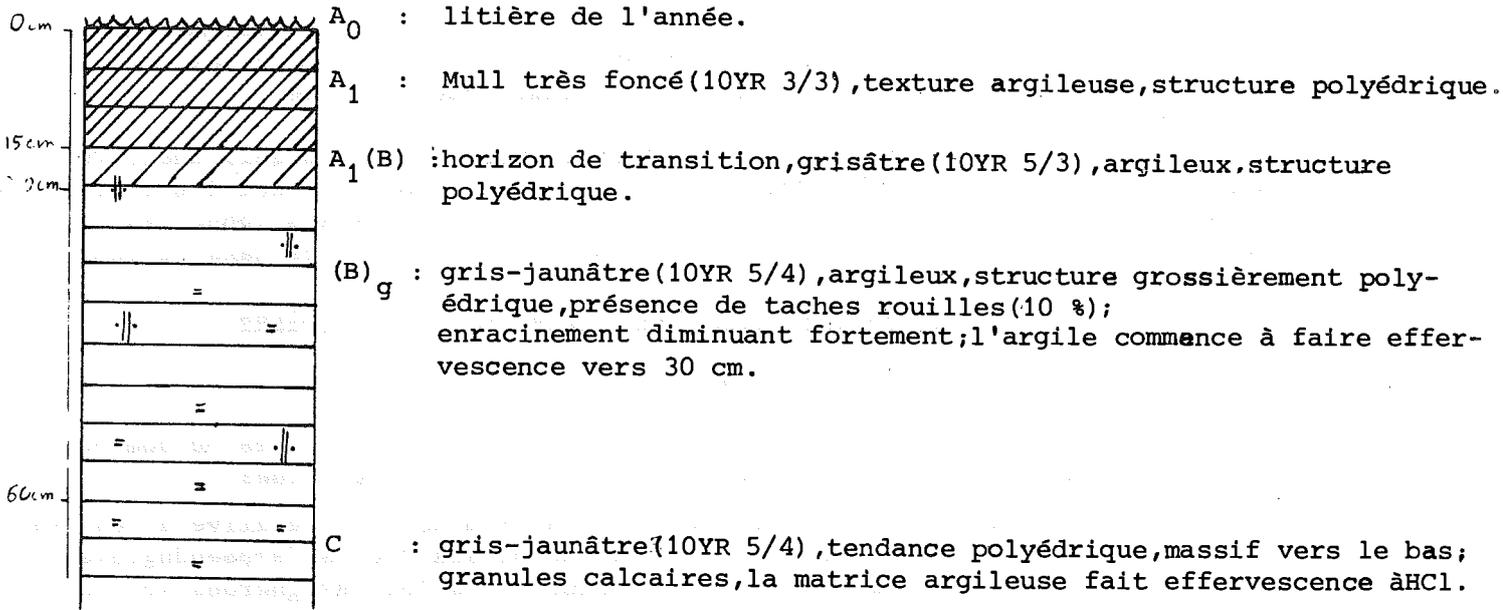
.../...

Figure N° 21:

Type de sol : PELOSOL MARMORISE.

Type de station : (IV-1)-Chénaie-Charmaie calcicole-nitrophile  
(variante à profil plus carbonaté)

Localisation : Placette N°313-(Forêt domaniale de la Reine,  
parcelle 83)



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N   | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o | S/T  |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------|
| A1      | 5cm                  | 9,54        | 5,55  | 0,441 | 12,58 | 6,2 | 29,8   | 0,992 | 1,40   | 33,7  | 0,16                              | 95,5 |
| (B)g    | 30cm                 |             |       |       |       | 8,3 |        |       |        |       |                                   |      |
|         |                      |             |       |       |       |     |        |       |        |       |                                   |      |
|         |                      |             |       |       |       |     |        |       |        |       |                                   |      |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |  |  |  |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|--|--|--|
| A1      | 5cm                  | 57,3    | 31,1               | 9,6                | 1,7                | 0,3                |                           |                             |               |  |  |  |
| (B)g    | 30cm                 | 56,6    | 30,9               | 9,4                | 2,1                | 1,0                |                           |                             |               |  |  |  |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                             |               |  |  |  |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                             |               |  |  |  |

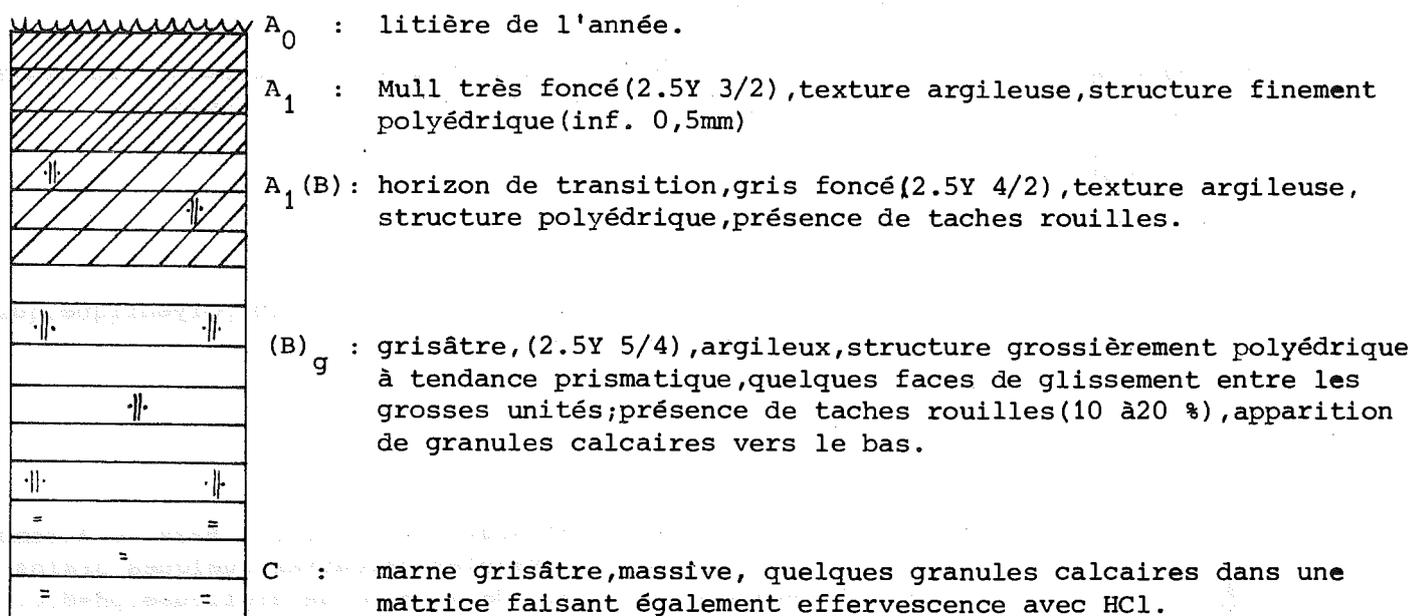
(1) en milliéquivalents pour 100g

Figure N° 22:

Type de sol : PELOSOL MARMORISE.

Type de station : (IV-2)-Chênaie-Charmaie calcicole-nitrophile.

Localisation : Placette N° 353-(Forêt domaniale de la Reine, parcelle 130)



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N   | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|
| A1      | 5cm                  | 8,64        | 5,02  | 0,45  | 11,16 | 6,1 |        |       |        |       |                                   |
|         |                      |             |       |       |       |     |        |       |        |       |                                   |
|         |                      |             |       |       |       |     |        |       |        |       |                                   |
|         |                      |             |       |       |       |     |        |       |        |       |                                   |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actifo/o | Fer libre o/o |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|
| A1      | 5cm                  | 51,6    | 34,7               | 11,1               | 2,3                | 0,3                |                           |                            |               |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                            |               |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                            |               |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                            |               |

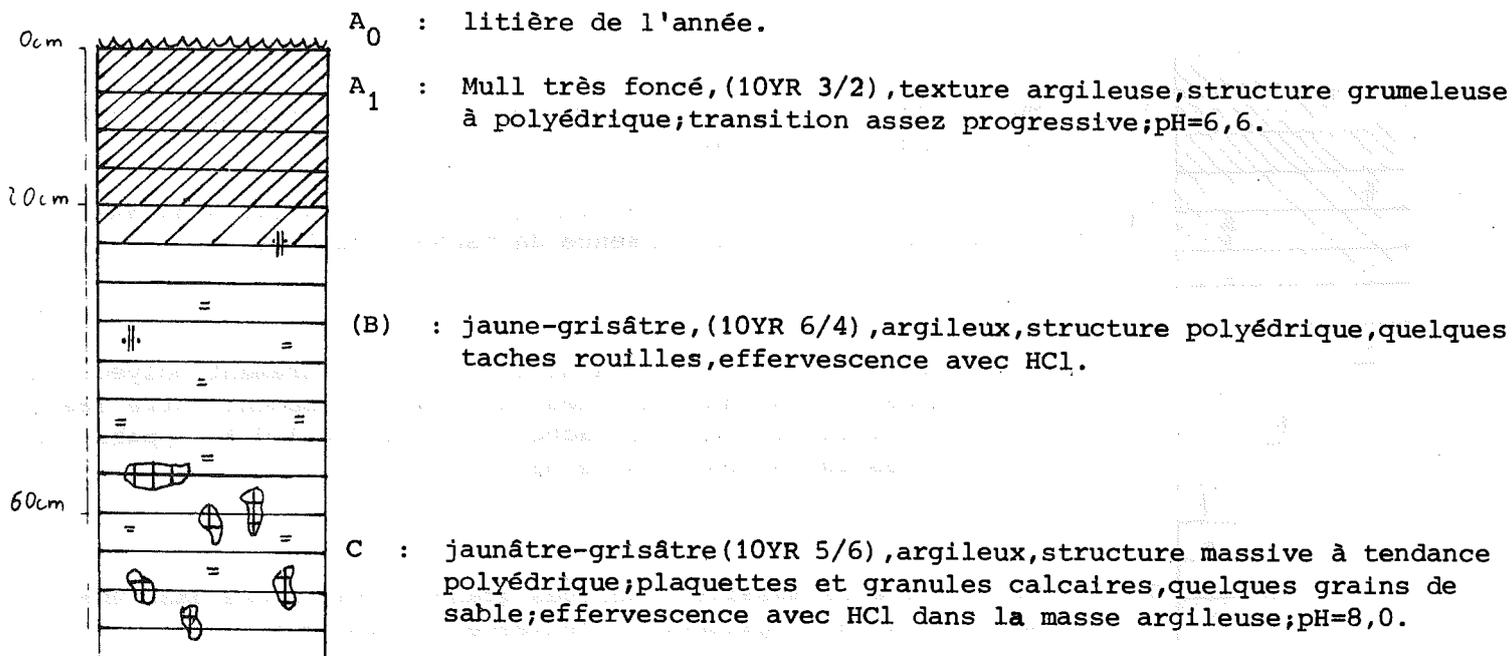
(1) en milliéquivalents pour 100g

**Figure N° 23:**

Type de sol : PELOSOL CALCAIRE.

Type de station : (IV-1)-Chênaie-Charmaie calcicole-nitrophile.

Localisation : Placette N° 65-(Forêt communale de Royaumeix, parcelle 10)



Légende des symboles utilisés.

~~~~~ litière



Horizon humifère actif



Horizon d'accumulation



Argile



Roche calcaire



Limon



Horizon de réduction



CaCO<sub>3</sub>



Précipitation localisée de fer ferrique.

- horizon A1 : épais (environ 10 cm), à structure finement polyédrique. La teinte foncée est due à une certaine richesse en matière organique (près de 10 %). La transition avec l'horizon suivant est progressive.
- horizon (B) : Il se distingue surtout de la roche-mère par sa structure grossièrement polyédrique, à allure parfois prismatique. Les unités structurales présentent des faces de glissement de type slickenside. Des taches rouilles, assez éparées, sont visibles dans la masse.
- horizon C : sa structure est beaucoup plus massive, il est toujours plus ou moins carbonaté, sa couleur est variable et correspond à des faciès de marne grise (figure 22) ou jaunâtre (figure 21).

La prédominance de la texture argileuse sur tout le profil, et la présence des taches rouilles dans l'horizon(B) justifient l'appellation Pélosol marmorisé.

b) Propriétés :

" Les pélosols sont des sols peu évolués, formés sur matériau très argileux sédimentaires" (DUCHAUFOR, 1977).

- L'abondance de l'argile (plus de 50 % dès les horizons de surface) confère à ces sols une grande richesse chimique. De fait, la capacité d'échange est importante, le taux de saturation est très élevé (plus de 90 % dans l'horizon A1), et il se développe un mull bien humifère, épais, à pH proche de la neutralité, biologiquement actif (C/N de l'ordre de 12) ; nous avons adopté l'expression "mull de pélosol" pour désigner ce type d'humus assez particulier ; en effet, par rapport au mull eutrophe et au mull calcique, il est plus épais, plus foncé, et présente une structure plus grossière. Toutefois, les caractéristiques chimiques (surtout pour la station IV) le rapprochent du mull calcique.
- Par contre, "l'excès d'argile confère à ces sols de mauvaises propriétés physiques" (DUCHAUFOR, 1977).

\* en période sèche, il se produit des fentes de retrait importantes (nous avons constamment observé leur présence sur ce type de substrat pendant la phase de terrain de l'été). Elles contribuent à dessécher ce sol, qui par ailleurs atteint plus facilement que d'autres un seuil de sécheresse "physiologique" (propriété des argiles). En outre, l'action mécanique de ce retrait est défavorable au système racinaire.

\* en période humide, le sol devient plastique et asphyxiant : "l'hydromorphie [des pélosols en général] résulte d'une imbibition capillaire des pores fins, liée au gonflement des argiles en période pluvieuse" (DUCHAUFOR, 1977). En ceci, tous les pélosols diffèrent des véritables pseudogleys à nappe perchée. Ces phénomènes d'hydromorphie expliquent la présence de taches de marmorisation, (assez discrètes ici toutefois) : le fer est mobilisé à l'état ferreux en période de saturation par l'eau du profil, il précipite à l'état ferrique (essentiellement au niveau des fentes de retrait les mieux aérées) lorsque le profil s'assèche (cf. DUCHAUFOR, 1977). Ceci dénote également une relative altérabilité de ces argiles.

\* l'alternance de phases d'engorgement et de sécheresse contrastées est défavorable à la végétation. Certains caractères vertiques sont manifestes dans ces sols : fentes de retrait, structure à tendance prismatique, faces de

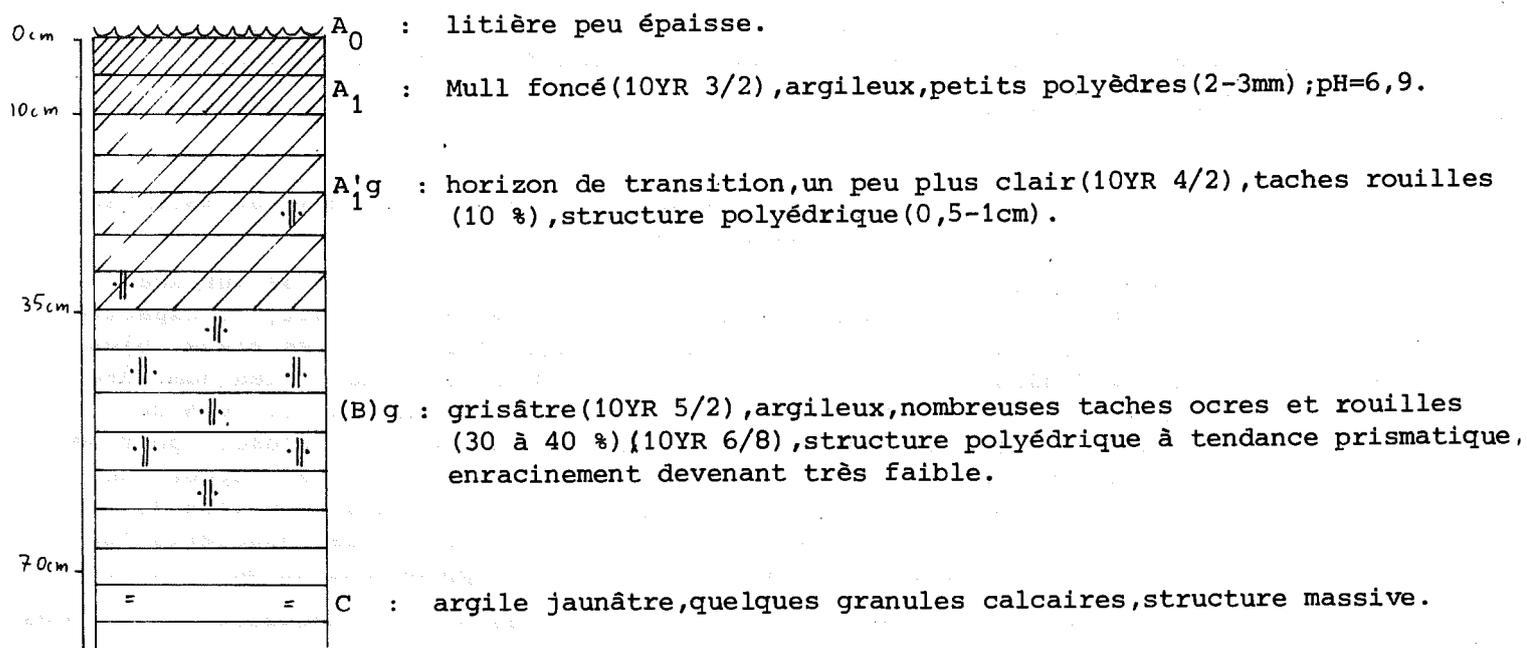
.../...

Figure N° 24:

Type de sol : PELOSOL A PSEUDOGLEY.

Type de station : (I)-Frênaie-Aulnaie hygrophile.

Localisation : Placette N° 354-(Forêt domaniale de la Reine, parcelle 131).



glissement. Ils s'expliquent par les propriétés gonflantes de ces argiles riches en cations.

Compte-tenu des facteurs climatiques, ce sont les épisodes de sécheresse estivale qui peuvent poser des problèmes de réserve en eau. L'abondance de la flore printanière (*Primula elatior*, *Paris quadrifolia*, etc...) dénote au moins la fraîcheur du milieu au début de la période de végétation. Si les phases de sécheresse ultérieures ne sont pas trop accusées, ces sols restent encore relativement favorables (malgré un horizon (B) assez grossièrement structuré) : richesse chimique, pénétration racinaire possible entre les unités structurales.

c) Variantes :

L'étude phyto-écologique a mis en évidence deux sous-types :

- le sous type IV-1 est caractérisé par l'apparition du sous-groupe B1 des calcicoles-nitrophiles, venant s'ajouter aux sous-groupes B2 et B3 : ceci est en relation avec une apparition rapide du calcaire actif dans le profil, en effet :
- \* les quelques pélosols situés dans la zone du Bathonien appartiennent presque tous à ce sous-type. Sur le profil de la figure 23, l'effervescence à l'acide apparaît dès 20 cm de profondeur ; la roche-mère marneuse est riche en granules et plaquettes calcaires : pour ces raisons, nous avons désigné ce profil par Pélosol calcaire.
- \* Le profil de la figure 21 montre une marne moins riche en éléments calcaires, mais faisant effervescence dès 30 cm de profondeur.
- dans le sous-type IV-2, le sous-groupe B1 fait défaut. La marne carbonatée n'apparaît que vers 60 cm de profondeur (profil de la figure 22) La profondeur de décarbonatation plus grande semble liée à une roche-mère encore moins riche en éléments calcaires.

221.2 Milieux humides :

A quelques exceptions près, la plupart des substrats rencontrés dans les milieux humides étaient de nature argileuse.

a) Profil type :

Les profils des figures 24,25,26, respectivement décrits dans les types de station I,II et III, possèdent un certain nombre de caractéristiques communes :

- horizon humifère épais (au moins 10 cm), foncé, de texture argileuse, de structure souvent finement polyédrique. L'humus est de type mull "de pélosol" (voir la justification de ce terme au § 221.1). La litière est peu épaisse. Des taches rouilles peuvent remonter jusqu'en A1 ; la transition avec l'horizon sous-jacent est progressive.
- l'horizon suivant est très marmorisé : nombreuses taches rouilles sur fond gris-jaune. La structure de cet horizon, très argileux, est polyédrique, à tendance prismatique vers le bas.
- on passe progressivement à l'horizon C, à structure plus massive, qui peut être une argile gris-jaune ou une marne grisâtre, carbonatée, encore bariolée de jaune.

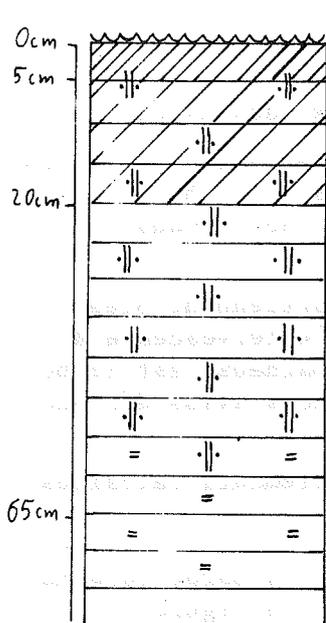
.../...

Figure N° 25:

Type de sol : PELOSOL A PSEUDOGLEY

Type de station : Chênaie à grands Carex acidiphile-II.

Localisation : Placette N° 376-(Forêt communale de Lagney, parcelle 18)



A<sub>0</sub> : litière peu épaisse.

A<sub>1</sub> : Mull foncé, (7.5YR 3/2), argileux, structure grumeleuse à tendance polyédrique (2-3mm)

A<sub>1g</sub> : transition, moins foncé, (7.5YR 4/2), argileux, polyédrique, taches rouilles (20 %), remontant haut.

(B)<sub>g</sub> : argileux, grisâtre (10YR 5/2), nombreuses taches ocres et rouilles (50 %) (10YR 6/6), structure grossièrement polyédrique (3-4cm), tendance prismatique, quelques faces de glissement.

C : marne grisâtre, avec des granules calcaires.

| Horizon          | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o |
|------------------|----------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|
| A <sub>1</sub> : | 5cm                  |             |       |       |     | 4,7 |        |       |        |       |                                   |
| (B) <sub>g</sub> | 30cm                 |             |       |       |     | 5,5 |        |       |        |       |                                   |
|                  |                      |             |       |       |     |     |        |       |        |       |                                   |
|                  |                      |             |       |       |     |     |        |       |        |       |                                   |

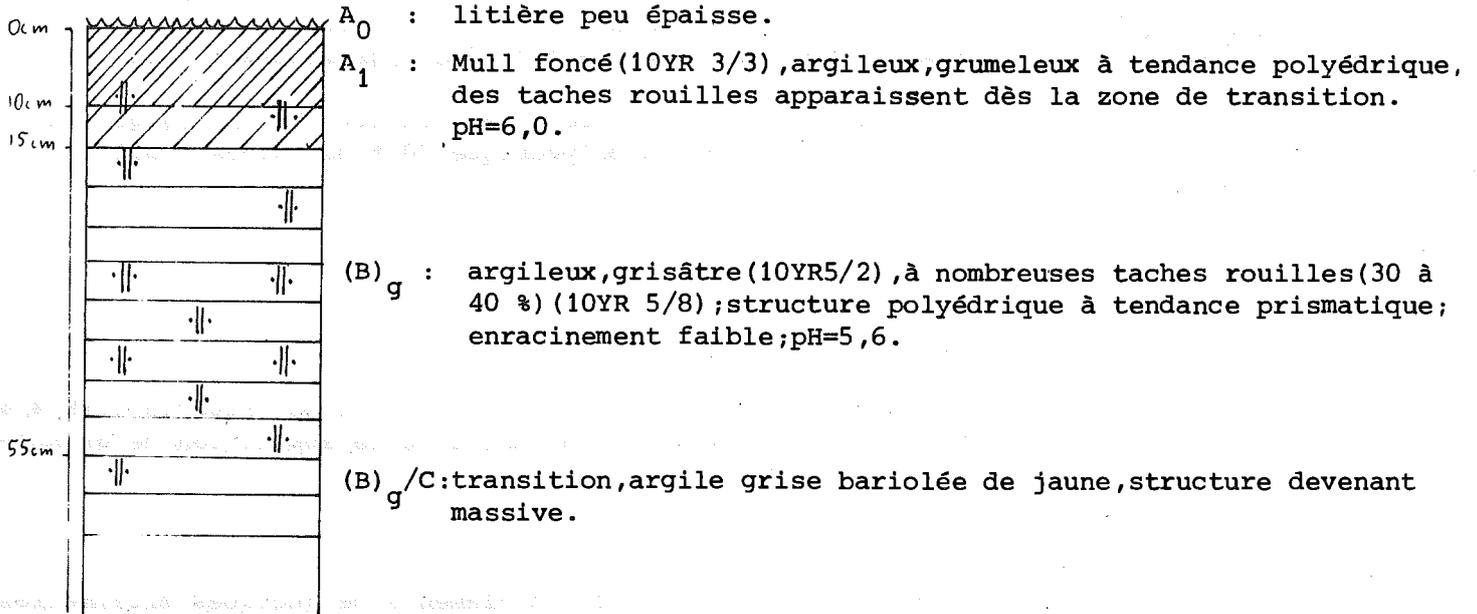
| Horizon        | profondeur de prélev | Arg o/o | L f o/o | L g o/o | S f o/o | S g o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |
|----------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| A <sub>1</sub> | 5cm                  | 58,3    | 33,2    | 6,5     | 1,7     | 0,3     |                           |                             |               |

**Figure N° 26:**

Type de sol : PELOSOL A PSEUDOGLEY.

Type de station : III-Chênaie-Frênaie méso-hygrophile.

Localisation : Placette N° 333-(Forêt domaniale de la Reine, parcelle 125)





Dans tous les cas décrits, on n'a pas mis en évidence de niveau à nappe permanente avec zone uniformément réduite de type gley . L'existence d'un horizon très marmorisé et la texture très argileuse de l'ensemble du profil autorisent l'appellation de Pélosol à Pseudogley.

b) Propriétés :

Du fait de leur position topographique (bas-fond, cuvette), ces stations gardent une humidité quasi-permanente, mais les périodes d'imbibition totale (voire d'inondation) sont temporaires.

Par rapport aux profils décrits dans le § 221.1, l'importance de la marmorisation peut s'expliquer par l'ampleur des phases d'engorgement, dans la mesure où l'altérabilité des argiles est comparable dans les deux cas. Quelques caractères verticaux sont encore décelables : çà et là, quelques faces de glissement, tendance à la formation de sur-unités prismatiques.

Globalement, une bonne alimentation en eau, et en outre un engorgement impliquant d'importantes phases d'asphyxie du sol sont les principales caractéristiques de ces stations.

Seules les essences hygrophiles s'adaptent bien à ce type de régime hydrique. En outre, la structuration correcte des argiles est un caractère favorable, si effectivement l'humidité d'été empêche leur trop importante rétraction.

c) Variantes :

- Le profil de la figure N°27 (type I) a été décrit dans un faciès particulièrement inondable, à proximité immédiate d'un ruisseau permanent. En A1, l'humus est typiquement un hydromull ; cet horizon est déjà très argileux, la matière organique est abondante ; le milieu est riche et biologiquement actif (capacité d'échange élevée, S/T pratiquement à saturation, C/N bas). L'horizon inférieur (niveau grouine) constitue un cas particulier ; la proximité du ruisseau permet de penser que la nappe qui s'y trouve est permanente. Du fait de la nature du matériau grouine, il n'est guère identifiable à un horizon de gley réduit, malgré des traînées d'argiles bleuâtres. Toutefois sur le plan écologique, le profil est à rapprocher des pélosols-gleys.
- le profil de la figure 25 présente un humus assez acide, quoique présentant un aspect "mull de pélosol". L'étude phyto-écologique a décrit le type II (auquel appartient la placette concernée) comme étant un faciès à la fois humide et acide. D'autres mesures de pH ont été effectuées, qui confirment cette donnée :

Placette N° : 376(référence) : 205 : 237 : 238

|    |   |     |   |     |   |     |   |     |
|----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
|    | : |     | : |     | : |     | : |     |
| pH | : | 4,7 | : | 4,9 | : | 4,7 | : | 5,0 |

Nous avons interprété cette acidité ainsi :

- existence de pollutions limoneuses en surface (placette N°237 et 238, avec humus à tendance hydromull). On a alors un pélosol-pseudogley à 2 couches.
- sur le profil de la figure 25, le gradient de pH est important, le profil est cependant uniformément argileux. L'existence d'une argile rapportée pauvre en base, ou l'influence d'apports latéraux acides pourraient expliquer l'acidité constatée dans ce cas de figure.

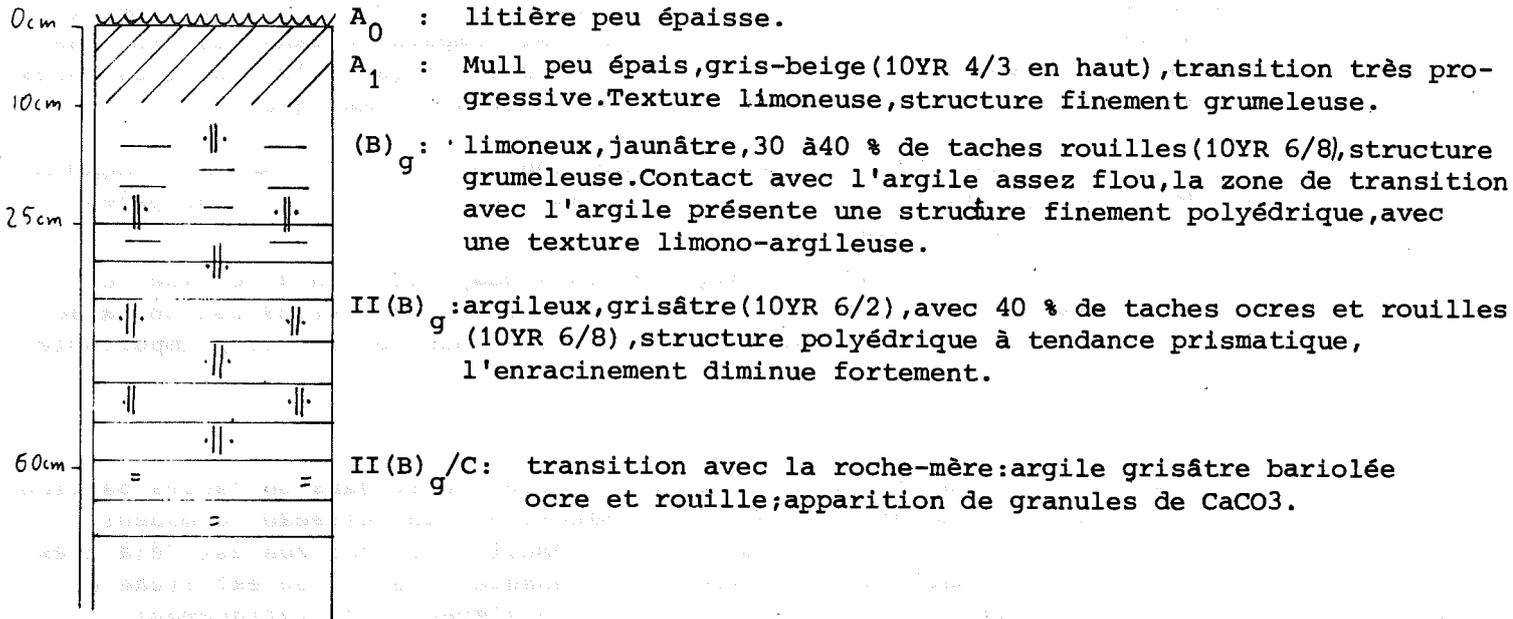
.../...

Figure N°28:

Type de sol : PELOSOL-PSEUDOGLEY A 2 COUCHES

Type de station : VII-Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile.

Localisation : Placette N°290-(Forêt domaniale de la Reine, parcelle 78)



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|
| A1      | 5cm                  |             |       |       |     | 4,8 |        |       |        |       |                                   |
| (B)g    | 15cm                 |             |       |       |     | 4,9 |        |       |        |       |                                   |
| II(B)g  | 30cm                 |             |       |       |     | 5,3 |        |       |        |       |                                   |
|         |                      |             |       |       |     |     |        |       |        |       |                                   |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L f o/o | L g o/o | S f o/o | S g o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |
|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| A1      | 5cm                  | 22,6    | 40,2    | 28,0    | 8,4     | 0,8     |                           |                             |               |
| (B)g    | 15cm                 | 23,1    | 39,6    | 27,8    | 8,6     | 0,9     |                           |                             |               |
| II(B)g  | 30cm                 | 42,0    | 31,8    | 19,9    | 6,4     | 0,9     |                           |                             |               |
|         |                      |         |         |         |         |         |                           |                             |               |

(1) en milliéquivalents pour 100g

## 222. Les limons superficiels

### a) Profil-type

Les profils décrits sur les figures N°28 et 29 appartiennent respectivement aux types de station VII et VIII. On en dégagera les traits suivants :

- profil hétérogène à deux couches : une vingtaine de cm de limons recouvre la marne.  
La transition texturale s'effectue sur une épaisseur de 5 cm environ, sans présenter de discontinuité nette et brutale.
- l'horizon superficiel est de type mull, finement grumeleux et aéré, gris-beige, à humus bien incorporé, transition progressive avec l'horizon sous-jacent.
- la marmorisation, importante (30 à 40 % de taches rouilles) affecte la couche limoneuse sous l'horizon A1, ainsi qu'une bonne tranche de la marne sous-jacente. La transition avec la roche mère est progressive: argile grise bariolée d'ocre, apparition de granules de CaCO<sub>3</sub>.  
L'hétérogénéité du profil avec une faible couche de limon, la présence d'une hydromorphie importante permettent de désigner ces sols par pélosol-pseudogley à deux couches.

### b) Propriétés :

La présence d'une faible épaisseur de limon sur une couche de marne est favorable à la formation d'une nappe temporaire très superficielle (L'observation des fosses pédologiques en période d'hiver a été significative à cet égard : l'eau affleure fréquemment à 5-10 cm de la surface).

D'une manière générale, ces sols sont réputés défavorables pour la végétation forestière. En effet, ils réunissent à la fois des défauts des pélosols (présence de la marne) et des pseudogleys (existence d'une nappe perchée temporaire).

- la marne située à faible profondeur garde des caractères de pélosol (gros polyèdres, tendance à former des unités prismatiques). Toutefois, ces caractères sont largement atténués du fait de l'influence "protectrice" de la couche limoneuse de surface (cf. NGUYEN KHA, 1973), les phénomènes de retrait sont en particulier moins sensibles. La discontinuité texturale entre le limon et la marne peut en outre se présenter comme un obstacle à l'enracinement.
- la nappe temporaire située à faible profondeur crée des conditions d'asphyxie, notamment défavorables pour la régénération. Elle tend à acidifier et désaturer l'humus, d'où une moins bonne nutrition minérale.

Cependant il ne convient pas de ranger tous les pélosols-pseudogleys à deux couches sous la même enseigne. BIR (1976), en forêt domaniale de Fénétrange, a mis en évidence deux types extrêmes :

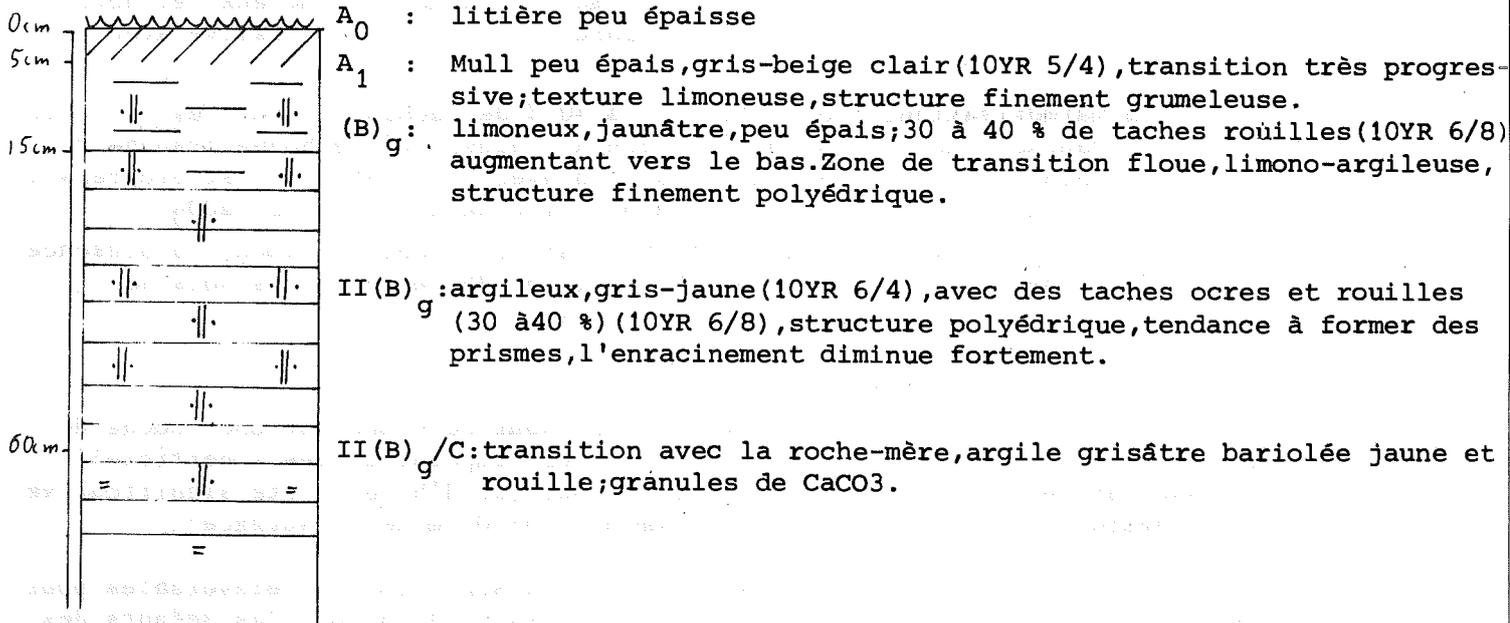
- pélosol-pseudogley véritable, avec une discontinuité marquée entre les limons et la marne ; humus de type hydromull, présence de nappes de molinie, hauteurs de chêne presque toujours inférieures à 20 m.
- pélosol-pseudogley présentant une certaine transition entre le limon et la marne ; humus de type mull mésotrophe à tendance hydromull, absence de molinie, hauteurs de chêne largement supérieures à 20 m.

Figure N° 29

Type de sol: PELOSOL-PSEUDOGLEY A 2 COUCHES

Type de station: VIII-Chênaie-Charmaie acidiphile

Localisation: Placette N°189-(Forêt communale de Boucq, parcelle 39)



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N   | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o | S/T  |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------|
| A1      | 5cm                  | 5,19        | 3,02  | 0,191 | 15,81 | 4,5 | 2,1    | 0,33  | 0,54   | 11,5  | 0,10                              | 25,8 |
| (B)g    | 12cm                 |             |       |       |       | 4,7 |        |       |        |       |                                   |      |
| II(B)g  | 20cm                 |             |       |       |       | -   |        |       |        |       |                                   |      |
| "       | 40cm                 |             |       |       |       | 5,2 |        |       |        |       |                                   |      |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |  |  |  |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|--|--|--|
| A1      | 5cm                  | 25,7    | 45,8               | 25,0               | 2,7                | 0,8                |                           |                             |               |  |  |  |
| (B)g    | 12cm                 | 27,9    | 45,0               | 23,4               | 2,4                | 1,3                |                           |                             |               |  |  |  |
| II(B)g  | 20cm                 | 58,2    | 27,0               | 12,8               | 1,3                | 0,7                |                           |                             |               |  |  |  |
| "       | 40cm                 | 57,1    | 28,2               | 11,8               | 1,9                | 1,0                |                           |                             |               |  |  |  |

(1) en milliequivalents pour 100g

Dans le massif de la Reine, on se rapproche nettement de la seconde variante dans tous les cas de figure :

- humus toujours de type mull
- absence de nappes de molinie
- les hauteurs des réserves de Chêne âgées sont rarement inférieures à 20 m.

Le caractère non franchement défavorable semble être en relation avec le passage progressif du limon à la marne mis en évidence sur les profils, ne formant pas un obstacle brutal à l'enracinement. De plus, dans la marne, la structure encore assez développée autorise également la prospection par le système racinaire.

Cette absence de discontinuité entre les deux couches pourrait être due au caractère autochtone des limons, ce que seules des analyses minéralogiques pourraient cependant prouver.

Toutefois, on ne perdra pas de vue l'action des facteurs limitants, même s'ils sont atténués :

- réserve en eau pouvant être insuffisante l'été, du fait de la faible profondeur du plancher marneux.
  - existence de la nappe créant des conditions d'hydromorphie.
- A cet égard, la rareté du Hêtre dans ces stations est significative.

c) Variantes :

- Les sols décrits dans les types de station VII et VIII possèdent une couverture limoneuse de 15 à 30cm. Aux alentours de 30 cm de limon et un peu plus, on passe du pélosol-pseudogley à un type de transition avec les stations VI et IX, où cependant la marmorisation est encore importante et proche de la surface. Ce type de profil intermédiaire, (non décrit ici) peut être désigné par sol brun à pseudogley.
- L'étude phyto-écologique a décrit le type VIII comme étant une variante acide du type VII. Nous avons procédé à des mesures supplémentaires :

|                  |   |                    |   |     |   |     |   |     |
|------------------|---|--------------------|---|-----|---|-----|---|-----|
| <u>Type VII</u>  | : | <u>Placette N°</u> | : | 73  | : | 290 | : | 313 |
| horizon A1       |   | pH                 | : | 5,2 | : | 4,8 | : | 6,0 |
|                  |   | S/T                | : | 56  | : | -   | : | -   |
| <br>             |   |                    |   |     |   |     |   |     |
| <u>Type VIII</u> | : | <u>Placette N°</u> | : | 159 | : | 189 | : | 329 |
| horizon A1       |   | pH                 | : | 4,6 | : | 4,5 | : | 4,0 |
|                  |   | S/T                | : | -   | : | 26  | : | 16  |

Ces chiffres confirment les données de l'étude phyto-écologique. On notera la désaturation importante de l'horizon A1 dans la station VIII, avec un pH de l'ordre de 4,5 et un C/N élevé (de l'ordre de 15). Ces propriétés le rapprochent des humus de type mull acide (ce qui était difficile de mettre en évidence sur le terrain).

Nous avons interprété l'existence de ces deux types de la manière suivante :

\* le maillage reporté sur la carte au 1/20 000 de la F.D. de la Reine (non figuré ici) montre que les points appartenant à la station VIII se trouvent

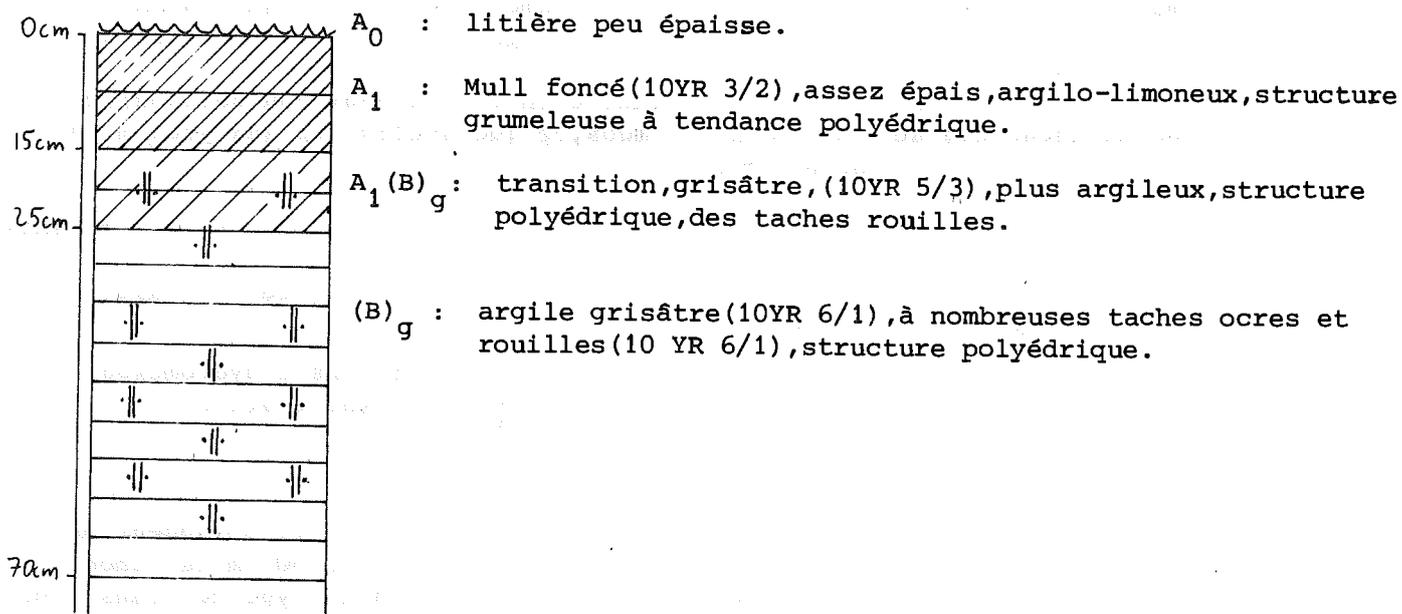
.../...

Figure N° 30:

Type de sol : PELOSOL-PSEUDOGLEY (variante)

Type de station : (VII, variante).

Localisation : Placette N° 123 (Forêt domaniale de la Reine, parcelle N°33).



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N  | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o | S/T  |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------|
| A1      | 5cm                  | 9,03        | 5,25  | 0,375 | 14,0 | 4,8 | 10,0   | 0,476 | 2,34   | 28,1  | 0,48                              | 45,6 |
| A1(B)g  | 20cm                 |             |       |       |      | 6,1 |        |       |        |       |                                   |      |
| (B)g    | 40cm                 |             |       |       |      | 5,3 |        |       |        |       |                                   |      |
|         |                      |             |       |       |      |     |        |       |        |       |                                   |      |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actifo/o | Fer libre o/o |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|
| A1      | 5cm                  | 41,8    | 30,0               | 18,5               | 6,2                | 3,5                |                           |                            |               |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                            |               |
| (B)g    | 40cm                 | 56,5    | 24,9               | 14,5               | 3,5                | 0,6                |                           |                            |               |
|         |                      |         |                    |                    |                    |                    |                           |                            |               |

(1) en milliéquivalents pour 100g

en position de mi-pente ou haut de pente, alors que ceux appartenant à la station VII se trouvent souvent en position d'ensellement, ou en légère cuvette. La désaturation de l'horizon superficiel dans la station VIII (position plus drainante) peut s'expliquer par le jeu du lessivage latéral. La station VII bénéficie d'apports latéraux, et d'un régime hydrique plus favorable (humidité d'été).

Signalons pour terminer la mise en évidence d'un profil intermédiaire entre ceux décrits dans les types de station IV et VII (figure 30). Ce profil est de type pélosol-pseudogley à deux couches, toutefois, la couche supérieure est argilo-limoneuse ; l'humus de teinte foncée est proche du "mull de pélosol", mais par rapport aux profils des stations IV, on constate :

- un pH plus bas et un C/N plus élevé
- un taux de saturation beaucoup plus bas.

Au point de vue floristique, on est proche du type VII (en particulier, le groupe B des calcicoles-nitrophiles est très peu représenté). C'est finalement à cette dernière station qu'ont été rattachés les relevés présentant ce type de profil.

#### 223. Les limons profonds :

##### a) Profil type :

Les profils des figures 31 et 32 se réfèrent respectivement aux types de station VI et IX ; leurs principaux caractères sont les suivants :

- horizon A1 : peu épais, limoneux, finement grumeleux et bien aéré, gris-beige, humus de type mull mésotrophe, bien incorporé.
- horizon A2 : limoneux, beige, grumeleux, non tassé.
- horizon Bg/C : la texture devient assez rapidement argileuse, apparition de polyèdres présentant des "clay-skins" Présence de taches d'hydromorphie.

L'interprétation d'un tel horizon est délicate. Le passage assez rapide à des textures argilo-limoneuses puis argileuses montre que l'enrichissement en argile ne peut être dû au seul lessivage : comme on l'a constaté par ailleurs (limons superficiels) il doit exister un mélange entre le matériau limoneux et la marne sous-jacente.

En outre, l'hydromorphie se manifestant au niveau de cette transition masque les phénomènes de coloration par le fer pouvant être dûs au lessivage; il est donc difficile d'apprécier réellement l'intensité de ce dernier. La présence des "clay-skins" est le seul indice valable prouvant son existence.

Toutes ces considérations permettent de ranger ces sols parmi les sols bruns lessivés marmorisés.

##### b) Propriétés :

Le matériau limoneux présente une texture assez équilibrée (encore 20 % d'argile). La légèreté de sa texture, sa bonne structuration le rend favorable à l'enracinement de la plupart des essences forestières.

Les phénomènes d'hydromorphie ne se manifestent qu'en profondeur, dans la zone de transition entre la marne et le limon, ils n'ont qu'une ampleur très limitée, (taches rouilles peu abondantes). La nette atténuation

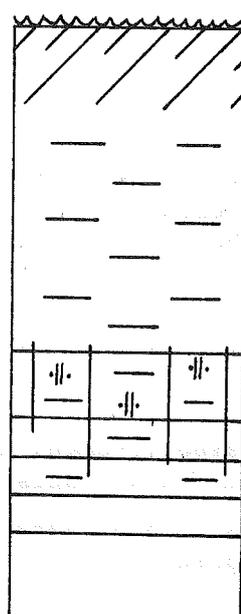
.../...

Figure N° 31:

Type de sol : SOL BRUN LESSIVE MARMORISE.

Type de station : VI - Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile.

Localisation : Placette N° 101. (Forêt domaniale de la Reine, parcelle N° 20).



A<sub>0</sub> : Litière peu épaisse

A<sub>1</sub> : Mull gris-beige (partie supérieure = 10YR 4/3), peu épais, matière organique bien incorporée, texture limoneuse, structure grumeleuse, transition très progressive.

A<sub>2</sub> : Couleur beige (10YR 6/3), texture limoneuse, structure grumeleuse ; bon enracinement ; limite peu nette.

B<sub>g</sub>/C : Couleur beige-ocre (10YR 5/8), quelques taches rouilles (10 %), texture limono-argileuse devenant rapidement argilo-limoneuse (accumulation d'argile lessivée et passage à la marne sous-jacente). Structure polyédrique, présence de clay-skins.

| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|
| A1      | 5cm                  |             |       |       |     | 4,9 |        |       |        |       |                                   |
| A2      | 25cm                 |             |       |       |     | 5,0 |        |       |        |       |                                   |
| Bg/C    | 45cm                 |             |       |       |     | 5,5 |        |       |        |       |                                   |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| A1      | 5cm                  |         |                    |                    |                    |                    |                           |                             |               |
| A2      | 25cm                 | 20,9    | 37,6               | 29,1               | 10,9               | 1,5                |                           |                             | 1,45          |
| Bg/C    | 45cm                 | 41,4    | 27,4               | 21,5               | 8,7                | 1,0                |                           |                             | 2,50          |

(1) en milliéquivalents pour 100g

de l'hydromorphie par rapport aux types précédemment décrits s'explique par l'éloignement du plancher marneux dans le profil d'une part, et par la position topographique plutôt sommitale constatée pour ce type de station d'autre part (cf. carte des stations, figure 19).

La présence d'une bonne tranche de matériau "sain" et filtrant explique la prédilection du Hêtre pour ce type de station dans le massif forestier.

c) variantes :

L'étude phyto-écologique a mis en évidence deux types différents (VI et IX) entre lesquels existe une différence floristique notable.

Les deux placettes se rapportant aux figures 31 et 32 ne comptent pas parmi les plus représentatives au plan floristique, nous avons réuni quelques données supplémentaires concernant d'autres placettes appartenant aux types de station VI et IX :

|            |               |         |        |        |          |
|------------|---------------|---------|--------|--------|----------|
| Type VI    | : Placette N° | : (101) | : 106  | : 167  | : 257    |
|            | pH            | : (4,9) | : 5,2  | : 5,5  | : 5,9    |
| horizon Al | : S/T(%)      | : -     | : 42,4 | : -    | : -      |
| Type IX    | : Placette N° | : 121   | : 138  | : 193  | : (371)  |
|            | pH            | : 5,1   | : 4,2  | : 4,6  | : (4,7)  |
| horizon Al | : S/T(%)      | : -     | : -    | : 23,4 | : (36,5) |

Le type IX manifeste, par rapport au type VI, une tendance à l'acidité, celle-ci allant de pair avec une désaturation de l'horizon superficiel.

- dans l'étude phyto-écologique (cf § 133-2) on a montré une différence significative entre les profondeurs de limon mesurées respectivement dans chacun des types VI et IX. L'éloignement de la marne sous-jacente, et un degré de lessivage vertical plus accentué peuvent expliquer la désaturation des limons les plus profonds du type IX : c'est ce qui peut apparaître à la comparaison des profils des figures 31 et 32.

- en moyenne, la différence de profondeur constatée entre les types VI et IX reste faible (elle frôle 10 cm) : des couvertures limoneuses présentant des profondeurs équivalentes à celles rencontrées dans le type VI ont été adjointes au type IX: leur désaturation doit pouvoir s'expliquer :

- \* par des différences de richesse chimique au niveau du matériau limoneux,
- \* éventuellement par le jeu du lessivage latéral qui peut être plus ou moins accentué par endroits.

Pour souligner la difficulté de l'interprétation, on indiquera que les cas de figure intermédiaires entre ces deux types extrêmes (station VI et IX) sont nombreux.

- Remarque concernant le type de station V (Chênaie-Charmaie calcicole sur limons).

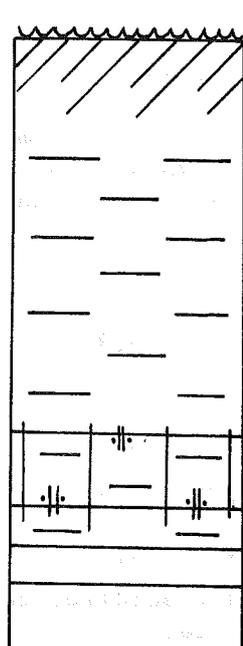
Ce type de station, marginal et peu différencié parmi les milieux mésophiles, n'a pas fait l'objet de prospections. Pratiquement, nous avons considéré qu'au niveau du massif forestier, les placettes regroupées dans le type V pourraient être rapprochées des types VII (couverture de limon superficielle) ou VI (couverture plus profonde). L'abondance des espèces du groupe B (calcicoles-nitrophiles) peut être due à des limons localement plus calciques,

Figure N° 32

Type de sol : SOL BRUN LESSIVE MARMORISE

Type de station : IX - Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile

Localisation : Placette N° 371 - (Forêt domaniale de Rangeval, parcelle N° 17).



A<sub>0</sub> : litière peu épaisse.

A<sub>1</sub> : Mull beige-gris (10YR 5/3), matière organique bien incorporée, texture limoneuse, structure finement grumeleuse, transition progressive.

A<sub>2</sub> : Couleur beige (10YR 6/4), texture limoneuse, structure grumeleuse voire finement polyédrique, bon enracinement ; limite peu nette.

B<sub>g</sub>/C : Couleur beige-ocre (10YR 5/8), des taches rouilles (5 à 10 %), texture limono-argileuse devenant rapidement argilo-limoneuse (accumulation d'argile lessivée et passage à la marne sous-jacente). Structure polyédrique, présence de clay-skins (partie supérieure au moins). Peu de racines.

| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N   | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o | S/T  |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------|
| A1      | 5cm                  | 3,10        | 1,8   | 0,145 | 12,43 | 4,7 | 2,8    | 0,263 | 0,48   | 9,7   | 0,09                              | 36,5 |
| A2      | 25cm                 |             |       |       |       | 4,8 |        |       |        |       |                                   |      |
| Bg/c    | 55cm                 |             |       |       |       | 5,4 |        |       |        |       |                                   |      |
| "       | 65cm                 |             |       |       |       | 5,4 |        |       |        |       |                                   |      |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| A1      | 5cm                  | 19,3    | 43,6               | 31,7               | 4,1                | 1,3                |                           |                             |               |
| A2      | 25cm                 | 19,3    | 43,0               | 32,2               | 4,0                | 1,5                |                           |                             | 1,39          |
| Bg/C    | 55cm                 | 35,3    | 35,8               | 23,7               | 3,5                | 1,7                |                           |                             | 2,31          |
| "       | 65cm                 | 42,8    | 31,7               | 21,1               | 3,0                | 1,4                |                           |                             |               |

(1) en milliequivalents pour 100g

ou bien au substrat Bathonien (plus carbonaté) qui se trouve sous la couverture limoneuse dans la majorité des points de relevé appartenant au type V.

Conclusion :

L'étude pédologique nous a fourni un ensemble de données permettant d'aboutir à une meilleure caractérisation des stations retenues après l'étude phyto-écologique.

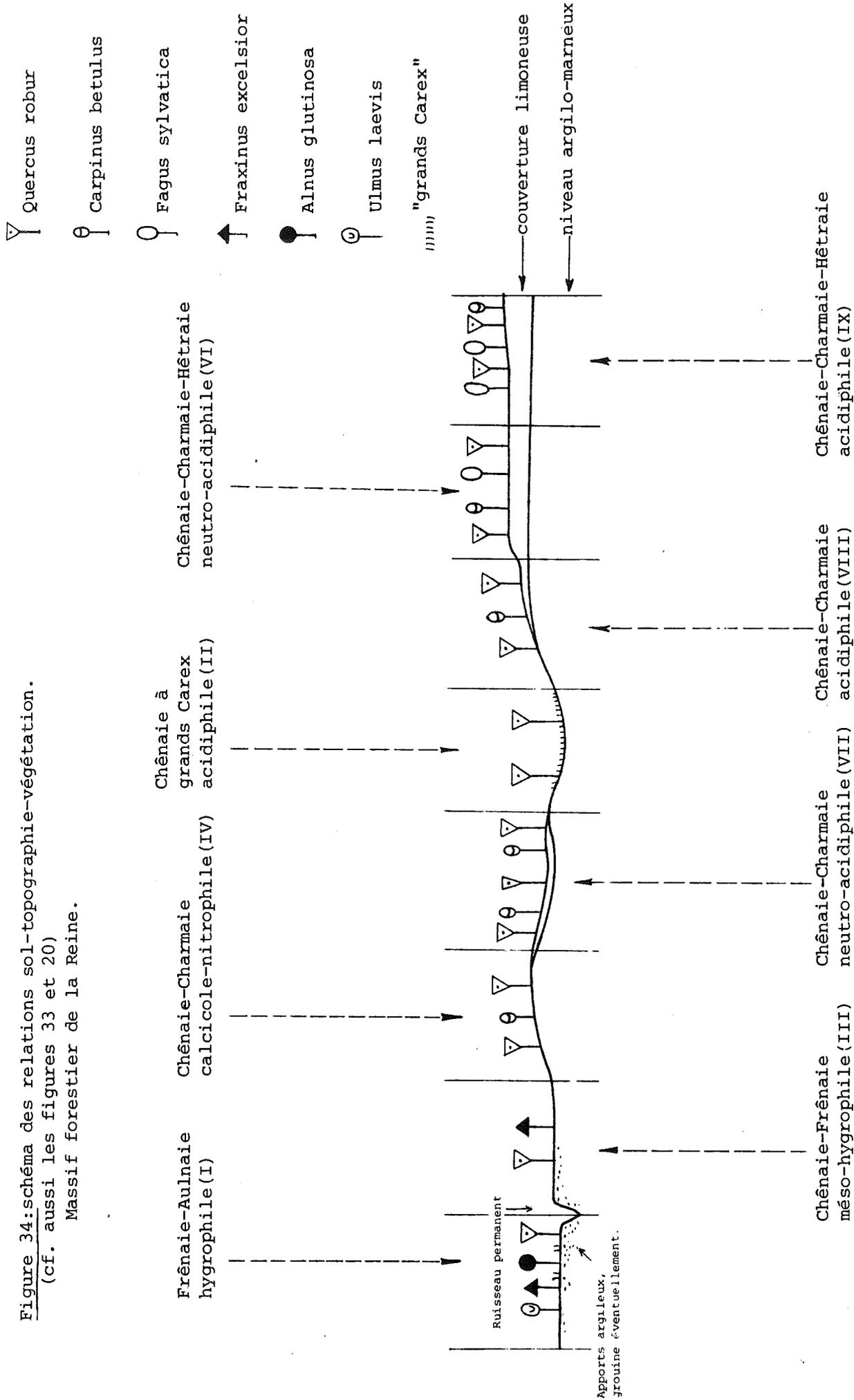
Les résultats acquis au cours de ce chapitre sont rassemblés à la figure 33.

A l'issue de cette première partie où ont été définies les stations du Massif forestier de la Reine, nous retiendrons que la variabilité du milieu est essentiellement conditionnée :

- par la topographie : les zones les plus confinées, donc les plus humides (stations I, II, III) représentent des milieux originaux ; parmi les milieux mésophiles, des nuances de topographie induisent des variations sensibles (différenciation des stations VII et VIII)
- par l'épaisseur de la couverture limoneuse : celle-ci peut être :
  - \* absente (station I à IV)
  - \* plutôt superficielle (station VII et VIII), auquel cas se manifestent des phénomènes d'hydromorphie du fait de la faible profondeur du plancher marneux.
  - \* plus profonde (station VI et IX), en même temps qu'en position plutôt sommitale : les phénomènes d'hydromorphie sont très atténués.



Figure 34: schéma des relations sol-topographie-végétation.  
 (cf. aussi les figures 33 et 20)  
 Massif forestier de la Reine.



TROISIEME PARTIE :

COMPARAISON PHYTO-ECOLOGIQUE  
AVEC LES FORETS WOEVROISES .

## 1. Préliminaires :

### 11. Prolongements possibles de l'étude des stations du Massif de la Reine :

Nous rappelons ici que ce travail s'inscrit dans le cadre d'un inventaire des stations en forêt Woëvroise. Cet inventaire devra aboutir à l'élaboration d'un catalogue des stations forestières de cette région naturelle.

Le catalogue des stations forestières, dans la conception définie par le C.N.R.F., est un document comprenant :

- une description complète des stations (floristique, pédologique, géomorphologique...), y compris, dans la mesure du possible, leurs potentialités forestières.
- une sélection de critères phyto-écologiques simples, nécessaires et suffisants à l'identification des stations, et à leur cartographie.

L'aire de validité d'un tel catalogue est la "région écologique" qui doit répondre à des critères d'homogénéité relative (macroclimat, lithologie). La nécessité de travailler dans une aire bien définie s'impose pour plusieurs raisons. En effet, en travaillant à échelle trop étendue se posent des problèmes :

- de phytogéographie et de chorologie : un certain nombre d'espèces (et en particulier des espèces indicatrices) peuvent être absentes du territoire étudié.
- d'existence d'écotypes : la présence de certaines espèces peut avoir une signification différente suivant les endroits
- de compensation de facteurs (le climat pouvant par exemple compenser d'autres facteurs comme l'alimentation en eau).

La région naturelle de la Woëvre au sens où nous l'entendons ici, et ses critères d'homogénéité seront évoqués en Annexe N°1.

### 12. Démarche abordée :

Le but de l'étude exposée dans ce chapitre est de "tester" la typologie stationnelle définie dans le massif de la Reine dans le contexte de la Woëvre, et de voir en particulier si elle constitue une bonne forêt échantillon (ou "forêt-pilote", cf. NUSSBAUM, 1974).

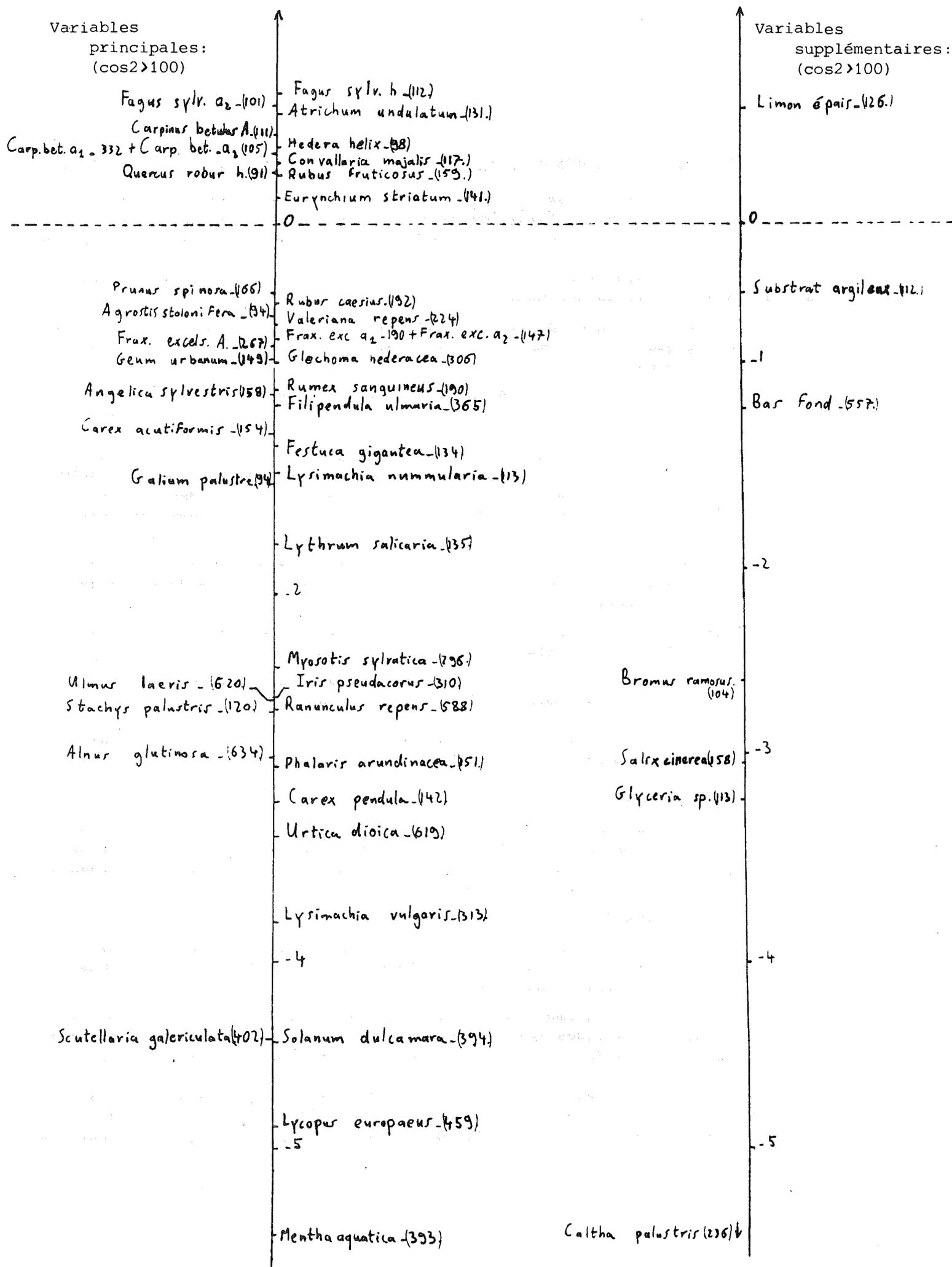
La démarche consiste à confronter :

- d'une part un ensemble de relevés phyto-écologiques effectués dans différentes forêts de la Woëvre (hors massif de la Reine) et que nous appellerons "Relevés à analyser".
- d'autre part un ensemble de relevés phyto-écologiques choisis parmi les plus caractéristiques des différentes unités stationnelles définies dans le Massif de la Reine, et que nous appellerons "Relevés de référence".

Les relevés représentatifs des différentes forêts Woëvroises (qui seront donc les relevés de "l'inventaire Woëvre") ont été dressés par TIMBAL (saison 1979). Nous avons participé à cette campagne de terrain pour une

.../...

Figure 35: Axe 1 - (Woèvre 2ème analyse)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des  $\cos^2$ )

trentaine de relevés effectués dans la Woëvre Nord.

- "subjectif" :  
 \* de manière à couvrir l'ensemble de la zone d'étude.  
 \* sur le terrain, de manière à faire ressortir la plus grande gamme observable dans la variabilité du milieu.

Pour effectuer le dépouillement le plus objectif possible de ces données, nous avons choisi de les traiter au moyen de l'analyse factorielle des correspondances. Mais la démarche est différente de celle effectuée pour le Massif de la Reine : il ne s'agit plus de définir des stations et des groupes écologiques, mais de tester globalement dans ce nouveau contexte, le découpage écologique adopté précédemment, et éventuellement, recueillir des informations pour le compléter.

L'ensemble des données utilisées dans cette étude se répartissent finalement ainsi :

- 77 "relevés à analyser" ; l'annexe 1 fournit des indications sur leur répartition géographique.
- 75 relevés du Massif de la Reine, choisis au vu du tableau phyto-écologique et se répartissant ainsi dans les différentes unités stationnelles :

|                   |     |      |       |        |       |      |      |       |        |      |
|-------------------|-----|------|-------|--------|-------|------|------|-------|--------|------|
| Type de station   | : I | : II | : III | : IV-1 | : IV2 | : V  | : VI | : VII | : VIII | : IX |
| Nombre de relevés | : 5 | : 5  | : 10  | : 5    | : 5   | : 10 | : 10 | : 10  | : 10   | : 10 |

2. Etude des relevés de l'inventaire Woëvre :

21. Traitement du fichier complet :

211. Mise en oeuvre  
.....

Les relevés extraits du fichier du Massif de la Reine ont conservé leur numéro d'origine (compris entre 1 et 378). Les relevés de l'inventaire Woëvre ont été numérotés de 401 à 477 (numérotation continue). Le plan carte utilisé pour cette analyse est exposé en annexe N°3. Proche de celui utilisé lors des deux précédentes analyses, le recodage des relevés de référence n'a pas été nécessaire, tout au moins pour les espèces. Les données écologiques ont été condensées de manière à s'homogénéiser avec les observations effectuées lors des relevés de l'inventaire Woëvre.

Les 152 relevés ont été traités simultanément avec le programme "ANALY" de la station de biométrie.

212. Résultats :  
.....

Pourcentages explicatifs des 7 premiers axes factoriels :

Axe : 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : Total

% : 9,9: 6,1 : 5,2 : 3,7 : 3,4 : 2,8 : 2,7 : 33,8

Les groupes écologiques mentionnés ici et identifiés par des lettres sont ceux mis en évidence dans le Massif de la Reine (1ère partie, chapitre 1).

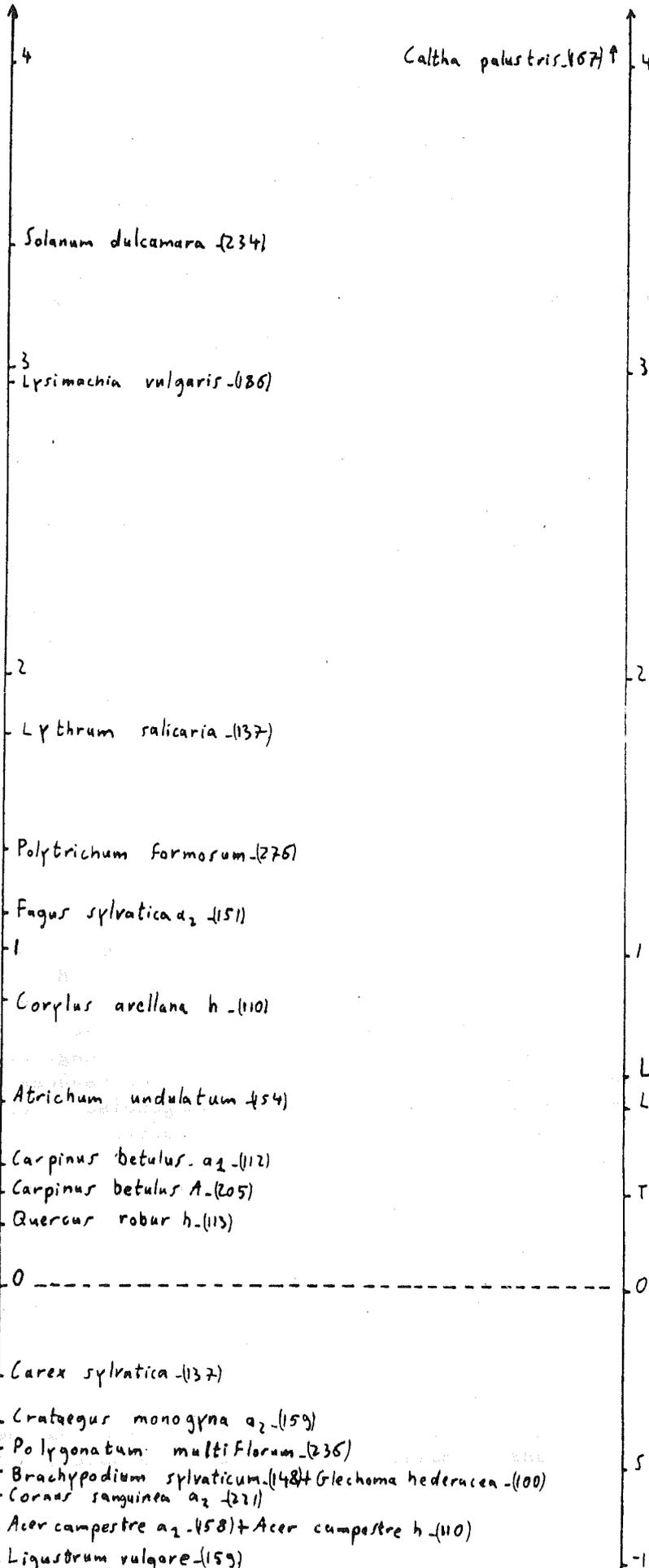
Figure 36: Axe 2 (Woëvre 1ère analyse)

Variables

principales:  
(cos2 > 95)

*Caltha palustris* (457) ↑

Variables  
supplémentaires:  
(cos2 > 100)



*Limon épais* (199)

*Limon = (30cm maxi)/argile* (126)

T5F (123)

Substrat argileux (135)

(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos2)

a) L'axe 1 (figure 35)

Il fait ressortir de manière prépondérante le facteur humidité (plus encore que sur l'axe 1 - Reine lère analyse). A proximité de la variable "Bas fond", entre *Agrostis stolonifera* et *Mentha aquatica* à l'extrémité apparaissent plus d'une vingtaine d'espèces hygrophiles : le groupe A est représenté dans sa quasi-totalité, avec quelques espèces nouvelles. En face de "substrat marneux" se positionnent des espèces du sous-groupe B3 (calcicoles-nitrophiles). Sur le côté positif se rassemblent un certain nombre d'espèces fuyant l'excès d'humidité : *Carpinus betulus*, *Eurychium striatum* mais surtout *Fagus sylvatica*.

b) L'axe 2 (figure 36)

Il oppose essentiellement :

- d'une part, côté négatif, les milieux sur argile et marne (Variable : "Substrat argileux", en compagnie de certaines espèces du groupe des calcicoles-nitrophiles).
- d'autre part, côté positif, ce sont plutôt des espèces des limons (au niveau des variables "Limons épais" et "Limons=30 cm maxi/argile" : *Atrichum undulatum*, *Fagus sylvatica*, *Polytrichum formosum*).

La présence de quelques hygrophiles à l'extrémité positive n'autorise pas d'interprétation plus globale de cet axe.

c) Le plan 1-2 (figure 37 et figure 38)

Le nuage des relevés et des espèces a l'allure générale d'une parabole : ce phénomène particulier à l'analyse factorielle des correspondances est connu sous le nom d'"effet GUTTMAN", il traduit la prépondérance du facteur de l'axe 1 sur tous les autres (ce qui est également perceptible par le "décrochement" existant entre les pourcentages explicatifs des axes 1 et 2). Dans un tel cas de figure, le facteur 1 s'exprime le long du "parcours parabolique", et le facteur 2 perd souvent toute signification réelle.

- dans le plan des espèces, les hygrophiles occupent la plus grande partie de la branche de parabole du côté de l'axe 1 négatif. Vers le sommet se trouvent les plantes des milieux frais et argileux, et sur l'autre branche de parabole, de taille plus réduite, se rassemblent de nombreuses espèces des milieux mésophiles. Le schéma d'ensemble est celui exprimé par l'axe 1. La présence d'hygrophiles à l'extrémité de l'axe 2 s'explique par la forme particulière du nuage (projection des deux extrémités de la parabole sur l'axe 2).
- le plan des relevés montre le faible nombre et la grande dispersion des relevés sur la "branche hygrophile" de la parabole. Les relevés de référence situés à ce niveau se rapportent tous au type I ; vers le sommet de la courbe se trouvent des relevés des types III et IV, puis ceux enfin des types V à IX vers l'autre extrémité : la densité des relevés dans cette zone n'autorise pas de découpage plus fin. Vers le foyer de la parabole s'individualise le type II : cette position particulière est due au mélange de flore hygrophile et acidiphile se manifestant dans ces milieux (chacune de ces deux composantes floristiques est isolée sur chaque branche de la courbe, d'où cette position médiane).

L'interprétation du plan 1-2 fait donc ressortir la prépondérance du facteur humidité dans l'ensemble des relevés ici traités.

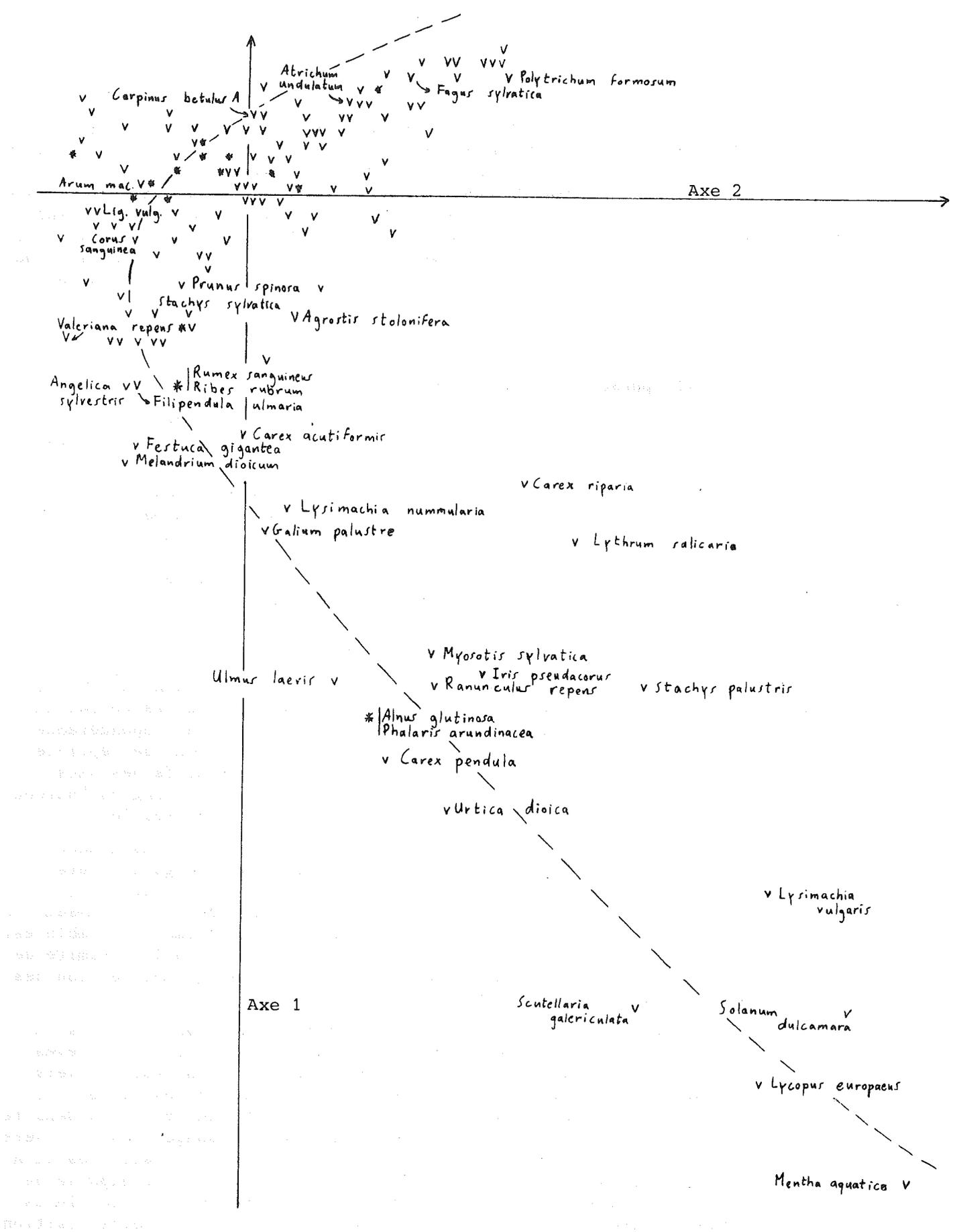


Figure 37: Plan 1-2 des espèces (Woëvre 1ère analyse)

v espèce  
 \* points confondus

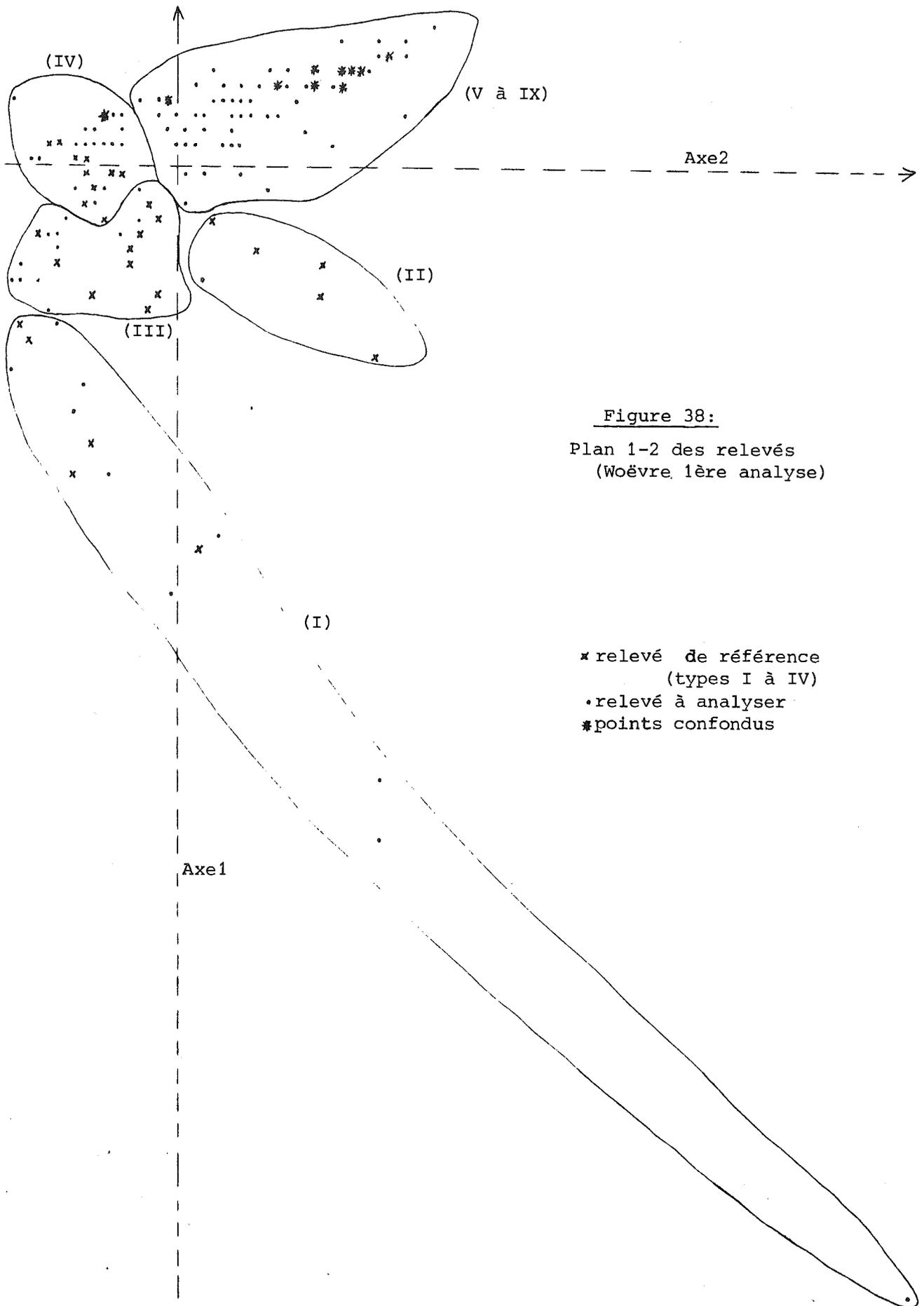
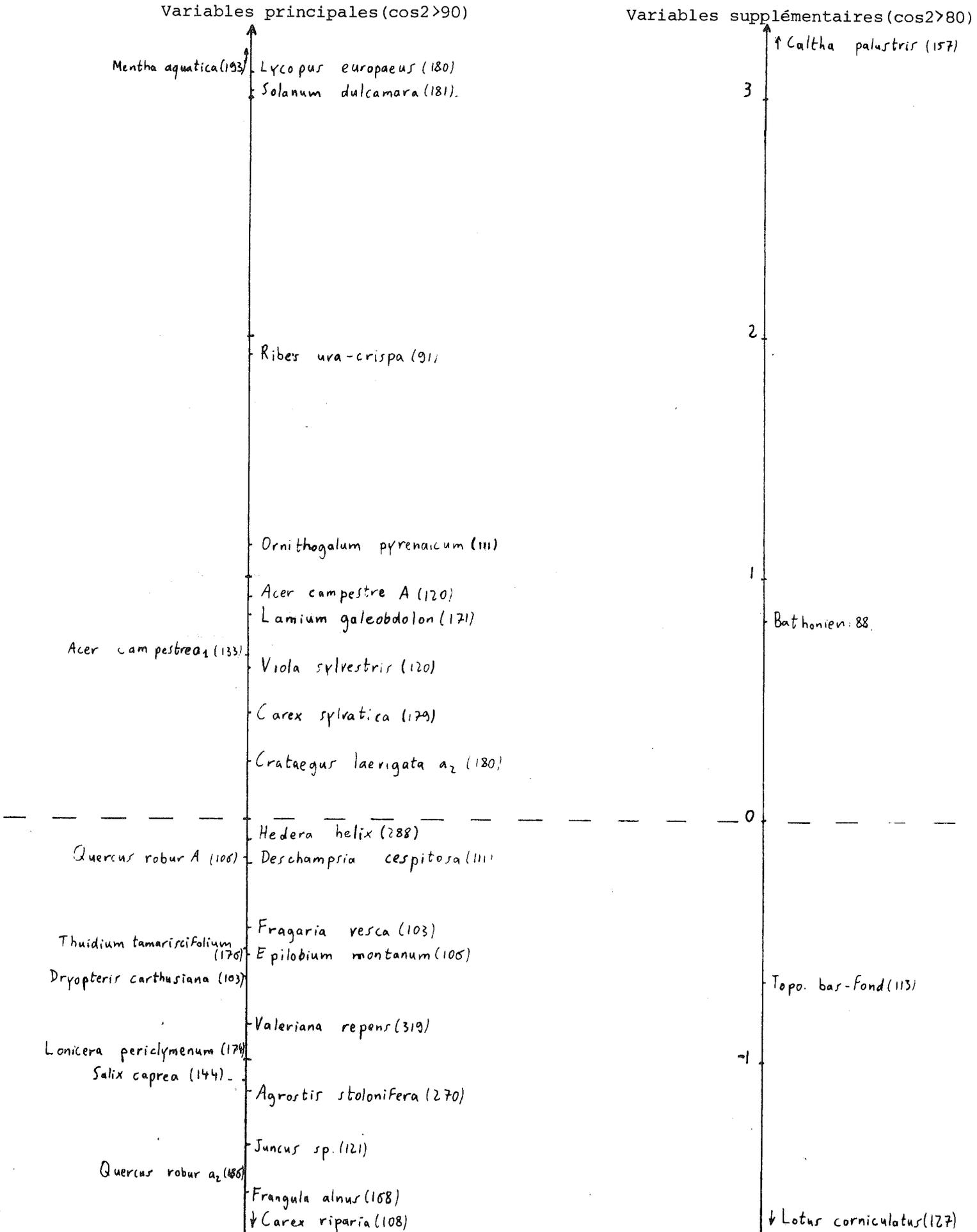


Figure 38:

Plan 1-2 des relevés  
(Woëvre, 1ère analyse)

- \* relevé de référence  
(types I à IV)
- relevé à analyser
- \* points confondus

Figure 39: Axe 3 (Woëvre-1ère analyse)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos²)

d) L'axe 3 (figure 39), le plan 1-3 (non représenté)

Côté positif apparaissent quelques calcicoles (dont *Ornithogalum pyrenaicum*, *Acer campestre*), en face de la variable "Bathonien".

Vers l'extrémité négative se trouvent des hygrophiles, accompagnées de *Lonicera periclymenum* (acidiphile). De fait, cet axe isole des relevés du type II, ce qui est également visible sur le plan 1-3 (mais de manière moins nette que sur le plan 1-2, où le type II est bien cerné).

Quoiqu'il en soit, l'axe 3 exprime un gradient d'humidité associé à l'acidité du milieu.

e). L'axe 4 (non représenté).

Il regroupe en face de la variable "limon épais" quelques espèces susceptibles d'être rencontrées dans certains faciès à hêtre - (*Dryopteris filix mas*, *Asperula odorata*, *Prunus avium*). Toutefois, cet axe d'allure globale assez composite ne nous a pas paru apporter beaucoup plus de renseignements.

Les axes d'ordre supérieur à 4 n'ont pas semblé interprétables.

f) Conclusion après la 1ère analyse :

Les conclusions que nous tirerons ici seront du même ordre que celles exposées après la 1ère analyse du Massif de la Reine. Il apparaît que la prépondérance du facteur humidité masque beaucoup l'influence des autres facteurs écologiques, qui ressortent toutefois de manière sous-jacente.

En outre, l'importance prise ici par ce facteur humidité (effet GUTTMAN) nécessite de procéder à une 2ème analyse afin de pouvoir compléter l'interprétation du milieu.

22. Traitement du fichier partiel :

221. Mise en oeuvre :

Pour créer le nouveau fichier, on a retiré des relevés des faciès les plus humides (de façon analogue à ce qui a été opéré dans l'étude phytocéologique du massif de la Reine). Soit :

- 15 et 6 relevés respectivement assimilables aux types I et II
- également 5 relevés de référence du type III

Le nouveau fichier comprenait donc 126 relevés. Le plan de carte, légèrement modifié quant à la nature des variables, figure en annexe 3.

222. Résultats

Valeurs propres des axes :

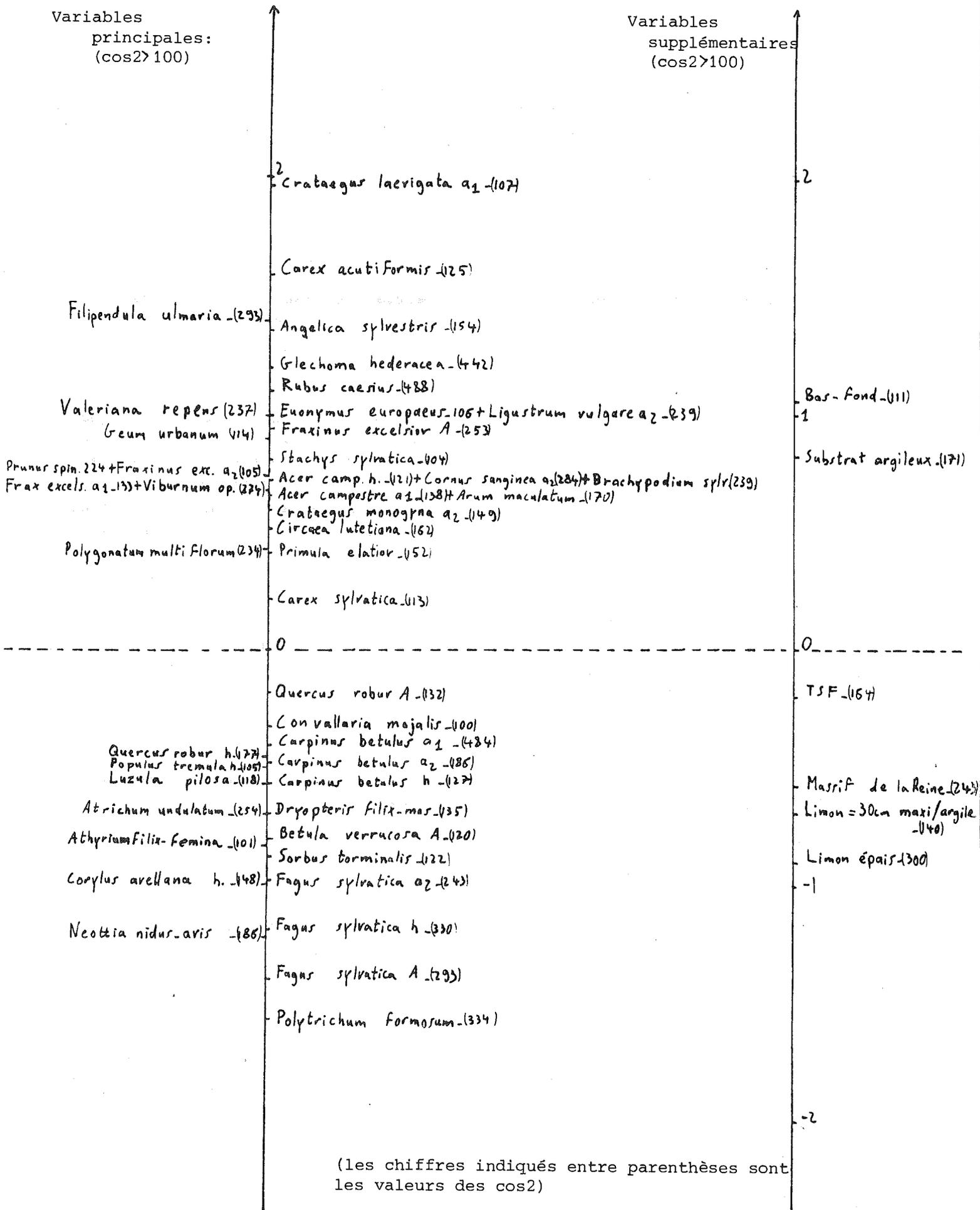
| Axe | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | Total |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| %   | 8,4 | 5,6 | 4,6 | 4,3 | 3,2 | 3,1 | 2,8 | 32,0  |

a) L'axe 1 (figure 40)

Dans le sens positif-négatif se succèdent :

- encore quelques hygrophiles ( à proximité de la variable "Bas fond")
- un grand nombre d'espèces du groupe B des calcicoles-nitrophiles (en face de la variable "substrat marneux").

Figure 40: Axe 1 (Woèvre-2ème analyse)



- des plantes des limons ("Limon épais" et "Limon = 30 cm maxi/argile"). La variable "Massif de la Reine" existant à niveau suggère que ce type de milieu est surtout représenté dans les relevés de référence.

Cet axe associe un gradient d'acidité et un gradient d'humidité allant dans le sens contraire.

b) L'axe 2 (figure 41).

- Côté positif, un mélange d'acidiphiles et d'hygrophiles (variable "Bas fond" à ce niveau).
- Côté négatif, ce sont plutôt des calcicoles qui apparaissent. (variable "Bathonien").

Ici, acidité et humidité vont dans le même sens.

c) Le plan 1-2 (figure 42 et 43).

Le plan 1-2 des espèces fait ressortir 3 pôles, également perceptibles sur le plan 1-2 des relevés.

- un pôle "humidité" (correspondant aux milieux du type III) avec des espèces du groupe A des hygrophiles.
- un pôle "calcique" (à rapprocher du type IV-1) où se manifestent des espèces du groupe B.
- un "pôle limons" (espèces du groupe D) où s'individualisent aussi des acidiphiles (groupe F). Il correspond aux milieux s'identifiant aux types V à IX.

Le mélange de flore acidiphile et hygrophile constaté à l'extrémité positive de l'axe 2 n'est effectif que dans 4 relevés à analyser (que nous avons considérés comme intermédiaires entre les types II et VII).

d) L'axe 3 (non représenté)

Il n'a pas de signification écologique précise. Nous avons interprété son existence par le fait que globalement, certaines espèces avaient été beaucoup plus fréquemment observées hors du massif de la Reine : c'est ainsi que l'on trouve du côté négatif : *Quercus petraea*, *Prunus avium*, *Acer pseudoplatanus*, *Asperula odorata*, du côté positif se positionne la variable "Massif de la Reine", ce qui renforce cette hypothèse.

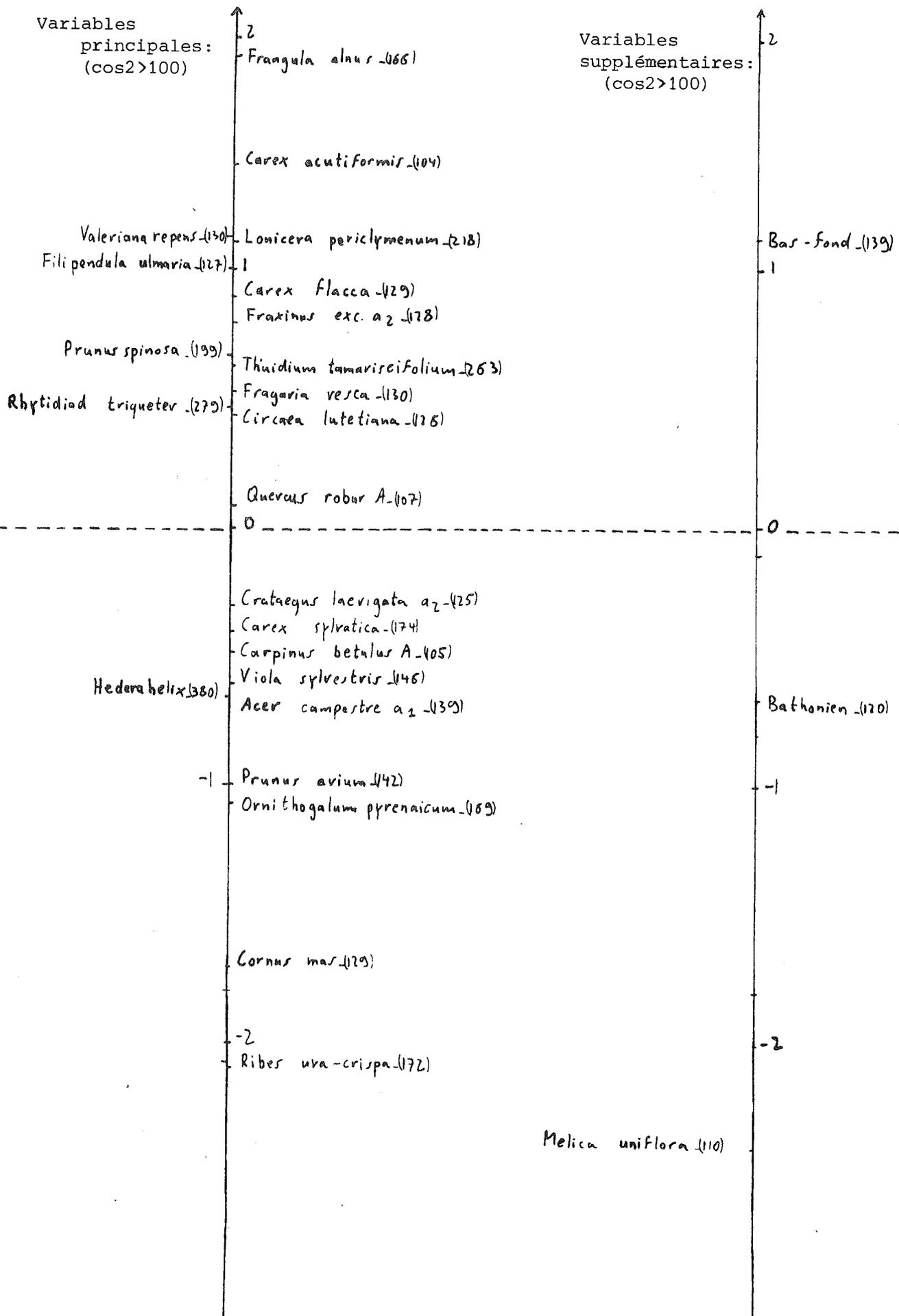
e) L'axe 4 (figure 44) ; le plan 1-4 (figure 45 - 46).

Il est intéressant de constater que la variable "Limon épais" apparaît du côté positif de l'axe 4. L'observation conjointe de l'axe et du plan 1-4 des espèces (figure 45) permet de mieux saisir ce qu'il représente. La projection simultanée d'un "nuage" d'hygrophiles (côté axe 1 positif) et d'espèces des faciès à hêtre (côté axe 1 négatif) explique le mélange d'espèces que l'on constate sur la partie positive de l'axe 4. L'agencement du plan 1-4 des relevés est intéressant : côté axe 1 négatif, le nuage des milieux sur limons est particulièrement bien "éclaté", en particulier avec l'isolement des faciès à hêtre (type VI et IX côté axe 4 positif) ; côté axe 1 positif, par contre, les relevés des types III et IV sont relativement mélangés.

Les axes d'ordre supérieur à 4 n'ont pas pu faire l'objet d'interprétation.

.../...

Figure 41: Axe 2 (Woëvre-2ème analyse)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos2)

Figure 42: Plan 1-2 (Woëvre 2ème analyse)

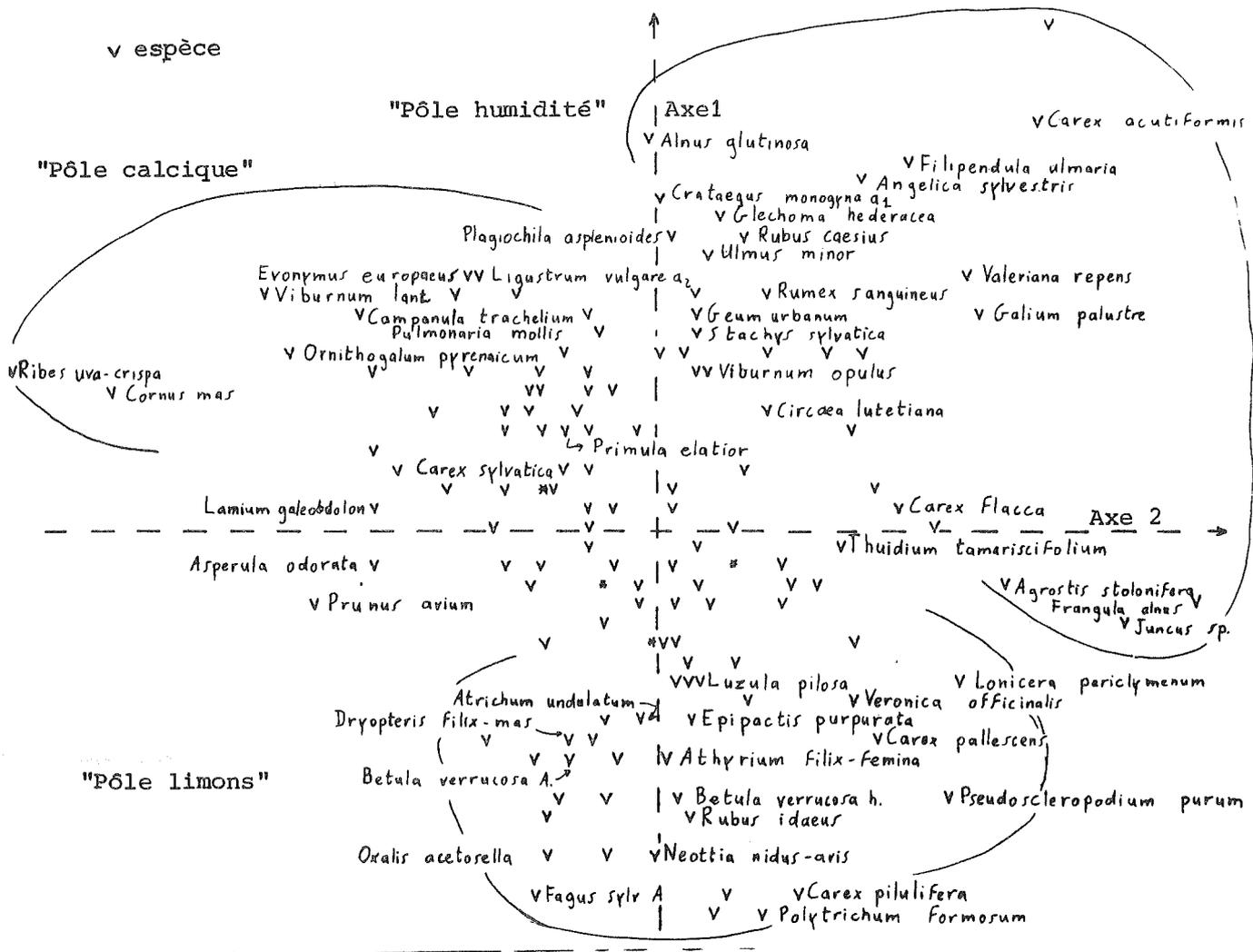


Figure 43:  
Plan 1-2 des relevés  
(Woëvre 2ème analyse)

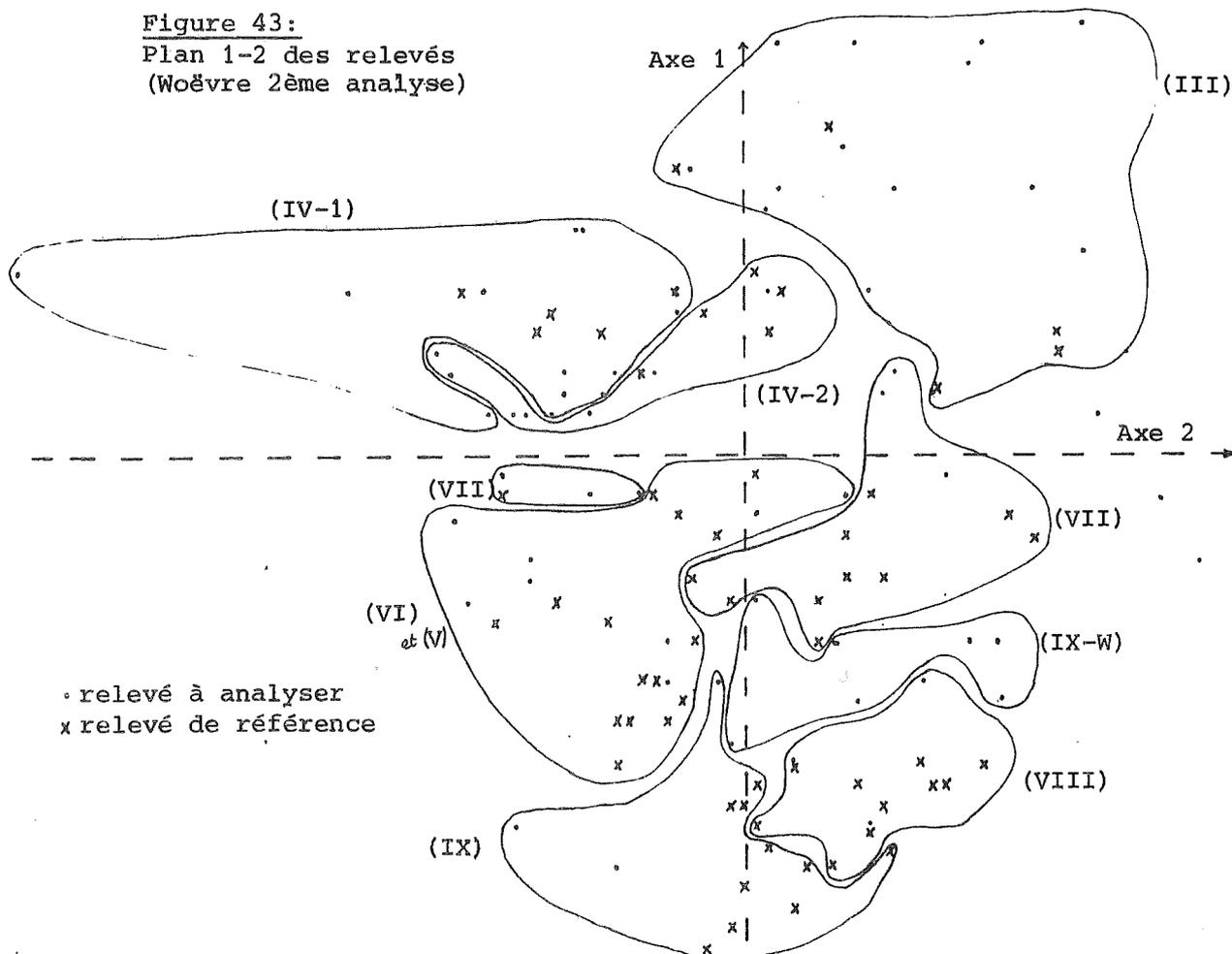
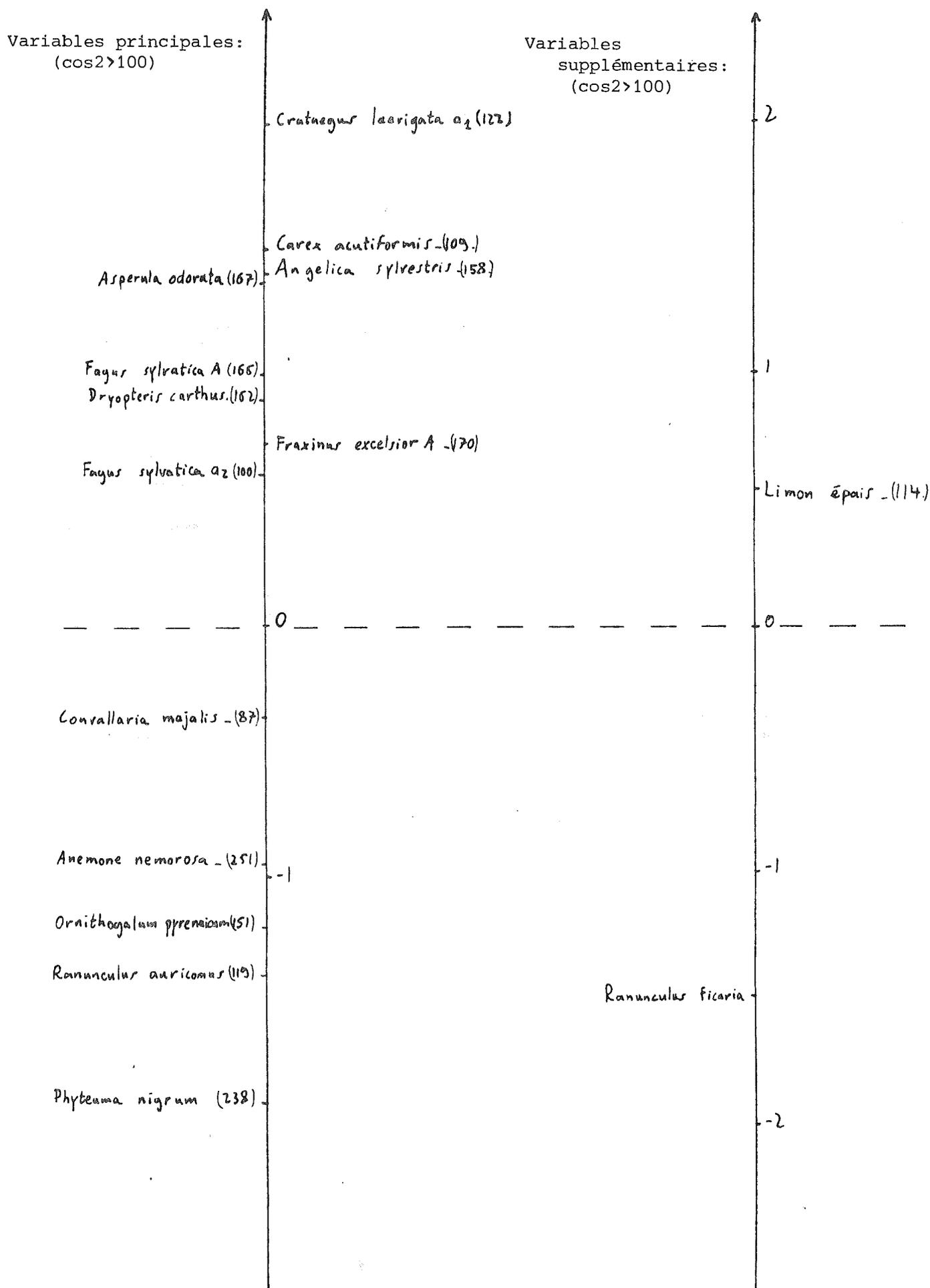


Figure 44: Axe 4 (Woëvre-2ème analyse)



(les chiffres indiqués entre parenthèses sont les valeurs des cos<sup>2</sup>)

f) Conclusions à tirer des deux analyses :

Les gradients écologiques mis en évidence dans ces deux analyses présentent de grandes analogies avec ceux appréhendés dans l'étude du Massif de la Reine (humidité, acidité, épaisseur des limons...). Le fait qu'ils ne se manifestent pas tout à fait de la même façon est surtout dû à une représentativité différente des milieux dans le fichier que nous avons traité ici. En particulier, les milieux humides paraissent être proportionnellement mieux représentés.

Dans l'ensemble, les groupes d'espèces indicatrices des facteurs du milieu sont assez similaires à ceux mis en évidence dans la première partie. Toutefois apparaissent çà et là quelques espèces nouvelles.

Il n'y a pas de relevés ou de groupes de relevés qui se soient particulièrement distingués des relevés "de référence" : en effet l'examen des plans factoriels les mieux interprétables montre que relevés "à analyser" et relevés "de référence" s'intègrent entre eux de manière homogène. On pourra relever quelques rares exceptions, comme les trois relevés qui s'isolent à l'extrémité "humide" de la parabole du plan 1-2 (1ère analyse).

De manière globale, ces constatations tendent à confirmer l'homogénéité du milieu d'étude, tant au point de vue stationnel que floristique. Il reste maintenant à affiner ces résultats, et voir en particulier si le découpage en types de station et groupes d'espèces reste valable, et s'il s'agence bien selon les critères écologiques retenus ici. Cette phase de travail sera réalisée lors de la construction des tableaux phyto-écologiques.

23. Construction de tableaux phyto-écologiques :

231. Procédé :

Nous avons préféré présenter ici des tableaux séparés relatifs à chaque grand type de milieu plutôt qu'un nouveau tableau "diagonalisé" : ils permettent de mieux détailler les différences floristiques existant à l'intérieur de gammes bien distinctes. Le découpage suivant a été retenu :

- milieux humides
- milieux mésophiles : \* pélosols (substrat marneux).  
\* limon/argile

soit au total trois tableaux. Leur schéma de construction peut se résumer ainsi:

- les relevés de référence du Massif de la Reine ont été identifiés sur tous les plans factoriels susceptibles d'apporter des renseignements intéressants.
- les relevés à analyser ont été autant que possible classés d'après cette typologie grâce à un découpage direct sur les plans factoriels des relevés.
- des retouches concernant le classement des relevés ont été apportées ultérieurement lors de la construction de ces tableaux, en tenant compte aussi bien de l'homogénéité floristique que de celle des critères édaphiques observés sur le terrain.

Figure 45:  
Plan 1-4 des espèces  
(Woëvre 2ème analyse)

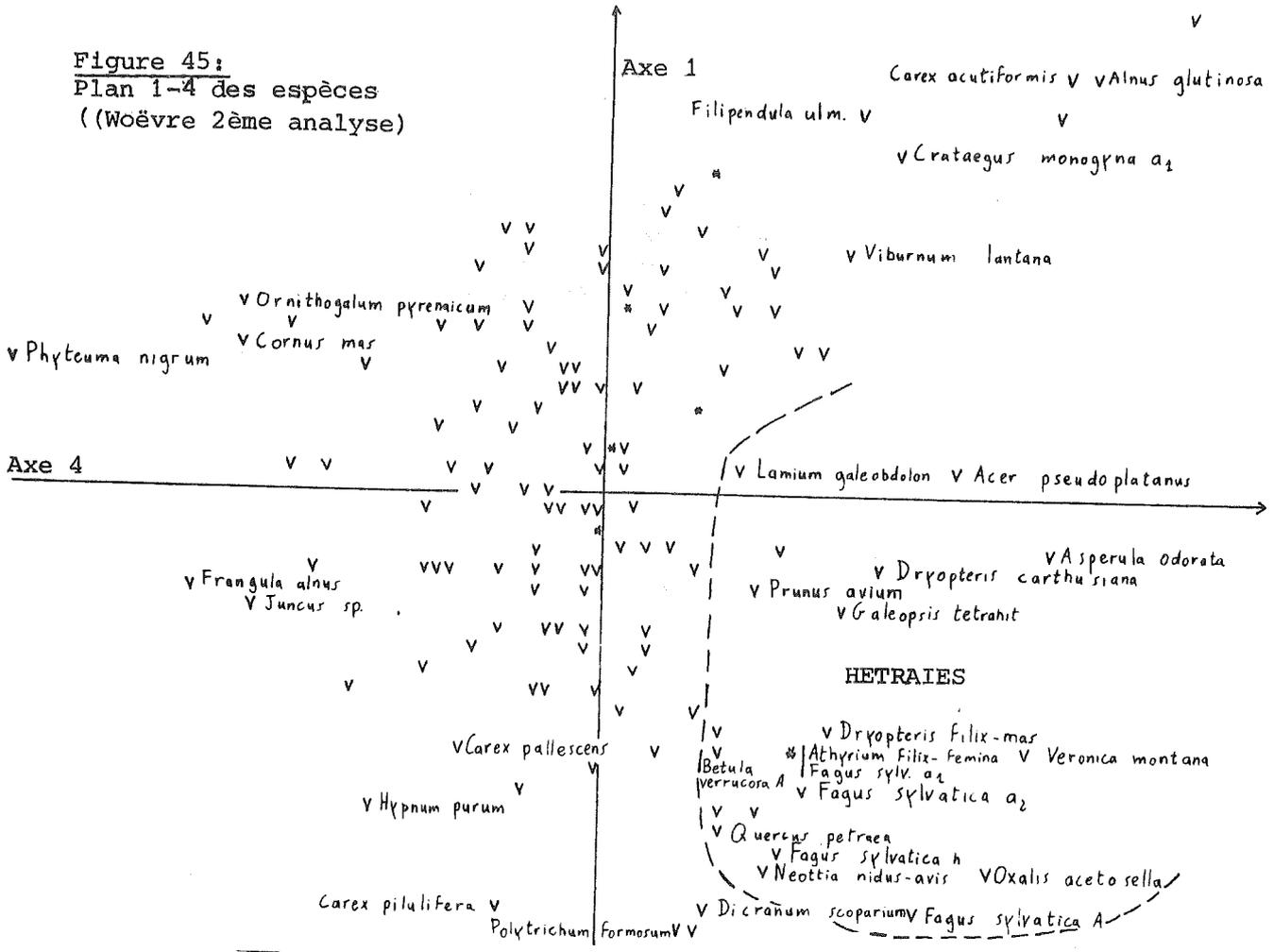
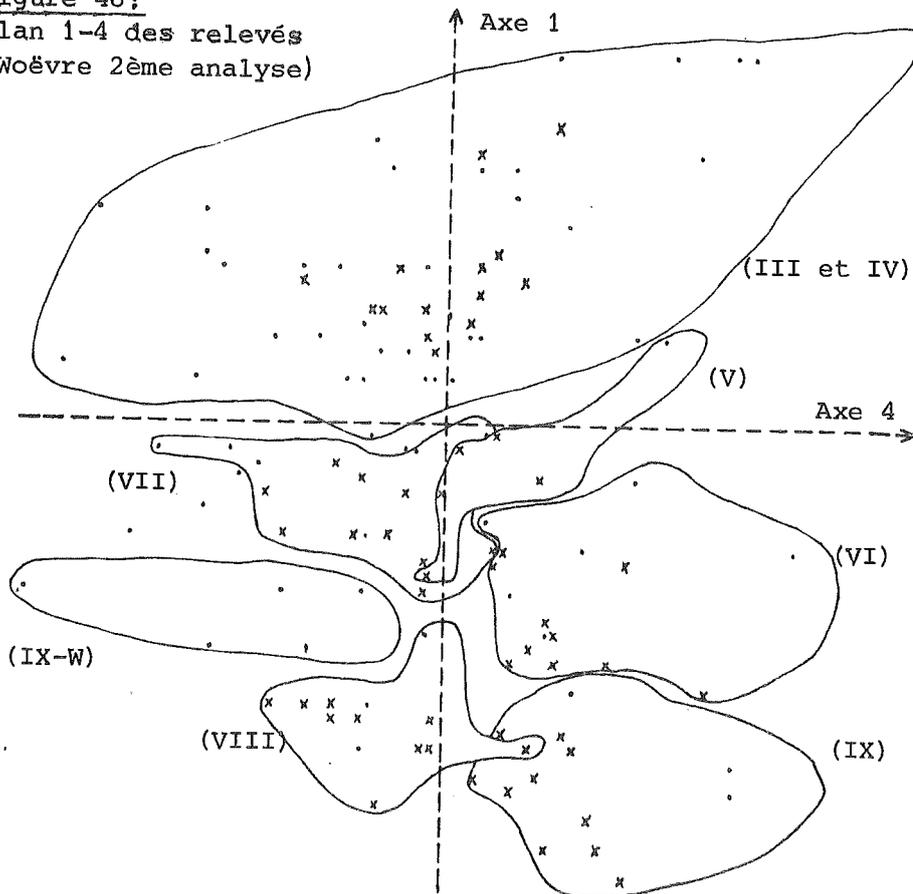


Figure 46:  
Plan 1-4 des relevés  
(Woëvre 2ème analyse)



• relevé à analyser

x relevé de référence

- les espèces ont été choisies dans un premier temps suivant l'ordonnement en groupes écologiques mis en évidence pour le Massif de la Reine. Ce découpage a été remodelé pour aboutir à la présentation définitive de chacun des tableaux.

A ces relevés de l'inventaire Woëvre ont été rajoutés à titre de référence d'autres relevés, effectués par DUVIGNEAUD (1959) en forêt du Mont-Dieu et par VANDEN BERGHEN et MULLENDERS (1957) sur la "caténa" de Corniéville (des précisions supplémentaires concernant ces relevés sont apportées en annexe N°3) Nous soulignons que ces relevés n'ont pas participé aux analyses précédentes.

232. Répartition des relevés (cf. figure 38,43 et 46).

- Milieux humides : le plan 1-2 (1ère analyse) permet d'identifier aisément les types I et II. Le plan 1-2 (2ème analyse) isole le type III par rapport au type IV.
- Pélosols : le type IV est mis en relief sur le plan 1-2 (2ème analyse) et on y distingue les sous-types IV-1 et IV-2.
- Limon/argile : le plan 1-2 (2ème analyse), mais surtout le plan 1-4 (2ème analyse) permettent de mettre en évidence les groupes de relevés s'identifiant aux types V à IX. Un groupe de relevés à part, se positionnant dans les deux cas entre les "nuages" VII et VIII a été mis à part.

La répartition finale des 77 relevés de l'inventaire Woëvre par rapport à la typologie adoptée dans le Massif de la Reine est la suivante :

| Types             | I | II | III | IV-1 | IV-2 | V | VI | VII | VIII | IX | Relevés intermédiaires ou peu typiques. |
|-------------------|---|----|-----|------|------|---|----|-----|------|----|-----------------------------------------|
| Nombre de relevés | 9 | 1  | 13  | 12   | 8    | 1 | 9  | 6   | 3    | 3  | 12                                      |

On notera :

- que l'inventaire Woëvre a au moins couvert toute la typologie de référence.
- que la quantité résiduelle de relevés est faible.
- que les milieux humides sont les plus échantillonnés, ce qui tient en grande partie à la nature "subjective" de cet inventaire.

3. Commentaires sur les stations de la Woëvre :

Remarques préliminaires :

- les nouveaux types de station dont nous parlerons dans ce paragraphe seront désignés par la lettre W suivi d'un chiffre arabe (Ex.W1)
- une variante d'un type de station de la Reine sera désignée par le numéro d'identité de cette station suivi de la lettre W (Ex.:III-W).

.../...

31. Les milieux humides : (cf. tableau phyto-écologique N°2)

- W1 - La forêt inondable à grands Carex : (identité phytosociologique : *Alnetum glutinosae caricetosum ripariae*). Ce type de milieu original a été mis en évidence dans la forêt du Mont-Dieu par DUVIGNEAUD (1959). Il s'agit d'un peuplement clair (futaie : *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, cèpées d'*Alnus glutinosa*), surmontant une prairie dense à *Carex riparia*. Cette prairie occupe souvent plus de la moitié de la strate herbacée, dans laquelle on note la présence quasiment exclusive des hygrophiles.

Ces forêts sont inondées pendant tout l'hiver et une bonne partie du printemps, (la lame d'eau atteint facilement plus de 10 cm). Une litière épaisse recouvre un sol de type gley : l'horizon de gley oxydé commence à moins de 10 cm de la surface, la nappe permanente avec horizon de gley réduit n'apparaît cependant que vers 125 cm ; l'ensemble du profil a une texture à dominance argileuse, le pH en surface est de l'ordre de 6.

La forêt inondable à grands Carex représente le faciès forestier le plus humide abordé dans cette étude, et reste néanmoins rare et localisée (Elle n'a pas été formellement mise en évidence dans la Woëvre proprement dite). En effet, les endroits où elle est susceptible de se développer (dans le cas précis : zone très déprimée en bordure d'une petite rivière, la Bar) ont presque toujours été déboisés.

- I : Frênaie-aulnaie hygrophile : bien échantillonné dans l'inventaire Woëvre, ce type de station est à rapprocher de la "Frênaie-aulnaie de plaine alluviale" décrite par DUVIGNEAUD (1959) en forêt du Mont-Dieu (identité phytosociologique : *Pruneto-Fraxinetum subatlanticum*). Les profils décrits par cet auteur mettent en évidence :

- . une texture à dominance argileuse.
- . un horizon marmorisé épais apparaissant entre 10 et 20 cm de profondeur, absence de nappe permanente, au moins sur les 130 premiers cm du profil.
- . pH de l'ordre de 6 en surface.

Ce type de profil présente des similitudes avec ceux décrits en position analogue dans le massif de la Reine (Pélosol à pseudogley).

- \* une variante (I-W) est apparue lors de la construction du tableau phyto-écologique des milieux humides. Elle doit être considérée comme intermédiaire entre les types W-1 et I : elle a en commun avec le type W-1 des hygrophiles à répartition très étroite (*Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, etc...) mais par contre la présence d'un certain nombre d'espèces des groupes neutrophiles et calcicoles-nitrophiles l'en distingue.

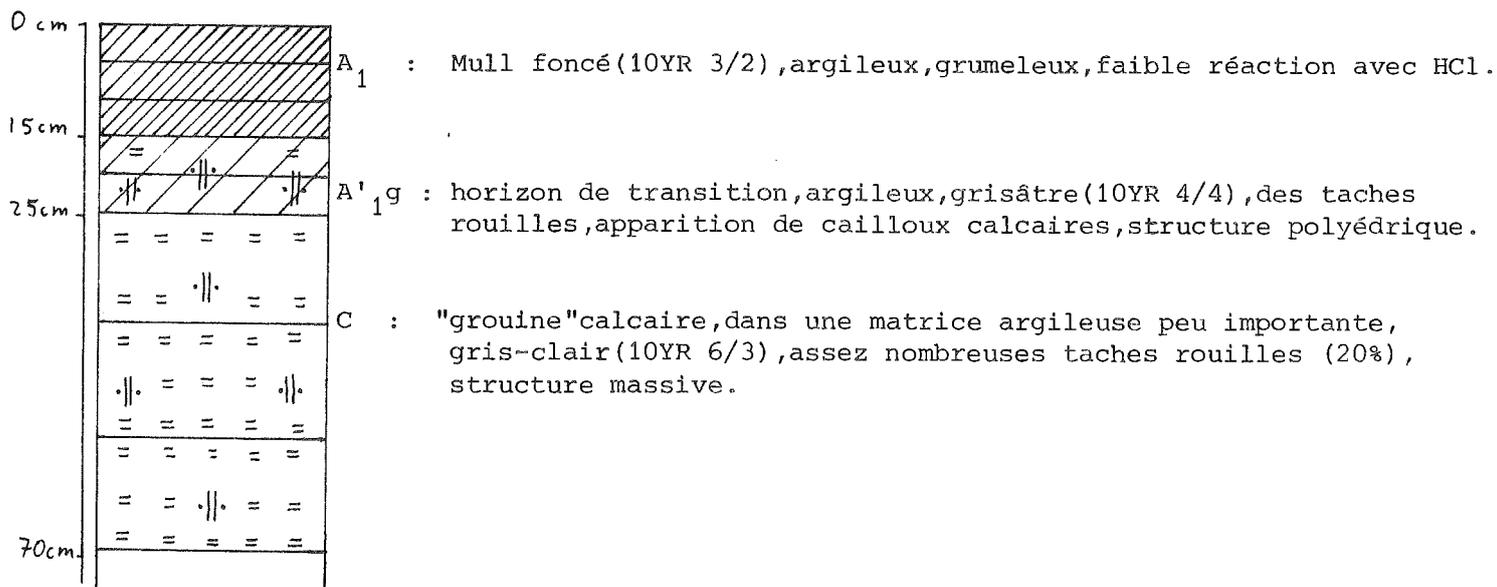
Il s'agit de formations assez fermées (rareté des "grands Carex"), à proximité immédiate de petits ruisseaux permanents dans la quasi-totalité des cas. (cf. le profil de la figure 27, placette N°378 du Massif de la Reine, se rattachant à ce sous-type). C'est en tout cas une variante plus humide du type I : *Carpinus betulus* notamment y disparaît complètement.

Figure N° 47:

Type de sol : SOL ALLUVIAL CARBONATE

Type de station : W2-Forêt humide sur alluvions calcaires.

Localisation : Placette N° 381-(Forêt communale de Lagney, parcelle 2)



| Horizon | profondeur de prélev | Mat org o/o | C o/o | N o/o | C/N  | pH  | Ca (1) | K (1) | Mg (1) | T (1) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o/o | S/T  |
|---------|----------------------|-------------|-------|-------|------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------------------------------|------|
| A1      | 5cm                  | 13,35       | 7,76  | 0,81  | 9,55 | 7,5 | 58,6   | 0,852 | 2,33   | 49,5  | 0,09                              | sat. |
|         |                      |             |       |       |      |     |        |       |        |       |                                   |      |

| Horizon | profondeur de prélev | Arg o/o | L <sub>f</sub> o/o | L <sub>g</sub> o/o | S <sub>f</sub> o/o | S <sub>g</sub> o/o | CaCO <sub>3</sub> tot o/o | CaCO <sub>3</sub> actif o/o | Fer libre o/o |  |  |  |
|---------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|--|--|--|
| A1      | 5cm                  | 63,3    | 22,9               | 7,7                | 3,8                | 2,3                | 2,7                       |                             |               |  |  |  |
| C       | 35cm                 | 24,4    | 20,7               | 16,1               | 15,0               | 23,8               | 54,6                      |                             |               |  |  |  |

- II : Chênaie à grands Carex acidiphile : un seul relevé de l'inventaire s'est rapproché de ce type de station.

- III : Chênaie-Frênaie mésohygrophile : Bien identifié dans l'inventaire Woëvre, ce type de forêt s'apparente à la "Variante humide de la chênaie à charmes" (*Querceto-Carpinetum Stachyetosum*) mis en évidence par DUVIGNEAUD (1959) en forêt du Mont-Dieu. On notera la constance d'*Alnus glutinosa* dans la formation décrite au Mont-Dieu, alors que cette essence reste très sporadique dans les autres relevés analogues.

Les profils décrits par DUVIGNEAUD diffèrent notablement du pélosol à pseudogley décrit à la Reine dans ce type de forêt : ils comportent une couverture limoneuse d'épaisseur variable (au moins 25 cm) ; les horizons bien marmorisés apparaissent entre 25 cm et 80 cm dès le passage à des textures plus argileuses. Toutefois, l'horizon A1 présente des caractères analogues humus neutre (pH 6 à 7) à mull très actif.

C'est donc surtout par son régime hydrique (bonne alimentation en eau, mais absence de phases d'inondation) que ce type III se situe en position intermédiaire entre la Frênaie-Aulnaie hygrophile et les Chênaies-Charmaies mésophiles.

\* variante (III-W) Chênaie-Frênaie mésohygrophile à grands Carex : au point de vue physiognomique, ce type de forêt se rapproche de la station II (présence en strate herbacée d'une formation à grand Carex, en l'occurrence *Carex acutiformis* essentiellement) mais se rapproche de la station III par la quasi-absence du groupe des acidiphiles, et la présence affirmée d'espèces du groupe des calcicoles-nitrophiles.

On peut s'interroger sur la nature et l'origine des peuplements à physiognomie "Forêt claire à grands Carex" (types W1, II et III-W, décrits plus haut). Selon DUVIGNEAUD (1959), la physiognomie actuelle de la forêt inondable à grands Carex (W1) résulte d'une exploitation abusive entraînant l'apparition d'espèces sociales héliophiles (grands Carex), faisant obstacle à la régénération et à la reconstitution du peuplement.

Une hypothèse semblable peut être avancée pour les forêts du type II et III-W (quoi qu'il s'agisse de faciès nettement moins inondables, ce qui se traduit notamment par la présence plus discrète des hygrophiles). Il est possible que les processus de dégradation présentent des analogies avec ceux mis en évidence par BECKER (1971) sur sol hydromorphe en forêt de Charmes. Il s'agit ici toutefois de milieux plus riches, plus aptes à la reconstitution des peuplements. L'absence de données supplémentaires ne permet pas d'aller plus loin, mais ce point mériterait d'être développé ultérieurement.

- W2 : Forêts humides sur alluvions calcaires : (ne figure pas sur les tableaux phyto-écologiques) ce type de milieu, marginal mais original, a été mis en évidence dans le massif de la Reine (F.C. de Lagny, parcelle N°2) en dehors du maillage systématique, grâce aux renseignements recueillis auprès du personnel de terrain. (D'après les indications fournies par M. MONTAGNE (1975) ce type de milieu doit aussi exister à Fresnes-en Woëvre).

.../...

Le substrat est constitué par de la "grouine" recouverte d'une faible épaisseur d'argile. La présence de ce matériau est due ici à un dépôt "en terrasse" d'alluvions du Terrouin, transportées depuis les côtes de Meuse.

Le profil de la figure 47 correspond à un sol alluvial carbonaté; l'humus à pH élevé (7,5) fait légèrement effervescence à l'acide, il est de type mull calcaire. Le peuplement est constitué de *Quercus robur* et *Fraxinus excelsior* en strate arborescente ; de *Corylus avellana*, *Acer campestre* pour le taillis. La rareté locale de *Carpinus betulus* n'est peut être pas due à des raisons stationnelles, mais sylvicoles. Ce point mériterait d'être vérifié.

La strate herbacée, au printemps, montre en particulier l'abondance d'*Allium ursinum* et *Ornithogalum pyrenaicum*, espèces caractéristiques des milieux humides et riches dans le N.E. de la France. On y trouve également *Arum maculatum*, *Ficaria verna*, *Glechoma hederacea*, *Lamium galeobdolon*, *Paris quadrifolia*, *Primula elatior*.

A proximité du point ici décrit, nous avons observé à la faveur d'une zone déprimée (même type de substrat) l'apparition d'*Ulmus laevis* et *Alnus glutinosa*, allant de pair avec une plus grande abondance d'*Allium ursinum* (90 % du recouvrement de la strate herbacée).

Ce substrat est particulièrement filtrant et permet la circulation des nappes. La présence d'*Ornithogalum pyrenaicum*, *Allium ursinum* et *Fraxinus excelsior* dénote une bonne alimentation en eau tout au long de l'année, ce qui s'explique par la proximité du ruisseau (le Terrouin).

32. Les milieux mésophiles :

321. Alluvions anciennes :

- W3 forêts sur alluvions anciennes : non rencontré lors de l'inventaire Woèvre, ce type de station a été décrit à Fresnes-en-Woèvre (M. MONTAGNE, 1975) ; les dépôts d'alluvions anciennes peuvent apparaître à la faveur d'un relief suffisamment important. Le profil décrit est un sol brun calcique, avec mull mésotrophe en A1. L'horizon (B) est argileux, à structure aérée, à teneur variable en graviers et galets (éléments calcaires de l'Argovo-Rauracien des côtes de Meuse). Le peuplement est à base de hêtre, chêne sessile, charme, on dénote en outre une abondance particulière d'espèces ligneuses calcicoles (*Acer campestre*, *Sorbus torminalis*, *Clematis vitalba*, *Ligustrum vulgare*, *Sorbus torminalis*).

322. Les substrats argileux et marneux (pélosols) cf. Tableau phyto-écologique N°3)

- Chênaie-Charmaie calcicole-nitrophile (IV).

Ce milieu est également bien représenté dans l'inventaire Woèvre. La distinction entre les sous-types IV-2 et IV-1 (pélosols plus carbonatés) s'applique ici aussi. Le tableau phyto-écologique montre l'individualisation du sous-groupe B1 des calcicoles-nitrophiles, en compagnie d'espèces ayant un comportement similaire sur ces pélosols de la station IV-1 (notamment *Geranium robertianum*, *Mnium undulatum*, *Vicia sepium*, *Asperula odorata*).

On remarquera également que les relevés effectués sur les affleurements du Bathonien se localisent dans le sous-type IV-1, ce qui dénote le caractère plus calcaire de ces marnes.

Les stations sur pélosols ont également été décrites à Fresnes-en-Woëvre par M. MONTAGNE (1975), les profils étudiés présentent d'étroites analogies avec ceux mis en évidence dans le Massif de la Reine.

323. Les limons sur argile (cf Tableau phyto-écologique N° 4)

323.1 Les limons superficiels (pélosol-pseudogley à 2 couches)

Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile (VII)

Chênaie-Charmaie acidiphile (VIII)

Respectivement 6 et 3 relevés ont été identifiés aux types de station VII et VIII. La typologie initiale du Massif de la Reine s'applique ici, mais avec une base de comparaison assez étroite.

Les profils hétérogènes à deux couches, avec hydromorphie marquée ont également été décrits à Fresnes-en-Woëvre (M. MONTAGNE, 1975), où ils constituent le cas de figure le plus répandu.

323.2 Les limons profonds : (sols bruns lessivés marmorisés)

Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile (VI)

Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile (IX)

Si le type VI est bien représenté dans l'inventaire Woëvre avec 9 relevés, seuls 3 relevés ont été considérés comme typiques de la station IX. Par ailleurs, nous avons mis à l'écart sur le tableau phyto-écologique 6 relevés (classés IX-W) sur limons profonds, où le groupe E qui caractérise ce substrat n'est pas représenté (l'absence du hêtre étant peut-être d'origine sylvicole). Cette remarque confirme l'intérêt de s'appuyer sur l'observation des critères édaphiques pour bien discriminer les milieux sur limons (cf.p.28).

Les couvertures limoneuses sondées lors de l'inventaire Woëvre avaient une profondeur maximale d'environ 60 à 80 cm. A Fresnes-en-Woëvre (M. MONTAGNE, 1975) l'épaisseur des limons ne dépasse pas cet ordre de grandeur.

Par ailleurs, il nous paraît discutable d'avoir classé les sols sur limons profonds de Fresnes-en-Woëvre parmi les sols bruns calciques, étant donné les observations faites par ailleurs en conditions analogues (p.37).

33. Comparaison avec les stations du Plateau Lorrain :

Il paraissait intéressant de comparer la typologie stationnelle obtenue à ce stade avec les stations décrites sur le Plateau Lorrain (BRETHES, 1976) en conditions analogues (substrats argileux, et limon sur argile).

Nous n'avons pas jugé rigoureux d'essayer d'établir un parallélisme systématique entre tel et tel type de station décrit de part et d'autre. Nous proposons ici quelques éléments de réflexion portant sur le découpage global du milieu forestier : (les numéros à 3 chiffres renvoient au catalogue du Plateau Lorrain)

- les milieux très humides ont été peu décrits sur le Plateau Lorrain (une seule station : 230), ils prennent effectivement une extension beaucoup plus réduite qu'en Woëvre. La typologie des forêts humides abordée dans cette étude constitue un élément original par rapport aux stations décrites sur le Plateau Lorrain.

Figure 48 : Groupes écologiques utilisables à l'échelle de la Woëvre

|     | W-1 | I-W | I | II | III-W | III | IV-1 | IV-2 | VI | VII | VIII | IX |
|-----|-----|-----|---|----|-------|-----|------|------|----|-----|------|----|
| AW1 | →   |     |   |    |       |     |      |      |    |     |      |    |
| AW2 | →   |     |   |    |       |     |      |      |    |     |      |    |
| AW3 | →   |     |   |    |       | →   |      |      |    |     |      |    |
| AW4 | →   |     |   |    |       | →   |      |      |    |     |      |    |
| BW1 |     |     |   |    |       |     | →    |      |    |     |      |    |
| BW2 |     |     |   |    |       |     | →    |      |    |     |      |    |
| BW3 |     |     |   |    |       |     | →    |      |    |     |      |    |
| CW1 |     |     |   |    |       |     |      |      | →  |     |      |    |
| CW2 |     |     |   |    |       |     |      |      | →  |     |      |    |
| CW3 |     |     |   |    |       |     |      |      | →  |     |      |    |
| CW4 |     |     |   |    |       |     |      |      | →  |     |      |    |
| D   |     |     |   |    |       |     |      |      |    | →   |      |    |
| F   |     |     |   |    |       |     |      |      |    |     | →    |    |
| F   |     |     |   |    |       |     |      |      |    |     |      | →  |

Groupe A : hygrophiles, groupe entièrement remodelé.

- AW1 : *Mentha aquatica*  
*Lycopus europaeus*  
*Solanum dulcamara*  
*Scutellaria galericulata*  
*Lysimachia vulgaris*  
*Stachys palustris*  
*Caltha palustris*
- AW2 : *Ulmus laevis*  
*Urtica dioica*  
*Iris pseudacorus*  
*Salix cinerea*  
*Carex elongata*  
*Carex riparia*  
*Galium aparine*  
*Phalaris arundinacea*  
*Impatiens noli-tangere*  
*Humulus lupulus*  
*Festuca gigantea*  
*Glyceria sp.*  
*Myosoton aquaticum*  
*Cirsium oleraceum*
- AW3 : *Alnus glutinosa*  
*Ranunculus repens*  
*Myosotis sylvatica*  
*Carex pendula*
- AW4 : *Valeriana repens*  
*Filipendula ulmaria*  
*Rumex sanguineus*  
*Angelica sylvestris*  
*Galium palustre*  
*Cardamine pratensis*  
*Agrostis stolonifera*  
*Carex acutiformis*  
*Juncus sp.*  
*Lythrum salicaria*  
*Lysimachia nummularia*  
*Melandrium dioicum*  
*Frangula alnus*  
*Cirsium palustre*

Groupe B : Calcoicoles-nitrophiles : CW 4 remodelé par rapport à C4

- BW1 : sous groupe B1, en plus :  
*Cornus mas*  
*Tilia platyphyllos*  
*Solidago virga-aurea*  
*Phytolacca nigra*
- BW2 : *Acer campestre*  
plus restreint *Ligustrum vulgare*  
par rapport au *Arum maculatum*
- sous-groupe B2 *Brachypodium sylvaticum*  
*Epipactis helleborine*  
*Pulmonaria mollis*  
*Dactylis glomerata*  
*Platichloa asplenifolia*
- BW3 : sous groupe B3, en plus  
*Geranium robertianum*  
*Stachys sylvatica*
- Groupe C: Neutrophiles
- CW1 : modifié par rapport à C1  
*Lamium galeobdolon*  
*Vicia sepium*  
*Asperula odorata*  
*Prunus avium*
- CW2 : plus restreint que le sous-groupe C2  
*Polygonatum multiflorum*  
*Primula elatior*  
*Viburnum opulus*  
*Heraclium sphondylium*  
*Ajuga reptans*
- CW3 : C3, en plus :  
*Rhynchospora triquetra*  
*Thuidium tamariscifolium*  
*Fissidens taxifolius*  
*Eurhynchium stokesii*  
*Rosa arvensis*  
*Dryopteris carthusiana*  
*Scrophularia nodosa*  
*Anemone nemorosa*  
*Veronica montana*  
*Veronica chamaedrys*  
*Ranunculus auricomus*
- Groupe D : Plantes des limons  
*Anemone nemorosa* éliminé  
sinon inchangé.
- Groupe E : ont seulement été  
conservés :  
*Fagus sylvatica*  
*Neottia nidus-avis*
- Groupe F : Acidiphiles : inchangé  
avec en plus :  
*Oxalis acetosella*
- Espèces nouvelles par rapport  
au Massif forestier de la  
Reine

- \* les pélosols de la station IV seraient à rapprocher de la seule station 222 (station de plateau mal drainé).
- \* nous avons évoqué le problème des pélosols-pseudogleys à 2 couches (cf.p.35) Retenons que la plus mauvaise "race" de ces sols (station 310) n'a pas été rencontrée en Woëvre. En outre, la profondeur maximale de limon que nous avons retenue pour ce type de sol est de 30 cm, limite également adoptée pour le Plateau Lorrain dans la clef de détermination.
- \* la gamme des limons profonds est assez réduite en Woëvre, puisque les couvertures limoneuses ont pratiquement toujours une épaisseur inférieure à 1m (tout au moins d'après les données que nous possédons).

Par rapport au plateau Lorrain, nous n'avons pas décrit de stations sur limons très épais, ni de stations à hydromorphie importante sur limons épais.

#### 4. Commentaires sur les groupes écologiques :

##### 41. Proposition de groupes écologiques applicables à l'échelle de la Woëvre.

Nous avons observé le comportement des groupes écologiques définis pour le massif de la Reine dans l'ensemble des stations étudiées dans ce chapitre (et ceci, à l'aide du tableau phyto-écologique N° 2, 3 et 4).

Nous en avons tiré globalement les remarques suivantes :

- la composition des groupes écologiques reste pratiquement inchangée : seules viennent s'ajouter des espèces nouvelles ou très peu observées dans le massif de la Reine
- A l'intérieur de nombreux groupes, la composition des sous-groupes doit être modifiée, ceci est surtout dû à l'échantillonnage des milieux humides qui est beaucoup plus complet ici que ce qui a pu être obtenu dans le massif de la Reine.

Toutefois l'existence de la plupart de ces sous-groupes n'a pas été remise en cause. Les résultats du nouveau découpage sont rassemblés à la figure 48. L'identification des groupes et sous-groupes est celle adoptée pour le massif de la Reine. Pour distinguer les nouveaux sous-groupes obtenus ici, on a intercalé la lettre W dans la numérotation précédente.

- \* le groupe des hygrophiles : a été complètement remodelé.  
le sous-groupe AW1 est étroitement localisé aux forêts les plus inondables (types W1 et I-W). L'amplitude des trois autres sous-groupes va en croissant. Ce groupe comprend beaucoup d'espèces nouvelles (14 en tout).
- \* Le groupe des calcicoles-nitrophiles : reste peu modifié dans son découpage ; 3 espèces nouvelles.
- \* le groupe des neutrophiles :  
On notera l'apparition d'*Asperula odorata* dans le sous-groupe CW1 : cette plante (considérée comme répandue) reste très sporadique en Woëvre (et n'a été trouvée que sur un seul relevé dans tout le massif de la Reine).

Des changements notables ont été apportés aux anciens sous-groupes C3 et C4 (le sous-groupe CW4 rassemble des neutrophiles à large amplitude, mais peu représentées dans les types W1, I-W et I).

- \* les autres groupes (D,E,F) sont peu modifiés. On notera l'apparition d'*Oxalis acetosella* parmi les acidiphiles.

#### 4.2 Comparaison avec les groupes écologiques du Plateau Lorrain.

Dans l'ensemble, la flore de la Woëvre est plus pauvre que celle du Plateau Lorrain, d'une part pour des raisons chorologiques et phytogéographiques (voir annexe n°1), et d'autre part parce que la gamme des milieux est plus étroite, et "décalée" vers l'humidité. C'est pourquoi la comparaison entre groupes analogues est un peu artificielle. Néanmoins, on pourra établir les correspondances suivantes, respectivement entre les groupes définis ici et ceux du catalogue du Plateau Lorrain :

- \* le groupe A des hygrophiles est évidemment beaucoup plus riche en forêt Woëvroise ; il est à rapprocher des hygrophiles du mull (6c). On notera l'absence de *Prunus padus* dans les relevés de la Woëvre, alors que cette espèce est fréquente sur le Plateau Lorrain (cause chorologique ?)
- \* le groupe B (calcicole-nitrophile) sous sa forme retenue ici, comprend des plantes appartenant aux groupes des calcicoles (1), des calcicoles (2) et des espèces à optimum mull eutrophe (3). Nous avons déjà signalé par ailleurs son caractère composite (cf.p.23).
- \* le groupe C (neutrophiles) rassemble entre autres des plantes du groupe des mésoneutrophiles (4) et des espèces à optimum mull mésotrophe (6)
- \* le groupe D ("espèces à optimum limons") comprend des espèces du groupe 6 (optimum mull mésotrophe)
- \* le groupe E des acidiphiles est ici très condensé : on trouve des espèces des groupes suivants :
  - (7) optimum mull acide (*Lonicera periclymenum*)
  - (8) optimum moder (*Polytrichum formosum*, *Carex pilulifera*)
  - (9) optimum mor (*Dicranum scoparium*)

Au passage, signalons la rareté de *Molinia coerulea* (groupe 9 b de l'hydro-mor) en Woëvre : il semble que cette plante n'existe que çà et là sous sa forme calcicole.

#### 5. Conclusion :

L'étude des relevés de l'inventaire Woëvre montre que, dans l'ensemble, la typologie définie dans le Massif de la Reine reste applicable à l'échelle de cette région naturelle. Toutefois :

- \* nous avons obtenu ici un complément d'information notable dans les milieux humides, avec la mise en évidence des stations W1 (Forêt inondable à grands Carex) et W2 (Forêt humide sur alluvions calcaires) et des variantes I-W et III-W. Parmi les milieux mésophiles, l'existence de la station W3 (forêt sur alluvions anciennes) a été signalée.

.../...

- \* quelques modifications sont à apporter aux groupes écologiques du Massif de la Reine pour être étendus à la Woëvre.
- \* un complément d'échantillonnage serait souhaitable pour les milieux mésophiles sur limons (en particulier pour mieux cerner les types VIII et IX).

L'étude abordée dans ce chapitre doit être considérée comme une base de travail pour l'établissement d'un catalogue des stations forestières de la Woëvre.

QUATRIEME PARTIE :

ETUDE DES POTENTIALITES FORESTIERES.

Préliminaire : Le but de l'étude abordée ici est de contribuer à la connaissance des propriétés sylvicoles des stations que nous avons définies dans le cadre du Massif de la Reine. Ce volet constitue la suite logique de l'étude du milieu et doit permettre de dégager des conclusions pratiques au niveau des orientations et de la gestion forestières.

1. Nouvelle prise de données :

1.1. Objectif : La collecte de données que nous avons entreprise à ce niveau était destinée à réunir échantillons (carottes de sondage) et mesures en vue d'étudier : - les relations station - production  
- les relations station - qualité du bois

C'est principalement le Chêne qui nous a intéressé lors de cette phase d'étude, et accessoirement, le Hêtre.

\* concernant les relations station - production : en taillis-sous-futaie, comme le souligne BECKER (1971) "aucune étude dendrométrique approfondie n'a jamais été menée pour tenter de prévoir la productivité des stations". En conséquence, nous serons amenés à établir des comparaisons entre les stations étudiées à l'aide de mesures dendrométriques classiques : accroissement moyen annuel sur le rayon et hauteur des réserves.

\* concernant les relations station-qualité du bois : la qualité du Chêne est réputée inégale sur l'ensemble du massif (quoique bonne en moyenne, cf 1ère partie, §3). Il serait donc intéressant d'étudier l'éventuelle influence de la station, ce qui pourrait fournir d'importants renseignements à l'aménagiste.

Outre la rectitude de la bille, les principaux critères caractérisant les chênes à usage noble (tranchage) sont les suivants :

- densité faible. La densité est en rapport étroit avec la dureté du bois, par ailleurs, elle ne dépend pas forcément de la largeur de cerne. (cf POLGE et KELLER, 1973).
- retraits également faible (propriété généralement liée avec le caractère précédent). Ces différentes caractéristiques technologiques seront étudiées au niveau des carottes de sondage suivant les méthodes de mesure de la station de recherches sur la qualité des bois. Nous étudierons les différentes relations existant entre les variables mesurées sur les arbres, ceci afin de mieux connaître les paramètres influant sur la qualité du bois.

Nous réunirons également le même type de données pour le Hêtre, bien que cette essence soit considérée comme marginale au niveau du massif.

Quelques aspects relatifs aux contraintes de croissance (cf FERRAND, 1979) seront évoqués, en soulignant que ce problème est important pour le Hêtre, mais accessoire pour le Chêne.

(La libération des contraintes de croissance lors de l'abattage provoque une fissuration, voire l'éclatement de la bille ; des fentes et des déformations peuvent également se produire lors du débit en scierie. Ce phénomène n'a rien à voir avec les retraits puisqu'il affecte les bois frais.)

.../...

1.2. Limites : Nous avons retenu 5 types stationnels : IV,VI,VII,VIII, IX.

Les types I,II,III ont été écartés pour deux raisons :

- marginaux, ils représentent réunis 5,5 % de la surface forestière du massif,
- le faible nombre de placettes typiques dans la plupart de ces stations aurait posé un problème d'échantillonnage.

1.3 Phase de terrain :

Nous avons retenu le chiffre de 30 chênes par type stationnel, soit au total 150 chênes.

131. Choix des placettes : Le problème était d'abord de déterminer

la répartition de ces 30 chênes à l'intérieur de chaque type de station. Il était possible de les choisir sur une seule placette ; cette démarche présente les inconvénients suivants :

- d'obliger à prospecter une zone étendue, où peuvent se poser des problèmes d'homogénéité stationnelle
- de "privilégier" la placette et d'introduire des biais dans les résultats : des particularités locales peuvent être dûes par exemple à un passé sylvicole original au niveau d'une parcelle ou d'une tache de peuplement.

A cette fin, on a réparti les 30 arbres en 5 placettes de 6 arbres soit un total de 25 placettes.

Les placettes sont celles de l'inventaire systématique, facilement repérables grâce aux marques de peinture laissées pendant la première phase de terrain. Ces placettes répondaient aux critères suivants :

- placettes comptant parmi les plus typiques au point de vue stationnel.
- placettes présentant une homogénéité sylvicole apparente : en se reportant aux fiches de l'inventaire systématique, on s'est efforcé de ne retenir que les placettes comportant les indications : réserves "moyennement abondantes" ou "assez abondantes", recouvrement de la strate arborescente de l'ordre de 30 à 50 %. Ceci correspond à l'aspect moyen des peuplements du massif.

Sur le total des 25 placettes, 20 ont été choisies en Forêt domaniale de la Reine, les 5 autres dans des forêts communales avoisinantes. (Voir Annexe N°4) Cette phase de terrain s'est effectuée en Février 1979. La relative douceur du temps a permis de sonder les arbres hors gel. Nous avons été aidés par un second opérateur pour mener à bien ce travail (Mr SCHIPFER, puis GEREMIA).

132. Mesures et prélèvements

Les chênes ont été choisis dans l'étage dominant en rayonnant à partir du centre de chaque placette. Au besoin, les critères d'homogénéité stationnelle ont été vérifiés lorsque l'on était amené à s'écarter notablement du centre de la placette (plus de 30m): sondage à la canne, observation de la strate herbacée.

Sur chaque chêne, les opérations suivantes ont été effectuées :

- détermination de la direction de sondage. Dans le cas général, le sondage est dirigé vers le centre de la placette pour ne privilégier aucune direction ; dans le cas d'un arbre penché, le sondage est effectué dans une direction perpendiculaire au plan d'inclinaison du tronc, pour éviter un éventuel bois de réaction.
- mesure de la profondeur de l'écorce à l'aide d'une jauge spéciale, à la hauteur de 1,30m. La profondeur retenue pour l'arbre est la moyenne de 4 mesures effectuées suivant deux directions perpendiculaires.
- sondage et prélèvement d'une carotte à la hauteur de 1,30 m à l'aide d'une tarière de Pressler (type bois dur à 2 filets,  $\emptyset = 5$  mm). Au cours de cette phase, mesure du couple de torsion (cf POLGE et KELLER, 1970) : la tarière étant enfoncée dans le bois jusqu'à l'épaulement du pas de vis (pour cela on tient compte de l'épaisseur de l'écorce à l'endroit sondé), lecture du couple sur un torsiomètre (gradué de 0 à 340 kg.cm). La profondeur sondée était de l'ordre de 15 cm. Vu le diamètre des chênes, nous avons renoncé à faire systématiquement des sondages au coeur. Seuls une dizaine d'arbres ont été réellement sondés au coeur, dans le but de procéder à la vérification de leur âge. Il est important de préciser que tous les sondages et mesures de couple de torsion ont été effectués par le même opérateur, avec la même tarière et le même torsiomètre. (Les ouvertures pratiquées ont été rebouchées avec des chevilles de hêtre traitées au merceptyl afin d'éviter une infection).
- mesure de la hauteur totale de chacun des arbres. Nous avons attaché un soin particulier à cette opération : la forme étalée du houppier des chênes de taillis-sous-futaie rend cette mesure délicate. Nous avons procédé à 2 mesures dans 2 directions perpendiculaires dans les cas litigieux. Nous avons également mesuré la hauteur du fût jusqu'à la lère grosse branche. L'instrument utilisé est le dendromètre Blume-Leiss. On soulignera qu'en l'absence de feuillage, les mesures de hauteurs ont pu être beaucoup plus précises qu'en été.
- mesure de la circonférence au ruban et à hauteur de 1,30 m.
- mesure du diamètre du houppier au double décimètre, de la façon suivante : Les deux opérateurs se placent "à vue" à l'aplomb du bord du houppier en deux points diamétralement opposés. Le diamètre est obtenu par la moyenne de deux mesures faites suivant deux directions perpendiculaires.
- appréciation "à vue" de deux notes de qualité (de 0 à 5)
  - \* une note globale "forme du tronc" : elle augmente avec le caractère flexueux ou penché des arbres observés
  - \* une note "broussin", augmentant avec la quantité de broussins observés sur le tronc.

133. Complément d'observation : les mêmes opérations ont été effectuées sur 20 hêtres dans chacune des stations VI et IX. On n'a évidemment pas mis de note "broussin", et en outre, on a apprécié la dissymétrie du houppier (variance de 4 rayons mesurés suivant la méthode décrite ci-dessus). Le nombre limité de hêtre dans les placettes visitées n'a pas permis d'envisager d'échantillonnage plus large. Pour cette raison également, le nombre d'arbre étudié par placette est très variable (1 à 6).

.../...

14. Mesures en laboratoire :

Nous les avons effectuées à la station de Qualité des Bois du CNRF. Pour le détail des modes opératoires relatifs aux mesures de retrait et d'infradensité, nous renvoyons à COURTOISIER (1976) ou MOUREY (1979).

141. Détermination d'une zone d'étude sur les carottes :

\* Le problème consistait à délimiter chaque carotte une zone précise (zone d'étude) où seraient effectuées toutes les mesures qui suivent, de manière à ce qu'elles soient aussi comparables que possible entre elles.

\* Pour le Chêne, nous avons voulu éviter la zone d'aubier, où le bois n'a pas encore acquis toutes ses propriétés finales. Par ailleurs, cette zone d'aubier correspondait en grande partie à la période où le traitement en TSF avait été interrompu (25 dernières années, c'est-à-dire 25 dernières cernes). C'est pourquoi nous avons choisi de travailler sur un cycle complet de taillis-sous-futaie (révolution 30 ans) situé entre les 55 et 25 dernières cernes.

\* Pour le Hêtre, nous avons retenu une zone de 20 ans comprise entre -5 et -25 ans, correspondant pratiquement à l'espace "utilisable" sur l'ensemble des carottes prélevées (A longueur égale, les carottes extraites des hêtres présentaient beaucoup moins d'accroissements annuels que celles de chêne, du fait d'une largeur de cerne plus élevée).

142. Mesures effectuées sur la zone d'étude : pour chacune des carottes.

- mesures des dimensions tangentielle et axiales :

\* à l'état sec à l'air

\* à l'état saturé

elles sont effectuées à l'aide d'un appareil appelé "capteur de retraits" (cf. JUINO, 1977). De même, mesure des dimensions radiales au palmer.

- ces mesures permettent de calculer respectivement le retrait tangentiel; axial, radial et volumétrique. Nous conservons en outre comme données la dimension axiale saturée et la dimension tangentielle saturée, qui servent à caractériser les contraintes s'exerçant dans le bois (au sujet des contraintes, cf aussi POLGE, 1979).

Nota : Plus les contraintes augmentent, plus le diamètre de la carotte diminue (ce qui surtout vrai pour le diamètre tangentiel), à condition toutefois de comparer des carottes prélevées avec la même tarière.

Normalement, les contraintes se mesurent sur le côté tendu et à la périphérie de l'arbre (ce qui n'est pas le cas ici). Le temps limité consacré à la phase de terrain ne nous a pas permis une approche plus correcte du problème.

- mesure de l'infradensité par la méthode de saturation intégrale.

- mesure de la largeur moyenne de cerne.

Remarques : On a constaté très souvent sur les carottes de chêne l'hétérogénéité des accroissements dûs aux coupes de taillis, et correspondant à des cycles de 30 ans ; on admettra donc que toutes les zones étudiées, se calant sur la durée d'un cycle complet, seront valablement comparables entre elles. Nous avons conservé cependant dans les données relatives au chêne la largeur moyenne des cernes correspondant aux 25 dernières années ("zone de conversion").

- Dans le cas général, l'âge total des arbres figurant dans les données est seulement un âge estimé à partir du diamètre (d'après les données de l'aménagement (FD de la Reine), l'accroissement moyen annuel sur le rayon est sensiblement de 2mm /an) Nous avons cependant gardé les âges déterminés à partir des quelques sondages au coeur qui ont été opérés (ils semblent montrer que l'accroissement annoncé par l'aménagement est légèrement surestimé).

- Pour le Hêtre, on a tablé sur un accroissement moyen de 3,5mm/an pour estimer l'âge à partir du diamètre (ce qui correspond à la moyenne des accroissements observés sur les zones d'étude).

## 2. Relations station-production

### 2.1. Comparaison entre accroissements moyens annuels sur le rayon :

Nous avons utilisé à cette fin les largeurs moyennes de cerne mesurées sur les 150 zones d'étude délimitées sur les carottes de chêne : les résultats sont les suivants, dans l'ordre :

Station : VI : 1,78 mm

Station : VII: 1,74 mm

Station : IX : 1,62 mm

Station : VIII: 1,57 mm

Station : IV : 1,55 mm

Aucune différence significative n'apparaît au seuil de 5 % : la variabilité entre individus (au niveau de la zone d'étude) masque donc toute éventuelle variabilité stationnelle.

### 2.2. Comparaison entre hauteurs de réserves :

On montre qu'à partir d'un certain âge, la hauteur du chêne en futaie atteint un palier de croissance qui ne dépend plus que de la fertilité de la station. Ce résultat a été considéré comme extrapolable au taillis-sous-futaie (BECKER, 1971). Les mesures effectuées en été étant imprécises (cf page 14), nous avons seulement utilisé ici celles provenant de la campagne de terrain précédemment exposée.

Afin d'obtenir des mesures comparables, nous avons veillé à n'opérer que dans des peuplements présentant une structure typique de taillis-sous-futaie (cf §131 ). Nous rappelons en effet que certains bouquets de peuplement sont assimilables à de la futaie.

Le problème était de déterminer ce palier de croissance pour lequel la hauteur des réserves ne dépend plus de l'âge. Or dans le lot de mesures dont nous disposons nous n'avons pu évaluer de manière précise l'âge des chênes. Toutefois, on peut considérer qu'en taillis-sous-futaie, le diamètre des réserves est bien corrélé avec l'âge, tout au moins à l'intérieur d'un type de station donné. Nous avons donc construit pour chacun des 5 types de station les graphes hauteur-circonférence (cf.fig. 49 à 53 ) : ils montrent pratiquement qu'à partir d'une circonférence de 150 cm (correspondant approximativement à un âge de 150 ans), l'influence de l'âge sur la hauteur des réserves est peu sensible. Nous nous sommes donc fixé cette limite :

- pour éliminer des tests de comparaison les arbres présentant un diamètre (donc un âge) trop faible.
- pour mesurer des hauteurs d'arbres sur de nouvelles placettes, ceci afin de compléter l'effectif des individus à l'intérieur de chaque station de manière à en obtenir au moins une trentaine.

.../...

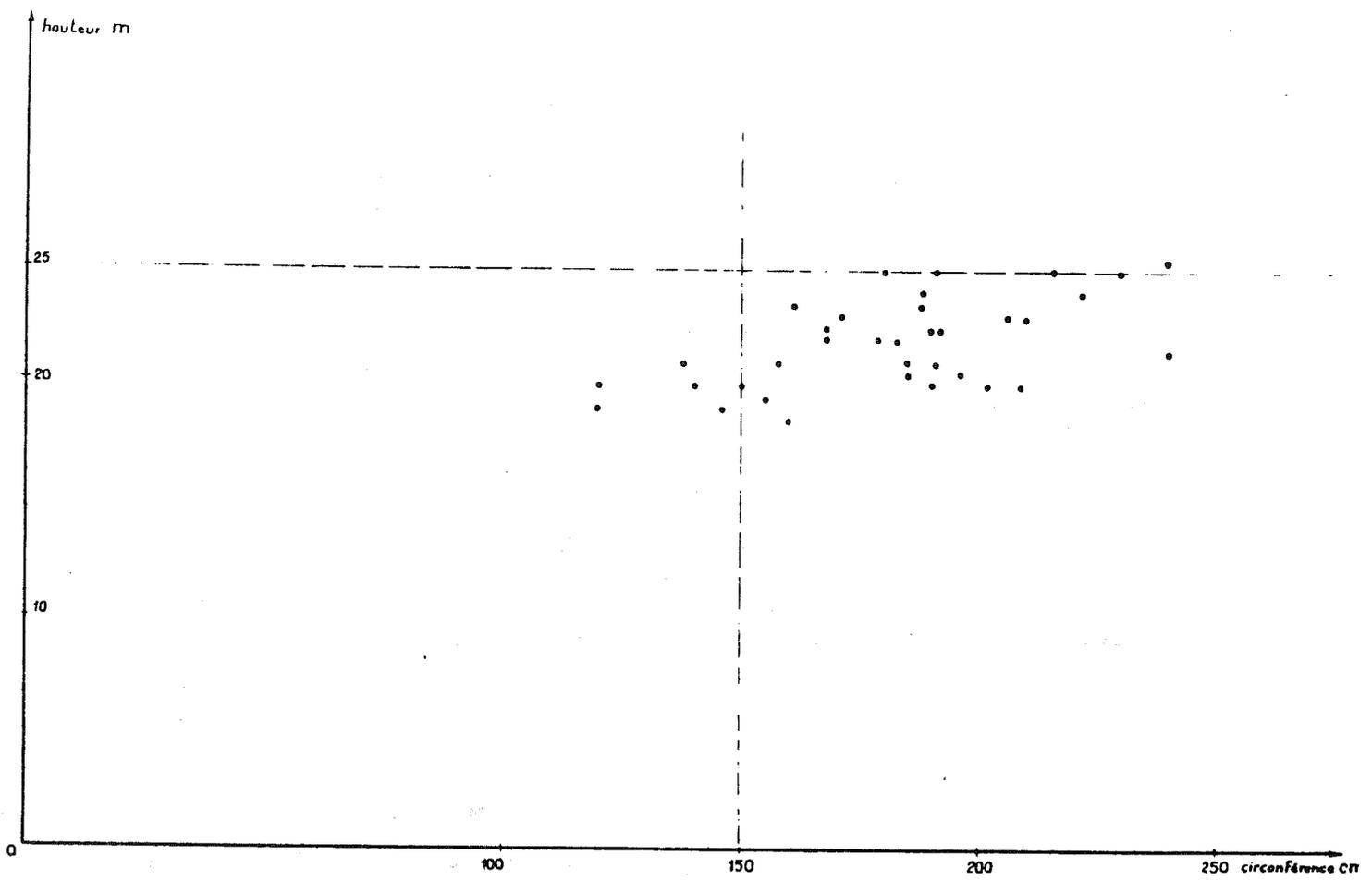


Figure 49 : hauteurs de réserves de Chêne dans la station IV

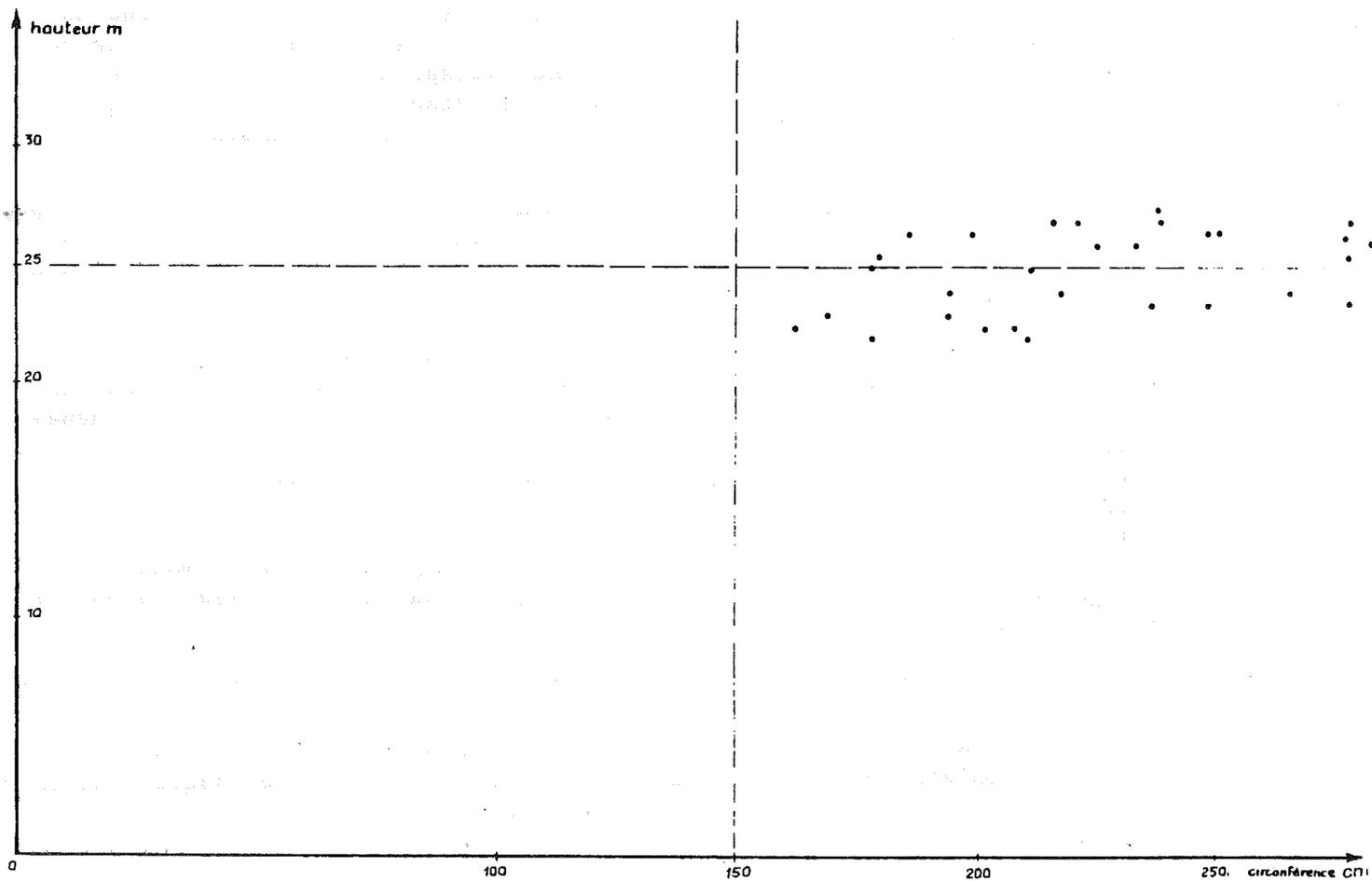


Figure 50 : hauteurs de réserves de Chêne dans la station VI

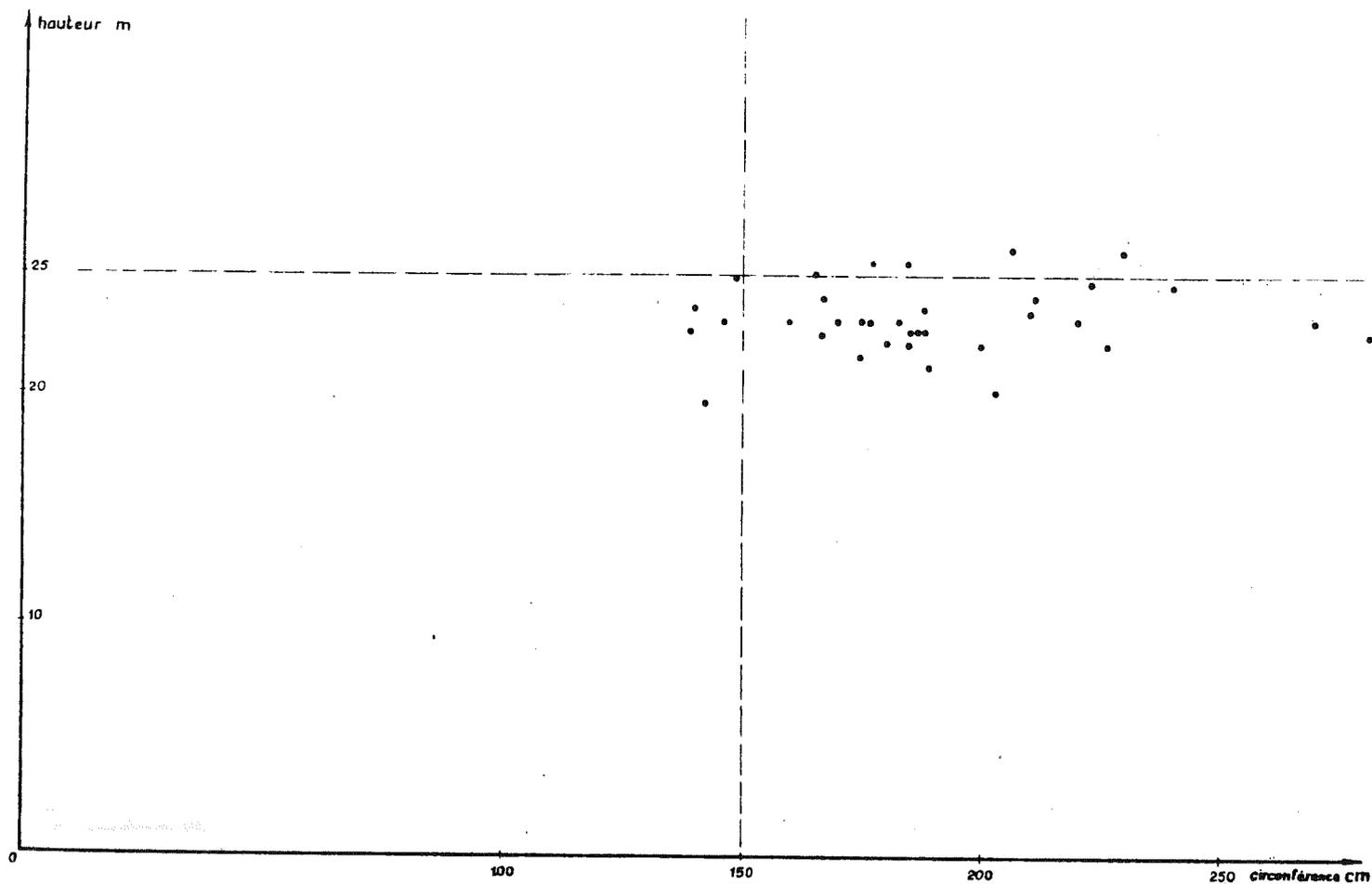


Figure 51: hauteurs de réserves de chêne dans la station VII.

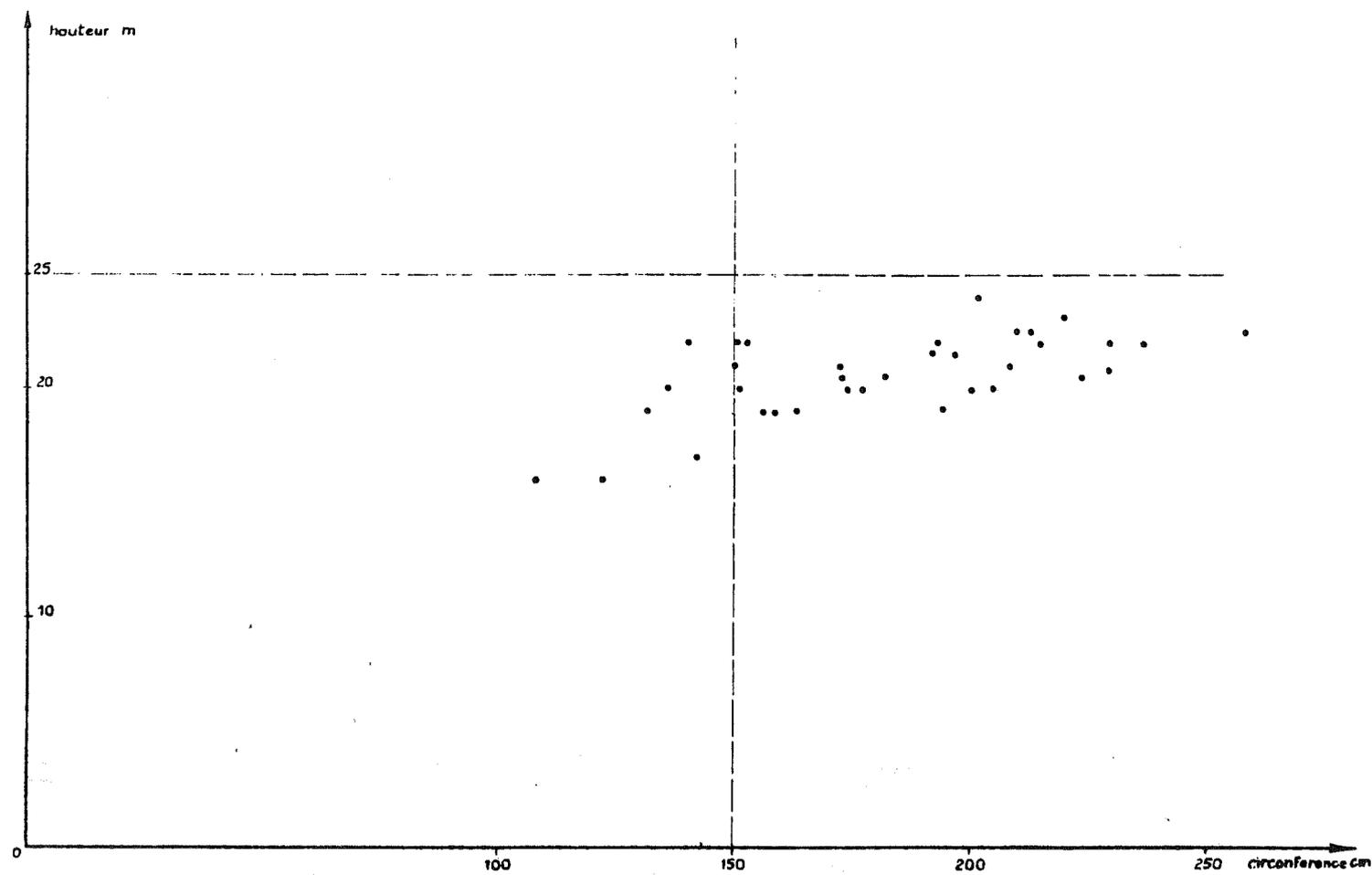


Figure 52.: hauteurs de réserves de Chêne dans la station VIII.

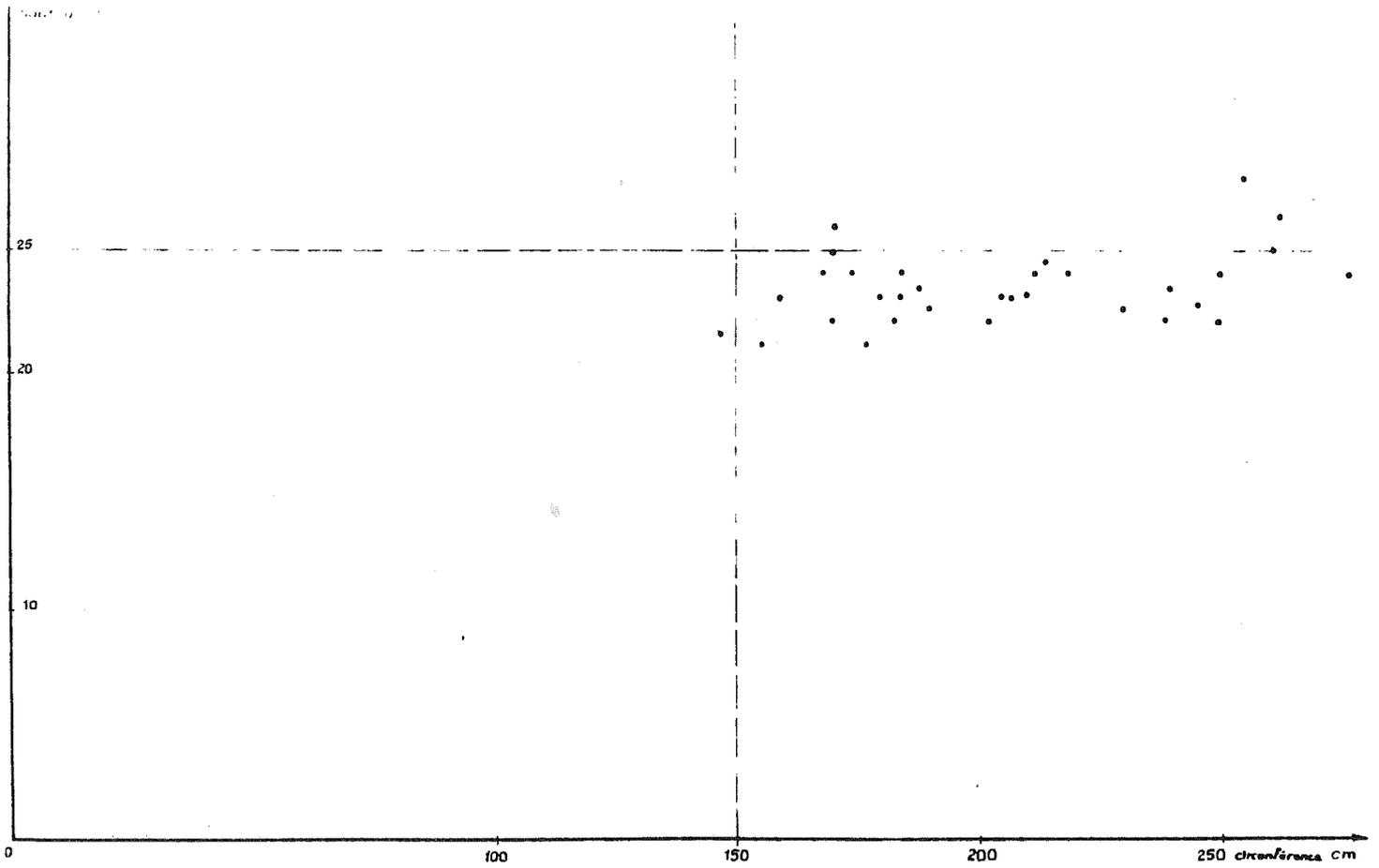


Figure 53: hauteurs de réserves de Chêne dans la station IX.

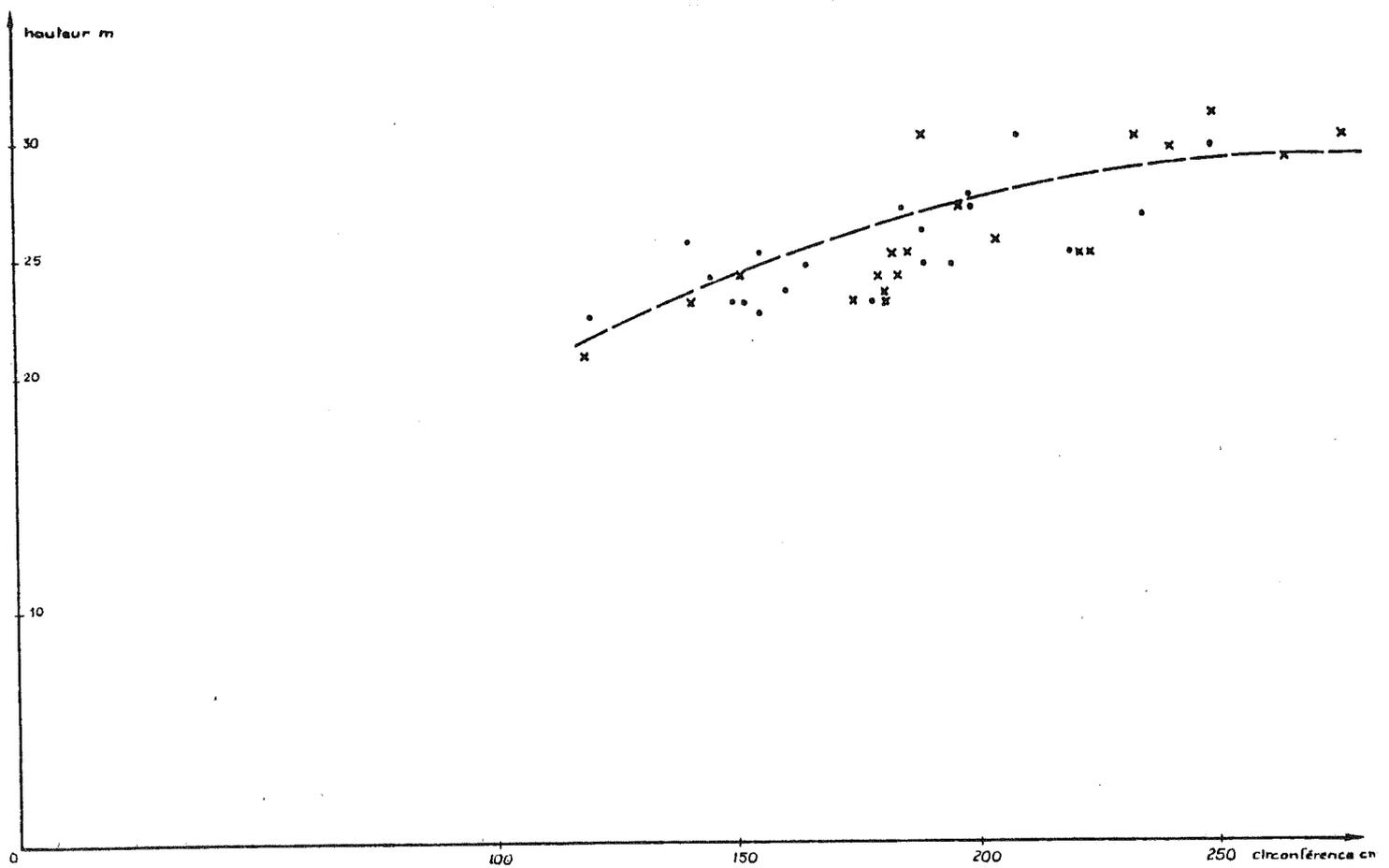


Figure 54: hauteurs de hêtres dans les stations VI(•) et IX(x)

Les résultats sont les suivants :

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>Hauteur par type de station</u> :</p> <p>- station VI : 25,0 m</p> <p>- station IX : 23,5 m</p> <p>- station VII : 23,2 m</p> <p>- station IV : 22,2 m</p> <p>- station VIII: 21,1 m</p> | <p><u>Test de comparaison de moyennes 2 à 2</u> :</p> <p>(Student-Fischer)</p> <p>VIII</p> <p>* IV</p> <p>*** * VII</p> <p>*** ** NS IX</p> <p>*** *** *** ** VI</p> <p>NS différence non significative</p> <p>* différence significative au seuil de 5 %</p> <p>** différence significative au seuil de 1 %</p> <p>*** différence significative au seuil de 1 %.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

On notera que :

- la fourchette des moyennes de hauteur est faible (environ 4 mètres)
- les seuils de signification sont néanmoins nets.

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- une diminution globale de la fertilité en relation avec l'hydromorphie des limons, entre d'une part les stations VI et IX (limons peu hydromorphes), et d'autre part les stations VII et VIII (limons hydromorphes). Nous rejoignons en cela les résultats de l'étude phyto-écologique (cf. page 20).
- on notera une baisse de fertilité pour les limons profonds désaturés (type IX) par rapport aux limons plus riches du type VI.
- on notera une baisse de fertilité sensible pour les limons superficiels désaturés (type VIII) par rapport aux limons superficiels plus riches du type VII. Ceci met donc en évidence des différences de potentialités appréciables pour un même type de profil (pélosol-pseudogley à 2 couches)
- on remarquera le caractère moyennement favorable des pélosols (type IV), en relation avec les mauvaises propriétés physiques du sol.

Toutefois, nous pensons que ces chiffres doivent être pris avec prudence :

- la mesure de hauteur des réserves de chêne est entachée d'une certaine imprécision (forme du houppier). On peut supposer cependant que cette erreur est équitablement répartie à l'intérieur de chaque population.
- l'influence de l'âge sur la hauteur, au vu des graphes (figures 49 à 53) reste parfois très légèrement sensible : les biais introduits de ce fait sont difficiles à apprécier.

Pratiquement, au vu des seuls graphes (figures 49 à 53) on pourra distinguer valablement 3 niveaux de fertilité.

- un niveau moyen (stations IV, VII, IX)
- un niveau plutôt favorable (station VI)
- un niveau plutôt défavorable (station VIII)

Il est certain que, comme on l'admet généralement, les différences de hauteur seraient plus accusées dans le cas d'un traitement en futaie.

.../...

Figure 55 :

| Analyse de variance-<br>Chêne.cf.§5.1 et 3.2                 | Arbres :     |                | Moyenne des stations |       | Variance totale | Variance station | Variance placette | Variance arbre/placette |
|--------------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------------|-------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------------|
|                                                              | Moyenne-Mini | Maxi           | Mini                 | Maxi  |                 |                  |                   |                         |
| 1.Circonférence :<br>(cm)                                    | 197          |                | 178                  | 226   | 1679<br>100     | 300*<br>18       | 294**<br>18       | 1085<br>64              |
| 2.Epaisseur écorce :<br>(mm)                                 | 20           | 7<br>35        | 18                   | 23    | 30<br>100       | 2,7<br>9         | 6,3**<br>21       | 21<br>70                |
| 3.Hauteur totale :<br>(m)                                    | 22,6         | 160<br>280     | 20,4                 | 25,0  | 5,87<br>100     | 2,71**<br>46     | 1,35**<br>23      | 1,81<br>31              |
| 4.Hauteur Fût :<br>(m)                                       | 100          | 65<br>145      | 9,1                  | 10,4  | 3,14<br>100     | 0,03<br>1        | 1,28**<br>41      | 1,83<br>58              |
| 5.Diamètre houppier :<br>(m)                                 | 11,6         | 75<br>18,1     | 10,5                 | 13,1  | 514<br>100      | 1,13**<br>22     | 0,78**<br>15      | 3,23<br>63              |
| 6. Couple torsion :<br>(kg.cm)                               | 201          | 140<br>260     | 195                  | 203   | 407<br>100      | 0<br>0           | 18<br>4           | 389<br>96               |
| 7. Broussin :<br>(note 0à5)                                  | 0,7          | 0<br>5         | 0,1                  | 0,8   | 1,5<br>100      | 0<br>0           | 0,2*<br>13        | 1,3<br>87               |
| 8. Forme du tronc :<br>(note 0à5)                            | 0,3          | 0<br>5         | 0,2                  | 0,5   | 0,5<br>100      | 0<br>0           | 0,0<br>0          | 0,5<br>100              |
| 9.Largeur moyenne des<br>cernes(zone de con-<br>version (mm) | 1,4          | 0,9<br>2,7     | 1,4                  | 1,5   | 0,145<br>100    | 0<br>0           | 0,01 6*<br>11     | 0,129<br>89             |
| 10.Largeur moyenne des<br>cernes(zone d'étude<br>(mm)        | 1,6          | 1,0<br>30      | 1,5                  | 1,7   | 0,176<br>100    | 0<br>0           | 0,01 1<br>6       | 0,165<br>94             |
| 11.Age total estimé :<br>(années)                            | 174          | 85<br>255      | 165                  | 186   | 1152<br>100     | 18<br>2          | 266**<br>23       | 868<br>75               |
| 12.Dimension axiale<br>saturée ( $\mu$ )                     | 4968         | 4933<br>5022   | 4962                 | 4977  | 202<br>100      | 21*<br>10        | 25*<br>12         | 156<br>78               |
| 13.Dimension tangen-<br>tielle saturée ( $\mu$ )             | 4906         | 4860<br>4968   | 4898                 | 4912  | 354<br>100      | 18<br>5          | 33<br>9           | 303<br>86               |
| 14.Infradensité :<br>(g/dm <sup>3</sup> )                    | 435,5        | 340,8<br>545,7 | 429,0                | 443,5 | 1182,76<br>100  | 0<br>0           | 164,15*<br>14     | 1018,51<br>86           |
| 15.Retrait axial(%)                                          | 0,01         | -0,26<br>1,10  | 0,05                 | 0,15  | 0,03<br>100     | 0<br>0           | 0,00<br>0         | 0,03<br>100             |
| 16.Retrait tangentiel<br>(%)                                 | 8,2          | 5,3<br>12,9    | 9,5                  | 7,6   | 1,9<br>100      | 0,5**<br>26      | 0,00<br>0         | 1,4<br>74               |
| 17.Retrait radial (%)                                        | 2,8          | 0,25<br>4,75   | 2,8                  | 3,2   | 0,35<br>100     | 0,03<br>9        | 0,07**<br>21      | 0,25<br>70              |
| 18.Retrait volumétri-<br>que (%)                             | 11,4         | 6,1<br>17,2    | 13,1                 | 10,6  | 3,2<br>100      | 0,96**<br>30     | 0,15<br>5         | 2,1<br>65               |

Remarque : les mesures de hauteur effectuées pendant l'été, malgré toute leur imprécision, donnent sensiblement la même hiérarchie entre ces cinq stations. On soulignera que l'échantillonnage était complètement différent.

### 2.3 Le Chêne dans les stations I, II, III

Ces stations n'ont pas fait l'objet de compléments de mesure, les chiffres que nous indiquons ici sont purement indicatifs et proviennent des mesures effectuées pendant l'inventaire durant l'été :

|             |        |
|-------------|--------|
| Station I   | : 24 m |
| Station II  | : 23 m |
| Station III | : 23 m |

Ils confirment la bonne adaptation du chêne pédonculé à ce type de milieu humide. Signalons que dans la Frênaie-Aulnaie de plaine alluviale en forêt du Mont Dieu (cf DUVIGNEAUD, 1959), on a retiré en 1979 un chêne de 26 m de fût (4,4 m de tour à 1,5 m du sol, avec un cubage de 22 à 24 m<sup>3</sup>).

### 2.4 Le Hêtre dans les stations VI et IX

- Accroissement moyen annuel :

La comparaison des largeurs moyennes de cernes mesurées à partir des zones d'étude du Hêtre ne donne pas de différences significatives :

|            |           |
|------------|-----------|
| Station VI | : 3,76 mm |
| Station IX | : 3,30 mm |

On notera que ces chiffres sont largement plus élevés que pour le Chêne.

- Courbe de croissance : (cf figure 54)

La comparaison des graphes hauteur-diamètre entre les stations VI et IX ne fait pas apparaître de différences sensibles, tout au moins au niveau de cet échantillonnage succinct.

L'allure de la courbe montre en outre que le Hêtre dans ces stations atteint un palier de croissance aux alentours de 28-30 m de hauteur (ceci, à partir d'un âge approximatif de 120 ans).

Les chiffres avancés dans ce paragraphe dénotent une productivité importante du Hêtre dans les stations VI et IX, nettement supérieure à celle du Chêne.

## 3. Relations station-qualité du bois :

### 3.1 Le traitement des données :

L'analyse de variance hiérarchique est apparue comme le traitement le plus adéquat pour l'exploitation de l'ensemble des données évoquées au §1. En effet, trois niveaux sont à distinguer :

- la station : c'est essentiellement les variations perceptibles à ce niveau qui pourront intéresser l'aménagiste.
- la placette : l'effet placette à l'intérieur des stations est un "effet aléatoire". La variabilité au niveau placette est le reflet :

\* des variations propres à l'état sylvicole de chacun des peuplements où ont été choisis les placettes. (passé sylvicole de chaque parcelle, âge moyen du peuplement, etc...)

.../...

\* des variations existant au sein d'"lôts génétiques" pouvant se rencontrer sur une telle étendue forestière.

- l'arbre : il constitue le facteur de répétition. Les variations mises en évidence à ce niveau sont dues à la variabilité entre individus (âge, variabilité génétique, concurrence entre individus, etc...)

Au niveau intrastation, l'analyse de variance hiérarchique permettra de percevoir la part de variabilité due à "l'effet placette" d'une part, et au facteur de répétition (l'arbre) d'autre part.

Les résultats de l'analyse hiérarchique se décomposent donc comme suit :

| Source de variation   | Degré de liberté | Espérance des carrés moyens                    |
|-----------------------|------------------|------------------------------------------------|
| Station :             | $s-1=4$          | $\sigma_a^2 + k_1 \sigma_p^2 + k_2 \sigma_s^2$ |
| Placette dans station | $p-s=25$         | $\sigma_a^2 + k_1 \sigma_p^2$                  |
| Arbre dans station    | $n-p=120$        | $\sigma_a^2$                                   |

$s = 5 =$  nombre de station

$p = 25 =$  nombre total de placettes

$n =$  nombre total d'arbres = 150

$k =$  nombre d'arbres par placettes = 5

$k_2 =$  nombre d'arbres par station = 30

$\sigma_s^2 =$  variance station

$\sigma_p^2 =$  variance placette dans station

$\sigma_a^2 =$  variance arbre dans placette

Les covariances qui permettent d'obtenir les corrélations se décomposent de la même façon que les variances.

Le programme utilisé pour le traitement des données est le programme "HIERA" de la Station de Biométrie.

Nous appellerons (cf le tableau de la figure 55)

- variables générales : (N°1 à 11) toutes les variables mesurées sur le terrain, ou facilement obtenues à partir des carottes.
- variables dendrométriques : (N°12 à 18) toutes les variables obtenues à partir des mesures effectuées au laboratoire.

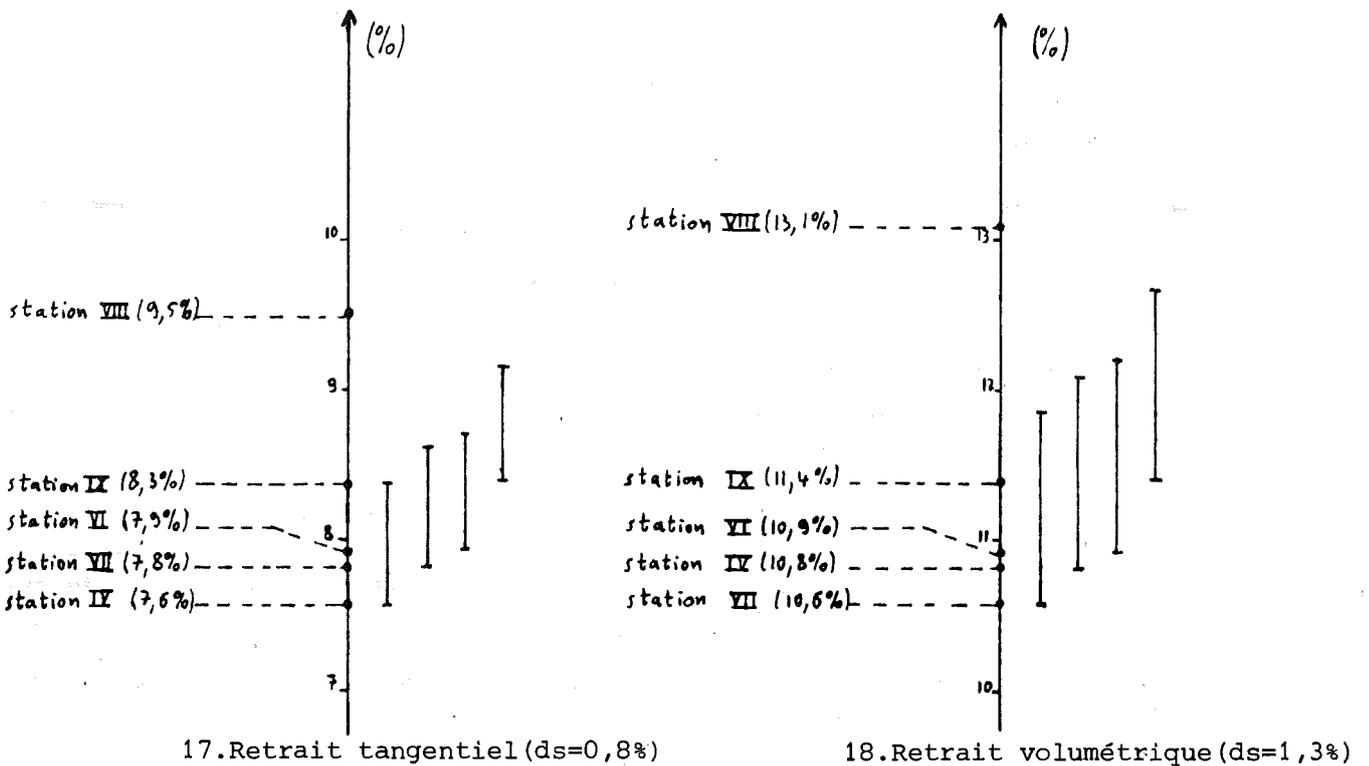
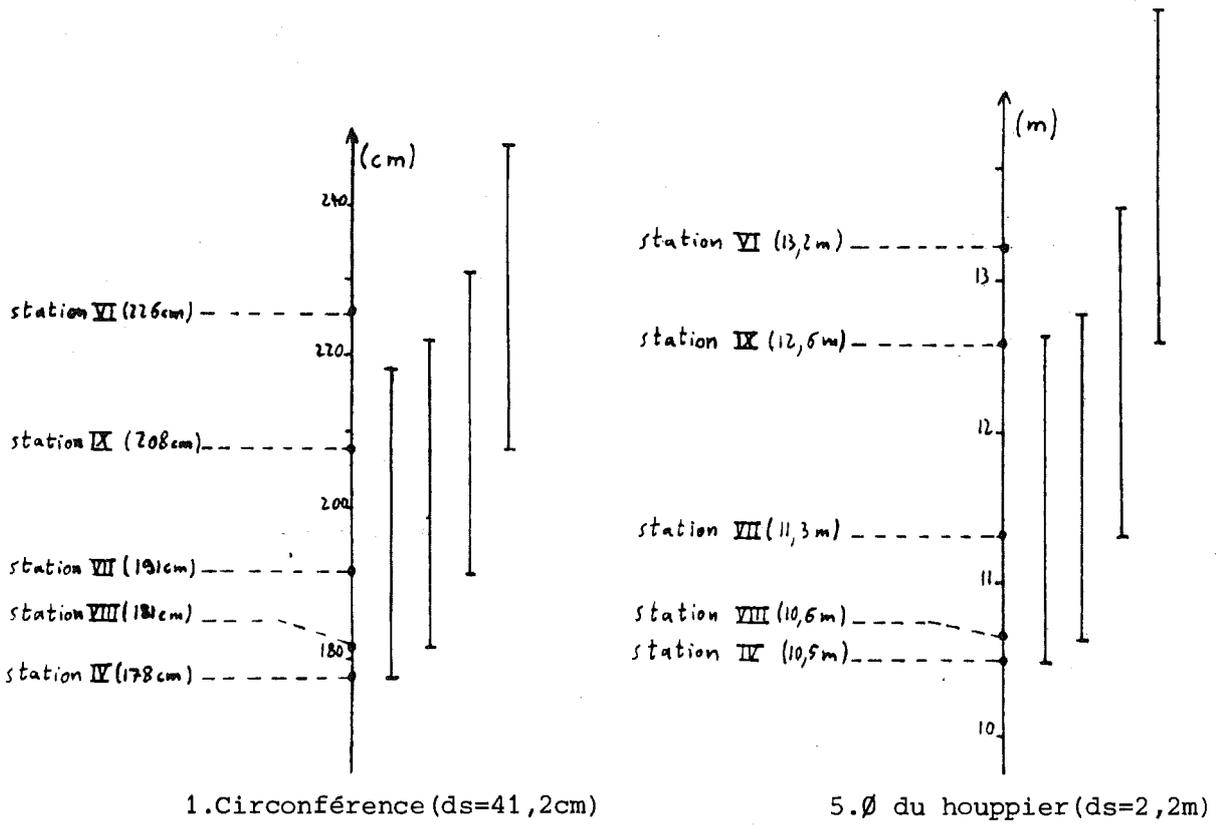
### 3.2. L'analyse de variance aux différents niveaux :

Les résultats de l'analyse de variance sont rassemblés sur la Figure 55 ; (\* = signification au seuil de 5 % ; \*\* = signification au seuil de 1 %).

321. Niveau station : les comparaisons entre moyennes au niveau station ont été effectuées avec le test de Tukey, les plus intéressantes sont rassemblées à la figure 56.

.../...

Figure 56: comparaison de moyennes entre stations (Chêne).  
 (ds=différence significative, au seuil de 5%,  
 représentée par un segment vertical).



Les principaux résultats concernent :

- la circonférence : deux extrêmes (station VI et IX) s'individualisent nettement.
- la hauteur : nous considérons que "l'effet station" sur la hauteur a été interprété au §2, nous n'y reviendrons pas dans le §3. Au niveau de l'échantillonnage étudié ici se détachent deux extrêmes: station VI (25,0m) et IV (20,4m).
- le diamètre du houppier : de la même façon que pour la circonférence se détachent les stations VI (13,1m) et IV (10,1 m)
- infradensité : il n'apparaît pas d'influence de la station
- dimension axiale saturée : deux extrêmes : station IX et VIII.
- retrait tangentiel et volumétrique : la station VIII(9,5 %) se détache des autres.

322. Niveau placette :

"L'effet placette" reste important au niveau de la plupart des variables générales (circonférence, épaisseur écorce, hauteur totale, hauteur fût, diamètre du houppier, broussins, largeur moyenne de cerne, âge estimé). Pour les variables technologiques, effet notable au niveau de l'infradensité, et surtout du retrait radial.

323. Niveau arbre :

La variabilité constatée au niveau arbre représente de manière générale une part importante de la variabilité totale, sauf :

- pour la hauteur totale des arbres.
- pour la hauteur du fût, qui est en grande partie conditionnée par la placette.

Pour l'ensemble des caractéristiques technologiques, la variabilité intraplacette reste très forte, généralement comprise entre 75 % et 100 % de la variabilité totale.

33. Les liaisons entre variables :

Ce volet ne concerne pas directement l'étude de la qualité du chêne en relation avec la station, mais il permettra :

- d'appréhender les paramètres influant sur la qualité du bois.
- éventuellement, de détecter des particularités relatives à l'échantillonnage.

331. Liaisons entre arbres à l'intérieur des placettes :

Elles sont nombreuses (cf figure 57) et nous ne mentionnerons ici que les plus intéressantes. Pour clarifier la présentation, nous utiliserons les symboles suivant :

|                  |                               |     |
|------------------|-------------------------------|-----|
|                  | signification au seuil de 5 % | 1 % |
| liaison positive | +                             | ++  |
| liaison négative | -                             | --  |

331.1 Entre variables générales :

- entre circonférence et :
  - épaisseur écorce : ++
  - hauteur totale : ++
  - diamètre du houppier : ++

Figure 57 : Matrice des coefficients de corrélation intraplacettes

(Pour la signification des variables, se reporter aussi à la figure 54)

|                    | 1    | 2    | 3   | 4 | 5    | 6    | 7    | 8 | 9    | 10   | 11   | 12   | 13 | 14 | 15  | 16  | 17  | 18 |  |
|--------------------|------|------|-----|---|------|------|------|---|------|------|------|------|----|----|-----|-----|-----|----|--|
| 1. Circonférence   | 1    |      |     |   |      |      |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 2. Epaiss.éc.      | 629  | 1    |     |   |      |      |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 3. Hauteur totale  | 468  | 235  | 1   |   |      |      |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 4. Hauteur fût     | /    | /    | /   | 1 |      |      |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 5. Ø Houppier      | 658  | 364  | 339 | / | 1    |      |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 6. Couple          | -395 | -235 | /   | / | -255 | 1    |      |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 7. Broussin        | /    | /    | /   | / | /    | -198 | 1    |   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 8. Forme tronc     | /    | /    | /   | / | /    | /    | /    | 1 |      |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 9. Larg.cern.conv. | /    | /    | 308 | / | /    | 239  | -335 | / | 1    |      |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 10. Larg.cern.et.  | /    | /    | /   | / | /    | 180  | -267 | / | 706  | 1    |      |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 11. Age tot.est.   | 853  | 541  | 362 | / | 551  | -469 | 218  | / | -307 | -431 | 1    |      |    |    |     |     |     |    |  |
| 12. Dim.ax.sat.    | -214 | /    | /   | / | /    | 232  | /    | / | /    | /    | -179 | 1    |    |    |     |     |     |    |  |
| 13. Dim.tg.sat.    | 203  | 273  | /   | / | /    | /    | /    | / | -255 | -331 | 310  | 222  | 1  |    |     |     |     |    |  |
| 14. Infradens.     | 441  | -333 | /   | / | -251 | 697  | -246 | / | 404  | 511  | -616 | -334 | /  | 1  |     |     |     |    |  |
| 15. Retrait axial  | 261  | /    | /   | / | /    | -221 | /    | / | /    | /    | 261  | 184  | /  | /  | 1   |     |     |    |  |
| 16. Retrait tg.    | 385  | 301  | 240 | / | 286  | /    | /    | / | /    | /    | 293  | /    | /  | /  | 208 | 1   |     |    |  |
| 17. Retrait rad.   | /    | /    | /   | / | /    | /    | /    | / | /    | /    | /    | /    | /  | /  | /   | /   | 1   |    |  |
| 18. Retrait vol.   | 317  | 236  | 231 | / | 224  | /    | /    | / | 175  | /    | 250  | /    | /  | /  | 289 | 923 | 484 | 1  |  |

- Tous les coefficients sont multipliés par  $10^3$ .

- Limite de signification : 174 au seuil de 5 %

228 au seuil de 1 %

/ = pas de liaison.

Notons qu'ici, on ne trouve pas de liaison circonférence-largeur moyenne de cerne alors qu'on admet en général que l'accroissement diminue avec l'âge (donc la circonférence) :

La liaison circonférence-âge estimé est "automatique" vu les conditions d'estimation (cf. § 142)

→ entre hauteur totale et :

    circonférence : ++  
    épaisseur écorce : ++  
    diamètre du houppier : ++

→ entre diamètre du houppier et :

    épaisseur écorce : ++

→ entre largeur de cerne (zone d'étude et conversion) et

    broussin : --

→ entre largeur de cerne (zone d'étude) et

    largeur de cerne (zone de conversion) : ++

Signalons que les résultats exposés dans les trois premières rubriques ont été également mis en évidence par MOUREY (1979) (excepté la liaison hauteur totale - épaisseur écorce) ; l'absence de liaison circonférence - largeur moyenne de cerne a également été trouvée (pour une zone d'aubier).

### 331.2 Entre variables technologiques et générales

→ entre l'infradensité et :

    la circonférence --  
    le diamètre du houppier --  
    le couple de torsion ++  
    la note broussin --  
    la largeur de cerne ++

Les trois premières liaisons ont été également trouvées par MOUREY (1979). La bonne corrélation couple-infradensité est classique, (et confirme l'intérêt de la méthode de mesure du couple de torsion) ; de fait, les liaisons concernant le couple sont pratiquement identiques à celles concernant l'infradensité.

La liaison infradensité - largeur de cerne est très bonne, ce qui est généralement admis pour le chêne. Toutefois cette liaison a pu être démentie par ailleurs, (cf POLGE et KELLER (1973) et F. COURTOISIER (1976)), notamment lorsque l'on se trouve en présence d'une proportion appréciable d'individus à accroissements larges et faible densité.

→ entre le retrait tangentiel et :

    la circonférence ++  
    la hauteur totale ++  
    le diamètre du houppier ++

L'absence de liaison retrait tangentiel-largeur de cerne est à souligner

→ entre le retrait axial et la circonférence ++

.../...

331.3 Entre variables technologiques :

Le retrait tangentiel est notamment lié avec  
le retrait volumétrique : ++  
le retrait axial : +

La très forte liaison retrait tangentiel - retrait volumétrique est logique, étant donné que dans les trois directions de mesure, le retrait tangentiel est largement prépondérant. La liaison retrait tangentiel-retrait axial est assez classique (POLGE et KELLER (1973)).

L'absence de liaison significative entre retrait tangentiel et infradensité est surprenante (elle est à rapprocher ici de l'absence de liaison retrait tangentiel-largeur de cerne) alors que ces deux grandeurs sont normalement liées (POLGE et KELLER (1973), F. COURTOISIER (1976)). Le graphe de la figure 58 montre que cette particularité n'est pas provoquée par l'existence d'individus ou de groupe d'individus originaux. Cette absence de liaison est peut-être due au fait que l'on a travaillé en taillis-sous-futaie (elle a généralement été mise en évidence en futaie) : elle aurait pour origine l'importante irrégularité des accroissements due au traitement sylvicole.

332. Liaisons intra-stations (ou inter-placettes) :

Nota: au niveau inter-placettes (ainsi qu'au niveau inter-stations) nous ne tiendrons compte que des liaisons pour lesquelles il y a un effet significatif sur chacun des deux caractères.

La quasi-totalité des liaisons (peu nombreuses) que l'on constate pour ce niveau se retrouvent également au niveau arbres dans placettes, il s'agit notamment des liaisons entre circonférence et :

épaisseur de l'écorce : ++  
hauteur totale : ++  
diamètre du houppier : ++  
infradensité : --

On trouve ici une liaison hauteur totale - hauteur fût qui n'était pas apparue précédemment.

333. Liaisons inter-stations : Elles sont peu nombreuses à ce niveau, et concernent les liaisons :

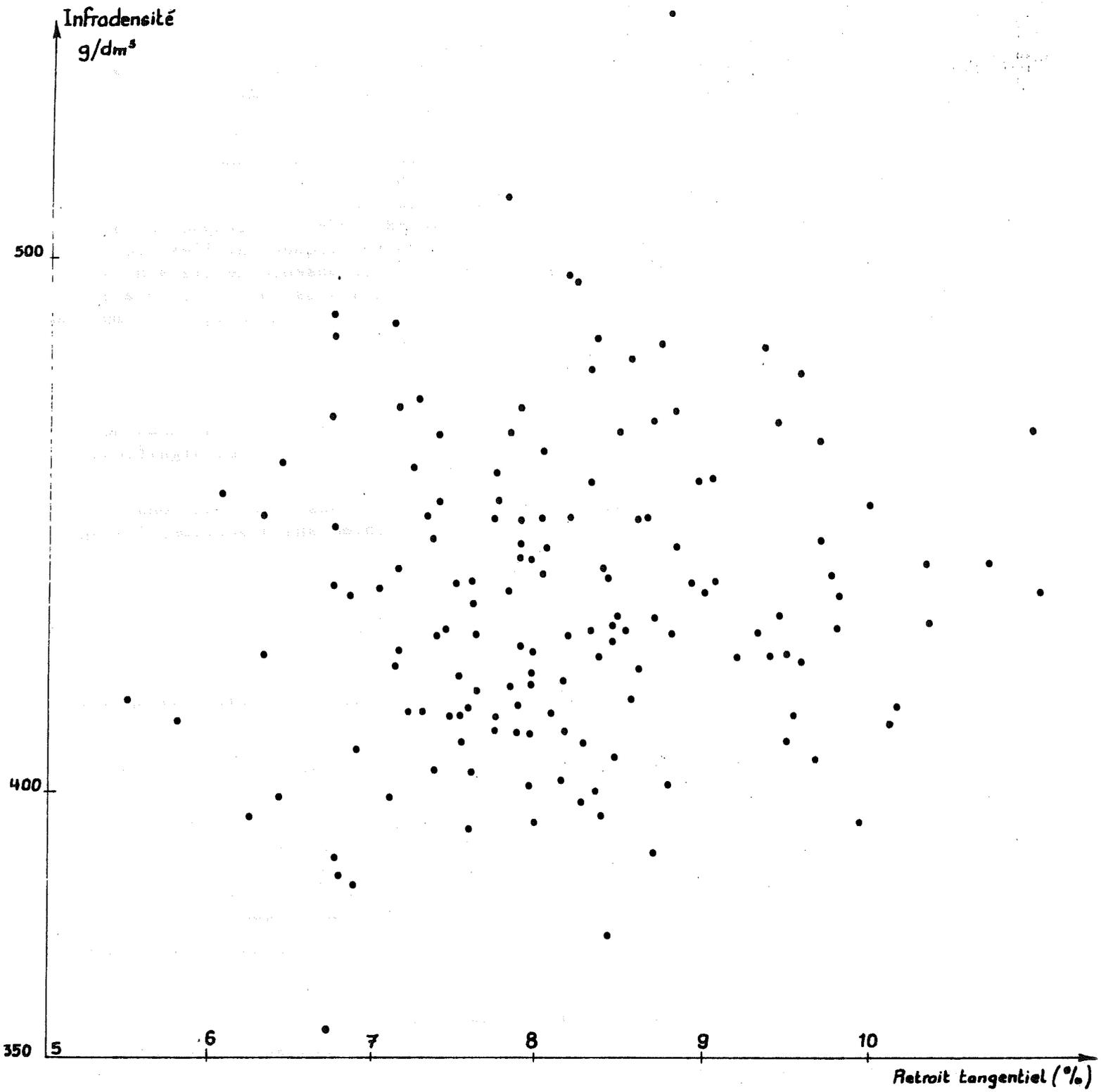
hauteur totale - circonférence : ++  
circonférence-diamètre du houppier : ++  
hauteur totale - diamètre du houppier : ++  
diamètre du houppier - dimension axiale saturée : +  
retrait tangentiel - retrait volumétrique : ++

Seule la liaison diamètre du houppier - dimension axiale saturée n'a pas été trouvée aux niveaux précédents.

3.4 Interprétation des résultats, conséquences :

341. "L'effet station" : L'échantillonnage analysé montre des différences au niveau station :

- concernant la circonférence, la hauteur, le diamètre du houppier : ces variables sont étroitement liées entre elles. Nous pensons que les différences constatées pour ces variables peuvent être attribuées :



**Figure 58:** infradensité en fonction du retrait tangentiel au niveau intraplacette.  
 (Chêne-Massif forestier de la Reine; stations IV, VI à IX)

- \* pour une part à la fertilité des stations (le classement apparaissant ici entre les stations est à peu près celui trouvé au § 2).
- \* pour une bonne part aussi à l'existence de biais : c'est ainsi que l'on a échantillonné les plus petits diamètres dans la station IV.

- concernant le retrait tangentiel, les caractéristiques édaphiques plus défavorables de la station VIII pourraient expliquer l'existence d'un retrait plus important que par ailleurs, sans que l'on ait plus d'éléments de réponse.

- concernant le diamètre axial saturé, les résultats sont difficilement interprétables. En effet, on admet qu'en forêt, il est peu significatif des phénomènes de contrainte. L'existence de contraintes chez le Chêne en relation avec la forme du houppier n'a en tout cas pas été mise en évidence jusqu'à présent.

#### 342. Conclusions ; la qualité intrinsèque du chêne :

\* "L'effet station" sur la qualité technologique du chêne dans le massif apparaît donc négligeable, hormis l'effet de la station VIII sur le retrait tangentiel. La variabilité individuelle et les fluctuations d'ordre sylvicole effacent toute autre éventuelle influence de la station. Ce résultat n'est pas surprenant si l'on songe que l'on a travaillé dans une gamme de milieu assez étroite (Rappelons ici que les milieux humides n'ont pas été échantillonnés). Aucune influence sensible n'est apparue non plus quant à la forme extérieure des arbres (courbure, broussin...). Mais dans cet ordre d'idée on n'oubliera pas que les billes les plus longues seront obtenues dans les stations les plus fertiles...

\* Dans la mesure où les chiffres moyens obtenus ici sont comparables avec d'autres chiffres obtenus par ailleurs, on soulignera que : (cf figure 55)

- la valeur moyenne de l'infradensité n'est pas élevée malgré un traitement de taillis-sous-futaie.
- les valeurs moyennes des retraits se présentent également à des niveaux normaux.

Ces chiffres ne font que confirmer la réputation du chêne dans le massif.

\* D'un point de vue pratique, la bonne corrélation infradensité - largeur de cerne souligne l'intérêt d'obtenir des accroissements fins pour produire des bois tendres : c'est tout au moins ce qui apparaît au niveau de notre échantillonnage.

#### 35. Comparaison du hêtre entre les stations VI et IX

- Une analyse de variance à un facteur contrôlé (programme "UNFAL" de la Station de Biométrie) a été effectuée sur l'échantillonnage de Hêtre étudié : elle n'a montré aucune différence significative entre les deux populations.

- Nous donnons ci-dessous les valeurs obtenues pour les deux populations confondues :

|                                          | Moyenne | Minimum | Maximum |
|------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Circonférence (cm)                       | 189     | 117     | 277     |
| Épaisseur écorce (cm)                    | 0,64    | 0,3     | 1,0     |
| Hauteur totale (m)                       | 25,5    | 20,5    | 31,0    |
| Hauteur fût (m)                          | 8,6     | 3,5     | 12,0    |
| Diamètre houppier (m)                    | 13,6    | 8,0     | 21,0    |
| Couple de torsion : (kg.-cm)             | 287     | 230     | 360     |
| Dissymétrie houppier (variance 4 rayons) | 9,7     | 1       | 22      |
| Courbure (note 0 à 5) :                  | 1,1     | 0       | 3       |

|                                      | Moyenne | Minimum | Maximum |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| Largeur de cerne (mm)                | 3,5     | 2,1     | 5,8     |
| Age total estimé (ans) :             | 103     | 65      | 140     |
| Infradensité : (kg/dm <sup>3</sup> ) | 0,56    | 0,49    | 0,63    |
| Retrait tangentiel (%) :             | 10,5    | 8,4     | 12,9    |
| Retrait axial (%) :                  | - 0,02  | - 0,3   | 0,7     |
| Retrait radial (%) :                 | 3,6     | 1,8     | 4,4     |
| Retrait volumétrique (%) :           | 14,4    | 12,1    | 17,1    |

- Les corrélations entre variables au niveau de cet échantillonnage de hêtre n'ont pas fait l'objet d'une étude approfondie. Toutefois, nous avons remarqué :

- \* l'absence de liaison infradensité - largeur de cerne, ce qui confirme les résultats de KELLER, LE TACON et TIMBAL (1975) dans les hêtraies du Nord Est.
- \* également absence de liaison circonférence - largeur de cerne
- \* une bonne liaison, positive, entre infradensité et couple de torsion.
- \* les liaisons positives entre infradensité d'une part, retrait tangentiel et volumétrique d'autre part
- \* la liaison positive entre contrainte et infradensité.

- Dans la mesure où ces chiffres sont comparables avec ceux obtenus par ailleurs, ils montrent que le bois de hêtre est plutôt dur dans ces stations, ce qui correspond à la réputation qu'on lui attribue dans le massif.

#### 4. Possibilités d'orientations sylvicoles

Pour être traité plus amplement, ce volet nécessiterait de réunir un grand nombre de données. Les propositions formulées ici découlent directement de ce qui a été précédemment acquis.

##### 4.1 Vocation des stations :

##### 4.1.1. Répartition actuelle des essences :

Les chiffres présentés ci-dessous indiquent la fréquence relative des principales essences (présence-absence en strate arborescente) par type de station, calculée d'après le tableau phyto-écologique N°1.

| Station                   | I  | II | III | IV | VI | VII | VIII | IX |
|---------------------------|----|----|-----|----|----|-----|------|----|
|                           | %  | %  | %   | %  | %  | %   | %    | %  |
| <i>Acer campestre</i>     | -  | -  | 3   | 13 | 1  | -   | -    | -  |
| <i>Alnus glutinosa</i>    | 17 | -  | -   | -  | -  | -   | -    | -  |
| <i>Betula verrucosa</i>   | -  | -  | -   | 5  | 16 | 11  | 14   | 3  |
| <i>Carpinus betulus</i>   | -  | -  | 8   | 12 | 14 | 11  | 16   | 14 |
| <i>Fagus sylvatica</i>    | -  | -  | -   | -  | 20 | -   | 2    | 34 |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | 24 | -  | 27  | 20 | 3  | 7   | -    | -  |
| <i>Populus tremula</i>    | 12 | 29 | 19  | 12 | 17 | 17  | 20   | 11 |
| <i>Prunus avium</i>       | -  | -  | -   | -  | 5  | -   | -    | -  |
| <i>Quercus petraea</i>    | -  | -  | -   | -  | 1  | 2   | 4    | 3  |
| <i>Quercus rubur</i>      | 23 | 71 | 35  | 28 | 25 | 52  | 44   | 35 |
| <i>Ulmus laevis</i>       | 24 | -  | 8   | 6  | -  | -   | -    | -  |
| <i>Ulmus minor</i>        | -  | -  | -   | 4  | -  | -   | -    | -  |

.../...

#### 412. Choix d'essences forestières

- Le Chêne pédonculé est à sa place presque partout :

\* dans les milieux mésophiles, il est de belle venue en général, surtout dans la station VI (Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile). Toutefois, la station VIII (Chênaie-Charmaie acidiphile) constitue un pôle relativement moins favorable (retrait plus important, hauteur moyenne des réserves âgées de l'ordre de 21 m, ce qui est peu).

\* il est encore bien représenté dans les milieux humides, bien qu'il diminue un peu en abondance vers le type extrême (station I : Frênaie-aulnaie hygrophile). De fait, il reste adapté à ces zones humides, tout au moins pour la croissance. Nous avons également évoqué sa présence dans des faciès beaucoup plus inondables en forêt du Mont Dieu (cf page 47 et page 60) Le problème reste avant tout son installation.

- Le Chêne sessile reste rare, localisé, et se présente sous des formes intermédiaires avec le Chêne pédonculé. Son introduction dans les zones à limons profonds a été envisagée à Fresnes-en-Woëvre (M. MONTAGNE, 1975) ; ce choix est discutable, dans la mesure où le Chêne pédonculé donne de bons résultats et que le comportement du chêne sessile en Woëvre est mal connu. Son introduction sur les limons profonds et plus acides peut se justifier, dans la mesure où l'on note une légère baisse de productivité du chêne pédonculé : le chêne sessile est en effet moins exigeant sur le plan richesse minérale, par ailleurs, il donne d'excellents résultats au point de vue qualité dans ce type de station sur le Plateau lorrain.

- Le Hêtre : reste cantonné aux limons profonds et peu hydromorphes (stations VI et IX). Sa productivité est nettement supérieure à celle du chêne, quoi qu'il soit difficile de chiffrer la différence. Vu sa vigueur, il occuperait certainement une place beaucoup plus importante sans l'action du sylviculteur. Toutefois, il ne paraît pas opportun de le favoriser au détriment du chêne :

\* son bois est plutôt dur, il a la réputation d'avoir le coeur rouge.

\* compte-tenu de la proximité de régions forestières où le Hêtre est prédominant (côtes de Meuse, côtes de Moselle), la production de bois de chêne de qualité est appréciable et fournit un élément de diversité sur le marché.

Par ailleurs, il constitue un élément culturel intéressant (sous-étage).

- Feuillus précieux :

\* Le Frêne : il est particulièrement bien représenté dans la station III (Chênaie-Frênaie méso-hygrophile) où il pourrait être favorisé (bonne alimentation en eau sans excès). Cependant, il ne sera pas à son optimum étant donné la prédominance de la texture argileuse. Le Frêne semble également bien à sa place dans la station W2 (forêts sur sol alluvial calcaire). Il n'est sans doute pas opportun de le favoriser dans les milieux mésophiles, et spécialement sur les pélosols où peuvent se poser des problèmes de sécheresse d'été.

\* L'Erable sycomore et le Merisier conviendraient également pour la station W2. Parmi les milieux mésophiles, le Merisier se distribue préférentiellement sur limons profonds, peu acides (station VI).

\* L'Aulne glutineux peut contribuer à la mise en valeur des zones les plus humides, à condition bien sûr de ne pas être traité en taillis.

\* Les ormes : l'Orme champêtre serait envisageable (particulièrement pour la station W2), si son dépérissement n'était pas à craindre. L'Orme lisse constitue un élément original des zones humides de la Woëvre, et mérite d'être conservé à ce titre. Toutefois, son bois est "mou, noueux et sans emploi" (LIEUTAGHI, 1969).

- Les résineux : Ils ne sont guère à leur place dans ces forêts à vocation Chêne affirmée. Toutefois, ils peuvent offrir des solutions de remplacement (par exemple, plantation du type "relais de production" dans certaines unités de gestion).

\* sur les limons profonds (station VI et IX) l'Epicéa et le Douglas pourront particulièrement réussir.

\* sur les limons superficiels (stations VII et VIII), l'Epicéa réussira moins bien. Des plantations comparatives installées en conditions analogues (sur pélosols - pseudogleys) montrent les bons résultats des pins sylvestres, Weymouth, Laricio de Calabre et du Mélèze d'Europe (LEVY, communication orale).

\* sur les pélosols (station IV), l'Epicéa est à déconseiller ; le Pin sylvestre est envisageable.

#### 42. Le problème de la régénération du chêne :

Nous avons déjà évoqué (cf 1ère partie §3) les problèmes rencontrés lors des opérations de régénération dans ce type de forêt. Une meilleure connaissance des particularités stationnelles pourra permettre d'orienter au préalable l'action du forestier. Suite à des discussions que nous avons eues avec le service gestionnaire, nous pouvons déjà faire les observations suivantes

- les milieux humides (types de station I,II,III) : dans la mesure où l'on n'a pas affaire à des zones trop confinées, l'opération reste envisageable moyennant un important effort de drainage. L'envahissement par les herbes est particulièrement rapide lors de l'ouverture des peuplements et nécessite des nettoiements adaptés. En particulier, lorsque la formation à grands Carex est préexistante, une destruction préalable de cette végétation herbacée s'impose (soit mécaniquement, soit chimiquement).

- les milieux mésophiles :

\* les pélosols (type IV) : l'apparition de fentes de retrait lors des phases de sécheresse est particulièrement préjudiciable à la croissance du jeune semis. Un travail du sol (sur 25 cm de profondeur environ), améliorant la structure superficielle pourra le rendre plus réceptif. Il est également envisageable de ne pas éclairer le sol trop brutalement pour tempérer son dessèchement (mais ceci, tout en tenant compte du grand besoin en lumière des semis de chênes).

\* les limons superficiels : (types VII et VIII) : le sol est plus réceptif à la glandée que précédemment, mais l'existence des phénomènes d'hydromorphie entraîne des mortalités importantes. Un réseau de drainage suffisamment dense, (s'appuyant en grande partie sur le réseau déjà existant) doit permettre l'élimination plus rapide des nappes superficielles se formant lors des périodes humides. Par ailleurs, dans ces stations, l'envahissement par la végétation concurrente est certainement plus accusé que pour les autres milieux mésophiles.

\* les limons profonds, peu hydromorphes (types VI et IX) : ils offrent de meilleures garanties de réussite, le travail de drainage n'est sans doute pas toujours nécessaire.

En cas de plantations, la technique des billons serait préférable dans les milieux humides, et sur les limons superficiels (à condition que soit pratiqué un dessouchage préalable ; l'analyse financière de l'opération reste à l'appréciation du gestionnaire).

De manière générale, le travail superficiel du sol sera toujours payant dans la mesure où il permettra un meilleur démarrage du semis (enfouissement du gland, amélioration de la structure superficielle, suppression de la concurrence herbacée dans l'immédiat tout du moins). Le travail du sol implique l'exploitation du taillis, ce qui provoque une explosion de la végétation herbacée. Les glandées étant souvent très espacées (12 à 15 ans), il en résulte que le gestionnaire aura sans doute intérêt à exécuter le travail du sol sur glandée acquise, ce qui implique le calendrier suivant :

- Août-Septembre : décision d'effectuer le travail du sol.
- Septembre-Octobre : griffage en réserve des brins de taillis.
- Novembre à Février : exploitation et vidange du taillis.
- Mars : labour.

Il est certain qu'il conviendra de moduler l'utilisation de ces techniques en fonction des particularités stationnelles.

5. Conclusion : A l'issue de cette étude des potentialités forestières, nous devons essentiellement retenir :

- les résultats obtenus pour les milieux mésophiles :
  - \* concernant les relations station - production : la mise en évidence de trois niveaux de fertilité pour le Chêne (dans l'ordre croissant : station VIII, puis stations IV, VII, IX, puis station VI).
  - \* concernant les relations station - qualité du bois : la faible influence de la station sur la qualité du bois : seule la station VIII se caractérise par des retraits plus importants.
- les possibilités d'orientations sylvicoles en fonction des stations : la connaissance des particularités stationnelles devra contribuer à une meilleure maîtrise des opérations de régénération ; elle pourra orienter éventuellement certains choix d'essence, quoique la vocation chêne reste indiscutable dans la plupart des cas.

SYNTHESE ET CONCLUSIONS.

A) A l'issue de l'étude du milieu forestier dans le Massif de la Reine, nous avons retenu un découpage écologique en 9 types de station bien différenciés (I à IV, VI à IX ; en outre W2) dont nous avons analysé ensuite un certain nombre de particularités sylvicoles. A ce titre, nous pensons que l'étiquette de "station forestière" (cf § introduction) pourra leur être appliquée.

Toutefois, sur le plan de l'efficacité pratique, l'éventail de cette typologie stationnelle pourra paraître trop lourd dans certains cas, c'est pourquoi il convient de proposer une typologie simplifiée, mieux adaptée aux objectifs sylvicoles prioritaires.

La régénération des peuplements constitue le problème majeur du gestionnaire de ces forêts : le découpage envisagé ici pourra correspondre à des zones d'action homogène, il s'articule de la manière suivante :

- groupe des stations forestières humides (stations I à III)
- station forestière sur pélosol (station IV)
- groupe des stations forestières sur limons peu épais, hydromorphes (station VII et VIII)
- groupe des stations forestières sur limons profonds (stations VI et IX)

Cependant, nous pensons que pour une meilleure connaissance du milieu forestier (et éventuellement une action plus fine) la typologie en 9 stations ne doit pas être perdue de vue.

B) Nous proposons une clef de détermination simplifiée permettant la reconnaissance des groupes de stations et stations à l'aide des principaux critères (floristiques, édaphiques) mis en évidence lors de cette étude (se reporter aussi à la figure 20 et à la figure 33). La clef figure en Annexe N°5.

C) Les principaux résultats que nous avons obtenus par types de milieu sont les deux suivants :

- Groupes des stations forestières humides :

Position topographique basse, d'où une humidité quasi-permanente. Profil de type Pélosol à pseudogley, (voire pélosol-gley ou sol alluvial carbonaté). La régénération du chêne ne sera obtenue qu'au prix d'efforts importants (drainage).

- \* Frênaie-Aulnaie hygrophile : dans les zones confinées les plus inondables. L'Orme lisse y est particulièrement abondant. L'Aulne glutineux mérite d'être mis en valeur.
- \* Chênaie à grand Carex acidiphile : il s'agit peut-être de faciès dégradés ; la formation à grands Carex est particulièrement néfaste à la régénération.
- \* Chênaie-Frênaie méso-hygrophile : le Frêne pourrait y être favorisé.
- \* Forêt humide sur alluvions calcaires : très marginale dans le Massif de la Reine, mais plus fréquent à Fresnes-en-Woëvre, cette station mérite d'être mentionnée ici ; elle conviendrait particulièrement pour des essences précieuses : Frêne, peut-être Orme champêtre, Erable sycomore.

.../...

- Station forestière sur pélosol : Chênaie-Charmaie calçicole-nitrophile. Le profil est de type pélosol marmorisé, voire pélosol calcaire. Riches sur le plan chimique, ces substrats sont caractérisés par de mauvaises propriétés physiques (rétraction des argiles). Cependant, le Chêne pédonculé paraît bien adapté (hauteur moyenne des réserves âgées # 22,5m). Un travail du sol paraît recommandable lors des opérations de régénération.

- Groupe des stations forestières sur limons peu épais, hydromorphes. Le profil est de type pélosol-pseudogley à deux couches (voire sol brun à pseudogley). Elles ne présentent jamais les caractères franchement défavorables de certaines stations du genre sur le Plateau Lorrain. Cette propriété semble due essentiellement au passage progressif existant entre le limon et la marne. L'hydromorphie de ces sols explique la rareté du hêtre, elle entraîne des difficultés au niveau de la régénération (nécessité de drainage en particulier). Deux types :

- \* Chênaie-Charmaie acidiphile : la désaturation des horizons superficiels paraît due à la topographie (haut de pente, mi-pente) : lessivage latéral, régime hydrique défavorable. C'est la moins bonne station des milieux mésophiles (hauteur moyenne des réserves âgées # 21 m, retrait du bois plus important qu'ailleurs).
- \* Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile : en position plus favorable (légère cuvette le plus souvent), l'horizon superficiel est moins désaturé ; la productivité s'en ressent (hauteur moyenne des réserves âgées # 23,5 m).

- Groupe des stations forestières sur limons profonds. Cette appellation n'a qu'une valeur relative, étant donné que nous n'avons jamais trouvé de couvertures limoneuses supérieures à 1 m. Le profil est de type sol brun lessivé marmorisé, l'hydromorphie est très atténuée, ce qui explique la prédilection du hêtre pour ces stations, qui offrent par ailleurs les meilleures garanties pour la régénération du chêne et du hêtre.

- \* Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile. C'est la station la plus favorable parmi les milieux mésophiles (hauteur moyenne des réserves âgées # 25 m.).
- \* Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile : La désaturation des horizons superficiels, une diminution de la richesse chimique doivent pouvoir expliquer une baisse de productivité (hauteur moyenne des réserves âgées # 23,5 m).

D) "L'inventaire Woëvre" ne prétend pas avoir couvert la totalité de la variabilité du milieu dans cette région naturelle. En particulier, des travaux antérieurs nous ont montré l'existence d'autres types de forêts :

- W1 : forêt inondable à grands Carex (forêt du Mont-Dieu)
- W2 : forêt humide sur alluvions calcaires, très marginale dans le Massif de la Reine (où il a été reconnu après l'inventaire phyto-écologique), il paraît beaucoup plus étendu à Fresnes-en-Woëvre, par exemple.
- W3 : forêt sur alluvions anciennes (Fresnes-en-Woëvre).

.../...

E) Conclusion générale :

Cette étude fournit une nouvelle application de la méthode du CNRF de définition des stations ; elle confirme la puissance de l'analyse factorielle des correspondances pour le traitement simultané de données floristiques et écologiques.

La définition des stations du Massif forestier de la Reine fait apparaître 9 types différents, ce qui est inattendu pour un milieu de plaine réputé très homogène. La variabilité du milieu a été essentiellement interprétée :

- par la topographie
- par la présence éventuelle et l'épaisseur d'une couverture limoneuse (par la présence de grouïne dans certains cas très particulier).

Seules les stations appartenant aux milieux mésophiles ont fait l'objet de prises de données supplémentaires :

- l'étude des relations station-production se présente sous une forme assez approximative, compte-tenu du fait que l'on a travaillé en taillis-sous-futaie. La fourchette de productivité paraît relativement étroite, mais trois niveaux de fertilité peuvent être distingués.

- l'effet station sur la qualité du bois de chêne est peu important. L'étude des liaisons intraplacettes entre variables montre l'absence de liaison infradensité-retrait tangentiel et volumétrique, (ce qui est une donnée inhabituelle) ; en outre, l'échantillonnage étudié montre une bonne liaison infradensité-largeur de cerne.

La vocation chêne de l'ensemble du massif forestier reste indiscutable. Toutefois certains choix d'essence (en particulier des feuillus précieux) sont possibles dans certaines stations, et à ce titre, des données complémentaires mériteraient d'être réunies.

La régénération du chêne reste le problème majeur de ces forêts ; la typologie stationnelle définie pourra servir de support pour adapter les techniques de régénération en fonction des conditions du milieu. Dans ce sens, un travail important reste à faire pour mieux préciser les modes d'action.

La confrontation phyto-écologique que nous avons abordée à l'échelle des forêts Woëvroises montre que la typologie du Massif de la Reine peut être globalement applicable à la région écologique ; quelques milieux originaux sont apparus après réunion de données bibliographiques. Cette étude de station constitue par conséquent une base de travail pour l'établissement d'un catalogue des stations forestières de la Woëvre.

ANNEXES

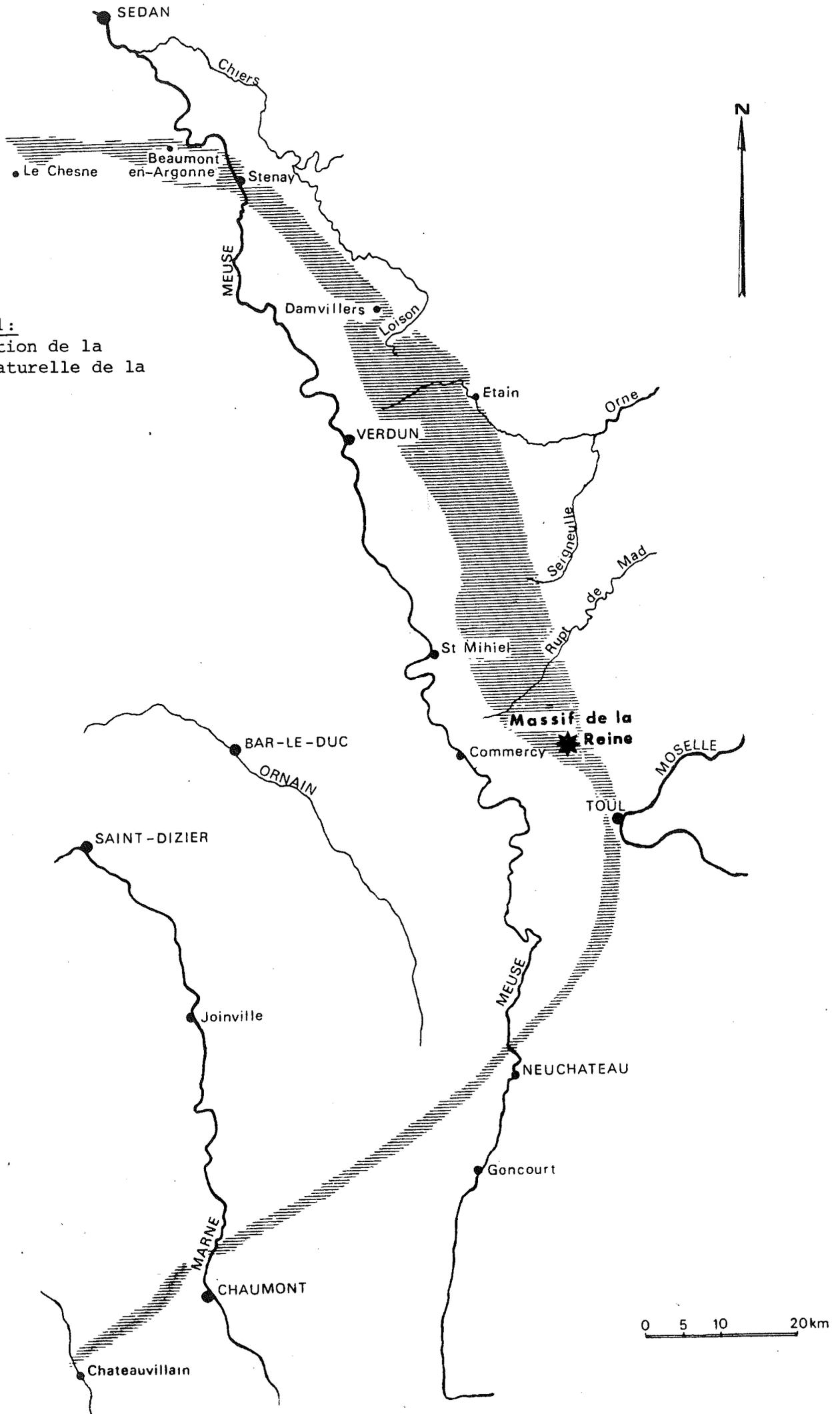


Figure A1:  
 Localisation de la  
 région naturelle de la  
 Woëvre.  
 (trame)

## Annexe 1 : Quelques généralités sur la région naturelle de la Woëvre

### A. La Woëvre : généralités - découpage retenu.

Etymologiquement, le terme "Woëvre" dérive du vieux français Vaivre, Vesvres (devenu Woëvre, mais aussi Voivre, que l'on retrouve fréquemment dans la toponymie). Le mot désignait les bois, les ruisseaux et les terres autrefois humides.

La plaine de la Woëvre est étroitement localisée sur les affleurements du Callovo-Oxfordien de Lorraine. L'étage géologique constitue l'une des auréoles Jurassiques concentriques de l'Est du Bassin Parisien, comprise entre l'Argovo-Rauracien (calcaires des côtes de Meuse) et le Bajocien-Bathonien (calcaires des côtes de Moselle) (cf. figure A2). Les premiers affleurements marneux du Bathonien peuvent également être rattachés à la Woëvre (en effet, la différence lithologique entre le Bathonien et le Callovien est souvent malaisée.

Pour le géographe, la Woëvre désigne la partie la plus élargie de la plaine callovo-oxfordienne s'étendant sur 80 km du Nord au Sud, de Damvillers (Meuse) à Toul, avec une largeur maximale aux environs d'Etain.

Le découpage de la "région naturelle de la Woëvre", tel qu'il a été retenu pour l'étude exposée dans la troisième partie correspond à une zone sensiblement plus étendue : ont été rattachés à la Woëvre proprement dite : (cf. figure A1)

- au Nord, la partie terminale du Callovo-Oxfordien aux confins de la Lorraine et des Ardennes jusqu'à Vendresse (Ardennes, au Sud de Sedan), avec, à proximité immédiate, la plaine alluviale de la Bar (forêt du Mont-Dieu).

- au Sud, l'étroit prolongement du Callovo-Oxfordien à partir de Toul jusqu'aux confins de la Lorraine et de la Champagne, à proximité de Châteauvillain (à l'Est de Chaumont), de largeur souvent inférieure à 1 km.

Le découpage retenu correspond aux critères suivants :

- homogénéité lithologique : argiles et marnes du Callovo-Oxfordien.
- homogénéité topographique : plaine ou dépression étroite au pied de la Cuesta de l'Argovo-Rauracien. Sur l'ensemble de la zone étudiée, l'altitude reste comprise dans une fourchette assez faible, et elle est de l'ordre de :
  - \* 260 m aux environs de Chaumont
  - \* 300 m aux environs de Neufchâteau
  - \* 250 m dans le Massif de la Reine
  - \* 230 m vers Fresnes-en-Woëvre
  - \* 160 à 200 m vers le Nord (Forêt de Belval, forêt du Mont Dieu)
- homogénéité macroclimatique : climat lorrain (cf § suivant)

B. Le climat : La plupart des données exposées ici sont tirées de l'étude bibliographique de NUSSBAUM (1974) sur le climat lorrain et meusien.

.../...

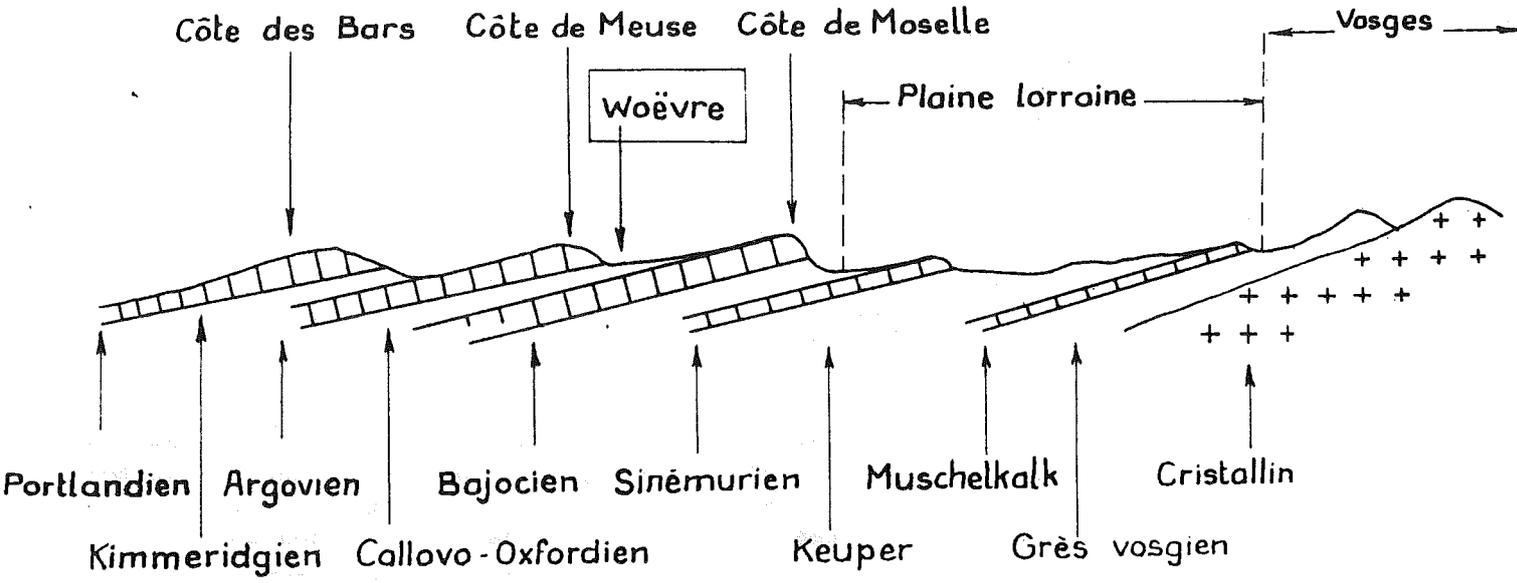


Figure A2: Coupe schématique d'ensemble de la Lorraine.

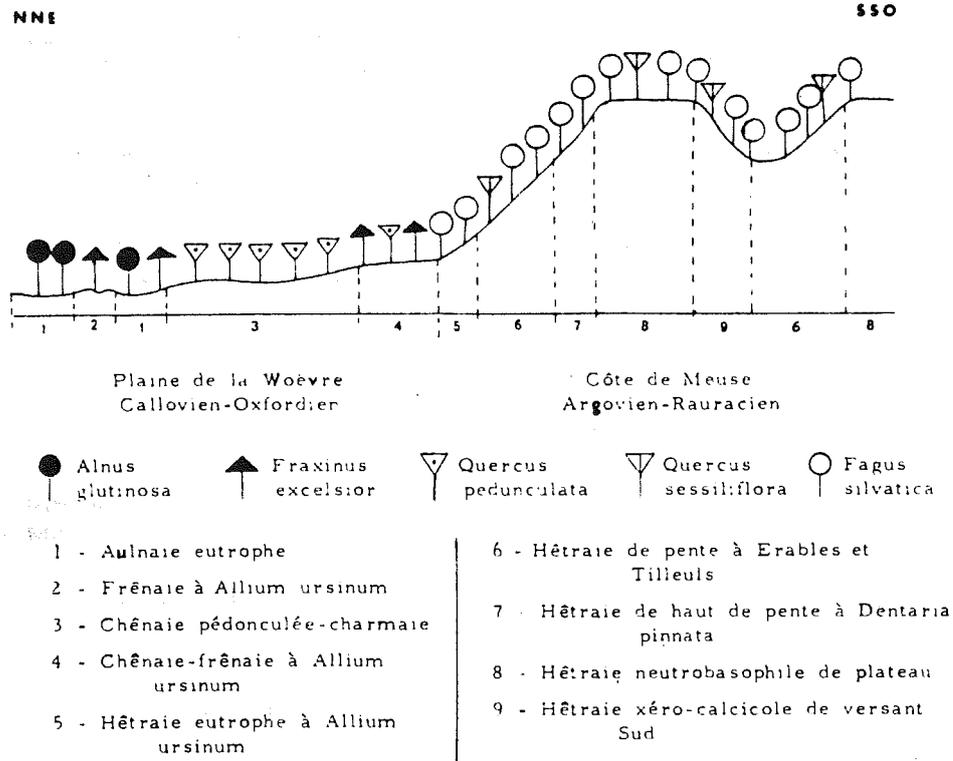


Figure A3: Transect de Corniéville-Rangeval (54/55)  
d'après VANDEN-BERGHEN et MULLENDERS (1957), modifié.

- Climat lorrain : pour de plus amples détails, on se réfèrera à TIMBAL, 1978). Le climat lorrain présente des caractères de continentalité notables :

- hiver en général long et rude (80 jours de gel par an à Nancy).
- été chaud et orageux
- variations brusques de température .

Cette continentalité est modérée par une influence océanique marquée : les vents d'Ouest et du Sud-Ouest, dominants (159 jours/an) contribuent à une bonne répartition des précipitations tout au long de l'année, qui restent abondantes en Lorraine (700 à 800 mm/an à Nancy)

La température moyenne annuelle est de 9° sur le plateau Lorrain, les écarts sont importants:

- entre la moyenne des mois les plus froids (0°) et des mois les plus chauds (18°)
- entre les extrêmes de température : -23° en février et +34° en juillet à Nancy.

- La Woëvre géographique : (cf. § A)

Par rapport aux zones de plateau, les précipitations sont sensiblement plus faibles dans la plaine de la Woëvre:

- elles sont de l'ordre de 900 à 1000 mm sur les Côtes de Meuse et 700 à 800 mm sur les côtes de Moselle.
- en Woëvre, elles avoisinent souvent 600 à 800 mm : la Woëvre est la partie la moins arrosée du département Meusien.

Citons à titre de comparaison quelques normales de précipitation pour la période 1901-1930.

| Côte de Meuse               | Altitude | Précipitations | Woëvre     | altitude | Précipitations |
|-----------------------------|----------|----------------|------------|----------|----------------|
|                             | m        | mm             |            | m        | mm             |
| Fleury-devant<br>Dorvaumont | 340      | 906            | Damvillers | 218      | 563            |
| Souilly                     | 300      | 913            | Lachaussée | 218      | 579            |
| Koeur en<br>forêt           | 340      | 977            | Toul       | 205      | 696            |
| Demange aux<br>Eaux         | 283      | 945            | Allain     | 307      | 794            |

Entre plateau et dépression, en Meuse, on note un écart de 1,5 à 2° selon les saisons. Nous ne disposons pas de données plus précises pour mieux cerner les différences.

- Variations constatées pour la "région naturelle Woëvre :

Elles concernent essentiellement les précipitation (cf la figure A4). Les zones les plus arrosées sont notamment situées près de Neufchâteau (850 mm à Neufchâteau même) et dans la partie située au Nord de Damvillers (Stenay 764 mm).



### C. Le cadre phytogéographique :

Nous résumerons ici les renseignements de la notice de la carte de la végétation au 1/200 000 (TIMBAL, 1978) relatifs à la Woëvre.

#### - Généralités :

La Lorraine fait partie du domaine floristique médio-européen. Certains auteurs font même de la Lorraine non vosgienne un district à part de ce domaine, dont voici les principaux traits :

- rareté des espèces atlantiques ou subatlantiques (comme *Ilex aquifolium*)
- présence en pointillé d'éléments subméditerranéens sur les plateaux calcaires.
- abondance d'espèces médio-européennes, traduisant les nuances continentales de la région.
- présence d'éléments montagnards, surtout dans la Lorraine des plateaux.

Dans la plaine argileuse de la Woëvre, l'élément subméditerranéen est absent, l'élément montagnard est très sporadique (très rarement on peut observer: *Geum rivale*, *Impatiens nolitangere*, *Senecio fuchsii*...). L'élément médio-européen diminue de manière appréciable à l'Ouest des côtes de Moselle, donc en Woëvre : c'est ainsi que des espèces comme *Carex umbrosa*, *Poa chaixii* sont peu fréquentes, alors qu'elles sont abondantes sur le plateau lorrain (dans des conditions édaphiques analogues) et sur les côtes de Moselle. On soulignera la présence d'*Ulmus laevis*, essence hygrophile de l'aulnaie-frênaie, typiquement médio-européenne.

#### - La Forêt :

La plus grande partie des forêts Woëvroises est à rattacher à la série du Chêne pédonculé : "En Lorraine , c'est dans la dépression de la Woëvre..., sur la feuille de Metz qu'elle est la plus étendue et la plus pure... Sur le plan phytosociologique, ces forêts se rattachent au grand groupe des Chênaies-Charmaies (alliance du *Carpinus betuli*)". L'humidité du milieu allant croissant, on passera aux termes de transition avec la série de l'aulnaie : Chênaie pédonculée-Frênaie, Aulnaie-Frênaie.

Signalons pour terminer l'étude de VANDEN BERGHEN et MULLENDERS (1957) sur le transect ("Caténa") de Corniéville (Sud-Ouest du massif forestier de la Reine), mettant en évidence les différents termes de passage entre la Chênaie pédonculée-Charmaie de la plaine de la Woëvre et la Hêtraie du plateau meusien (cf figure A3). Ce site constitue une rareté phytogéographique, puisque le pied des côtes de Meuse est presque toujours déboisé.

D. L'occupation humaine : Les données recueillies ici concernent la Woëvre au sens strict (cf § A)

#### - un peu d'histoire :

La plus grande partie de la Woëvre fut laissée à la forêt et aux marécages jusqu'au Moyen-Age. Quelques bancs d'argile furent exploités aux I<sup>er</sup> et II<sup>ème</sup> siècles après J-C. pour l'industrie de la terre cuite.

Les Moines du Moyen-Age ont beaucoup contribué au défrichement de la Woëvre, qui subit d'ailleurs des phases d'avance et de recul.

Du XIII<sup>ème</sup> au XVI<sup>ème</sup> siècle, l'effort se porta sur le drainage et la création d'étangs artificiels (exploités pour le poisson, ils étaient vidés et cultivés en assec tous les quatre ans).

Depuis lors, une grande partie de ces étangs a disparu. La Woëvre, à force de travail, était devenue une terre à blé.

La Woëvre fut le théâtre de nombreux combats lors de la première guerre mondiale (Entre autres, en 1915, le Bois Brûlé).

Le monument commémoratif de la Butte de Montsec (Meuse) porte le témoignage de toutes ces batailles.

Bien des forêts de la Woëvre gardent des séquelles de ce passé : bois mitraillés, parcelles "écrémées" (plus de réserves), sol dévasté...

- La Woëvre aujourd'hui :

C'est un pays essentiellement rural, ayant connu un exode important : la densité est actuellement de l'ordre de 10 à 20 habitants/km<sup>2</sup> (comparable à celle de la Sologne ou de la Brenne).

Cette région a subi récemment le recul des terres à blé général en France. Les pâtures ont repris du terrain, et l'activité agricole est surtout tournée vers un élevage mixte (résultant de l'évolution d'un élevage initialement laitier) ; quoi qu'il en soit, cette orientation répond mieux à la vocation de ces terres le plus souvent lourdes, humides, difficiles à travailler.

Les terres cultivées représentent encore le tiers des sols de la Woëvre : certains terroirs limoneux sont en particulier très favorables. La taille moyenne des exploitations est d'environ 40 ha.

On élève toujours la carpe, la tanche, la perche dans les étangs, mais les cultures en assec ne sont plus guère pratiquées.

La Woëvre présente un taux de boisement relativement moyen, nettement inférieur en tout cas à ce que l'on observe sur les côtes de Meuse et Moselle. Pour indication, la partie de la Woëvre située sur le département de Meurthe-et-Moselle a un taux de boisement de 23 % (12 600 ha de forêts).

Le parc régional de Lorraine (zone Ouest) comprend une partie de la Woëvre, située grossièrement entre Toul et Fresnes-en-Woëvre. Le lac de la Madine (à hauteur de St Mihiel), de création récente, est l'un des principaux centres d'intérêt de cette partie de la Woëvre et fait l'objet d'aménagements touristiques importants.

Globalement, l'action du Parc doit répondre aux objectifs suivants :

- maintien de la population actuelle par le développement des activités locales.
- gestion et protection du patrimoine naturel et paysages.
- animation du parc, maîtrise des activités d'accueil et de loisirs.

E. Localisation des relevés effectués lors de "l'inventaire Woëvre" (cf.p.40)

(Les numéros correspondent à ceux des tableaux phyto-écologiques N°2 à 4)

.../...

401 à 406 : (bois divers) Entre Toul et le massif forestier de la Reine  
407 à 416 : (bois divers) Entre Toul et Neufchâteau  
417 à 427 : (bois divers) Entre Fresnes-en-Woëvre et le massif forestier de  
la Reine  
428 à 429 : F.D. de la Woëvre (Meuse)  
430, 431 et 440 : (bois divers) Environs de Stenay (Meuse)  
432 et 433 : F.D. de Belval  
435 et 436 : F.D. du Mont-Dieu  
434, 437 à 439 : (bois divers) Environs de Raucourt-et-Flaba (Ardennes)  
441 à 443 : (bois divers) environs de Damvillers (Meuse)  
444 à 446 : F.D. de Spincourt  
447 : F.D. de Verdun  
448 à 453 : (bois divers) environs d'Etain  
454 à 457 : (bois divers) environs de Vigneules (Meuse)  
458 à 459 : (bois divers) entre Chaumont et Neufchâteau  
460 à 473 : (bois divers) à l'Ouest et au Nord de Chaumont  
474 à 477 : (bois divers) entre Chaumont et Neufchâteau

Annexe n°2 : (cf 2ème partie)

On trouvera successivement dans cette annexe :

- A - Un exemplaire des fiches de terrain utilisées lors de l'inventaire systématique
- B - Le plan de carte utilisée pour la 1ère analyse (Massif de la Reine)

Nous rappelons que les données relatives à un relevé remplissent 3 cartes perforées.

- \* les numéros de la colonne CO correspondent à la position de la variable sur les trois cartes perforées : exemple : 216=carte 2,16ème colonne.

Les 4 premières colonnes de chaque carte ne sont pas explicitées : elles sont utilisées pour l'identification de la carte : numéro de relevé (001 à 379), puis numéro de la carte relative au relevé (1 à 3)

Les traits continus indiquent le passage d'une carte à l'autre.

- \* les variables sont ordonnées de la manière suivante : (Le numéro de la variable dans le fichier correspond à la colonne VA).

Variables principales : les espèces

- arbres (variables 1 à 38)
- arbustes (variables 39 à 63)
- plantes herbacées (variables 64 à 137)
- mousses (variables 138 à 149)

Variables supplémentaires : (elles sont signalées par un coefficient 1 dans la case correspondant à la variable)

- variables floristiques (150 à 175)
- variables sylvicoles (176 à 195)
- variables écologiques (196 à 228)

"Niveau hydromorphie temporaire" signifie : profondeur d'apparition de la marmorisation.

"Profondeur de la couche L+LA+AL" exprime l'épaisseur cumulée des couches à texture limoneuse, limono-argileuse et argilo-limoneuse.

Les classes "Profondeur L+LA" et "L+LA+AL" ne figurent pas dans le dépouillement par soucis de clarté : elles n'apportent pas d'informations supplémentaires par rapport aux classes "Profondeur de la couche de limons" ; en effet, la plupart du temps, (au toucher) on avait L+10cm ≠ L+LA+AL

- C. Le plan de carte utilisée pour la 2ème analyse (Massif de la Reine)

Seule la répartition des variables supplémentaires est modifiée par rapport au plan précédent.









Annexe n°3 (cf. 3ème partie)

I. On trouvera successivement dans cette annexe :

- A. Le plan de carte utilisé pour les deux analyses "Woëvre" ; par rapport à ceux du Massif de la Reine, quelques modifications ont été apportées.
- De la variable 1 à la variable 175, le plan reste inchangé.
  - De la variable 176 à la variable 219 figure une liste d'espèces nouvelles par rapport à celles rencontrées dans le Massif de la Reine.
  - De la variable 220 à la variable 228 figure un choix sélectif de variables écologiques et sylvicoles. (La rubrique "Massif de la Reine" indique si le relevé provient ou non du Massif forestier de la Reine). Nous rappelons que le coefficient 1 signifie : variable supplémentaire.

B. Le plan de carte utilisé pour la deuxième analyse (Woëvre) :

Par rapport au précédent, seule change la répartition des variables supplémentaires.

II. Nous indiquons la provenance des relevés qui sont joints dans les tableaux phyto-écologiques :

- N° 501 à 505 : Tableau I (La forêt inondable à grands Carex)  
(tous les relevés impairs dans l'ordre)
- N° 506 à 515 : Tableau II (La Frênaie-Aulnaie de plaine alluviale)  
1 relevé /3 dans l'ordre à partir du premier)
- N° 515 à 520 : Tableau III (*Querceto-Carpinetum Stachyetosum*)  
(tous les relevés impairs)

Ces relevés comprennent éventuellement certaines Muscinées non reportées sur le tableau :

*Brachypodium rutabulum*  
*Callierogonella cuspidata*  
*Catharinea undulata*  
*Cirriphyllum piluliferum*  
*Eurynchium swartzii*  
*Fissidens bryoides*  
*Lophocolea bidentata*  
*Thamnum alopecurum.*

- N° 520 à 525 : VANDEN BERGHEN et MULLENDERS (1957)  
Les cinq premiers relevés du tableau floristique ("Caténa" de Corniéville).



B-Plan de carte: Moëvre 2ème analyse.

| VA | CO  | VA | CO  | VA  | CO  | VA  | CO  |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 105 | 61 | 165 | 170 | 248 | 176 | 328 |
| 2  | 106 | 62 | 166 | 171 | 249 | 177 | 329 |
| 3  | 107 | 63 | 167 | 172 | 250 | 178 | 330 |
| 4  | 108 |    |     | 173 | 251 | 179 | 331 |
| 5  | 109 |    |     | 174 | 252 | 180 | 332 |
| 6  | 110 |    |     | 175 | 253 | 181 | 333 |
| 7  | 111 |    |     | 176 | 254 | 182 | 334 |
| 8  | 112 |    |     | 177 | 255 | 183 | 335 |
| 9  | 113 |    |     | 178 | 256 | 184 | 336 |
| 10 | 114 |    |     | 179 | 257 | 185 | 337 |
| 11 | 115 |    |     | 180 | 258 | 186 | 338 |
| 12 | 116 |    |     | 181 | 259 | 187 | 339 |
| 13 | 117 |    |     | 182 | 260 | 188 | 340 |
| 14 | 118 |    |     | 183 | 261 | 189 | 341 |
| 15 | 119 |    |     | 184 | 262 | 190 | 342 |
| 16 | 120 |    |     | 185 | 263 | 191 | 343 |
| 17 | 121 |    |     | 186 | 264 | 192 | 344 |
| 18 | 122 |    |     | 187 | 265 | 193 | 345 |
| 19 | 123 |    |     | 188 | 266 | 194 | 346 |
| 20 | 124 |    |     | 189 | 267 | 195 | 347 |
| 21 | 125 |    |     | 190 | 268 | 196 | 348 |
| 22 | 126 |    |     | 191 | 269 | 197 | 349 |
| 23 | 127 |    |     | 192 | 270 | 198 | 350 |
| 24 | 128 |    |     | 193 | 271 | 199 | 351 |
| 25 | 129 |    |     | 194 | 272 | 200 | 352 |
| 26 | 130 |    |     | 195 | 273 | 201 | 353 |
| 27 | 131 |    |     | 196 | 274 | 202 | 354 |
| 28 | 132 |    |     | 197 | 275 | 203 | 355 |
| 29 | 133 |    |     | 198 | 276 | 204 | 356 |
| 30 | 134 |    |     | 199 | 277 | 205 | 357 |
| 31 | 135 |    |     | 200 | 278 | 206 | 358 |
| 32 | 136 |    |     | 201 | 279 | 207 | 359 |
| 33 | 137 |    |     | 202 | 280 | 208 | 360 |
| 34 | 138 |    |     | 203 |     | 209 | 361 |
| 35 | 139 |    |     | 204 |     | 210 | 362 |
| 36 | 140 |    |     | 205 |     | 211 | 363 |
| 37 | 141 |    |     | 206 |     | 212 | 364 |
| 38 | 142 |    |     | 207 |     | 213 | 365 |
| 39 | 143 |    |     | 208 |     | 214 | 366 |
| 40 | 144 |    |     | 209 |     | 215 | 367 |
| 41 | 145 |    |     | 210 |     | 216 | 368 |
| 42 | 146 |    |     | 211 |     | 217 | 369 |
| 43 | 147 |    |     | 212 |     | 218 | 370 |
| 44 | 148 |    |     | 213 |     | 219 | 371 |
| 45 | 149 |    |     | 214 |     | 220 | 372 |
| 46 | 150 |    |     | 215 |     | 221 | 373 |
| 47 | 151 |    |     | 216 |     | 222 | 374 |
| 48 | 152 |    |     | 217 |     | 223 | 375 |
| 49 | 153 |    |     | 218 |     | 224 | 376 |
| 50 | 154 |    |     | 219 |     | 225 | 377 |
| 51 | 155 |    |     | 220 |     | 226 | 378 |
| 52 | 156 |    |     | 221 |     | 227 | 379 |
| 53 | 157 |    |     | 222 |     | 228 | 380 |
| 54 | 158 |    |     | 223 |     |     |     |
| 55 | 159 |    |     | 224 |     |     |     |
| 56 | 160 |    |     | 225 |     |     |     |
| 57 | 161 |    |     | 226 |     |     |     |
| 58 | 162 |    |     | 227 |     |     |     |
| 59 | 163 |    |     | 228 |     |     |     |
| 60 | 164 |    |     | 229 |     |     |     |

Annexe N° 4 : (cf 4ème partie)

Les placettes choisies pour la phase de terrain exposée au §1 sont les suivantes :

|               |                    |                            |     |
|---------------|--------------------|----------------------------|-----|
| Station IV    | : placettes N° 312 | FD de la Reine, parcelle   | 79  |
|               | N° 313             | " " "                      | 83  |
|               | N° 316             | " " "                      | 117 |
|               | N° 353             | " " "                      | 130 |
|               | N° 364             | FC de Lagny "              | 16  |
| Station VI    | : placettes N° 106 | FD de la Reine, parcelle   | 13  |
|               | N° 117             | " " "                      | 24  |
|               | N° 125             | " " "                      | 32  |
|               | N° 167             | " " "                      | 42  |
|               | N° 257             | " " "                      | 93  |
| Station VII   | : placettes N° 71  | FD de la Reine, parcelle   | 11  |
|               | N° 73              | " " "                      | 6   |
|               | N° 197             | " " "                      | 54  |
|               | N° 224             | " " "                      | 91  |
|               | N° 290             | " " "                      | 78  |
| Station VIII: | placettes N° 159   | FD de la Reine, parcelle   | 38  |
|               | N° 189             | FC de Boucq , "            | 39  |
|               | N° 255             | FD de la Reine, parcelle   | 106 |
|               | N° 329             | FD " "                     | 121 |
|               | N° 356             | FC de Lagny , "            | 14  |
| Station IX    | : placettes N° 51  | FC de Rambucourt, parcelle | 38  |
|               | N° 81              | FC de Mandres , "          | 19  |
|               | N° 121             | FD de la Reine, "          | 29  |
|               | N° 192             | FD " "                     | 66  |
|               | N° 193             | FD " "                     | 64  |

Annexe N° 5 : clef simplifiée de détermination des stations forestières .

→ Présence de *Valeriana repens* et *Filipendula ulmaria*. Position topographique confinée : Groupe des stations forestières humides.

\* Présence d'*Alnus glutinosa*; *Ulmus laevis* bien représenté en outre. zone très inondable à proximité de ruisseaux permanents :  
Frênaie-Aulnaie hygrophile.

\* Chênaie claire, présence de grands *Carex*, ainsi que de *Lonicera periclymenum* :  
Chênaie à grand *Carex* acidiphile.

\* Présence d'*Allium ursinum*, *Ornithogalum pyrenaicum*. Grouine calcaire située à faible profondeur : (15-20 cm): Forêt humide sur alluvions calcaires.

\* Absence des éléments précédents ; présence d'*Acer campestre*, *Arum maculatum*, *Ligustrum vulgare*.  
Chênaie-Frênaie méso-hygrophile.

→ Absence de *Valeriana repens* et *Filipendula ulmaria*, position topographique non confinée : Milieux mésophiles.

\* Substrat argileux dès la surface, humus foncé à structure assez grossière. (Fentes de retrait souvent en été). Présence d'*Acer campestre*, *Arum maculatum*, *Ligustrum vulgare* : Station forestière sur pélosol :  
Chênaie-Charmaie calcicole-nitrophile

\* Substrat limoneux en surface. Présence d'*Atrichum undulatum*, *Luzula pilosa*.

+ Limons profonds (plus de 30 cm), marmorisation atténuée, présente au delà de 30 cm ; présence de *Fagus sylvatica* (très souvent en strate arborescente), *Neottia nidus-avis*.

Groupe des stations forestières sur limons profonds.

- Présence de *Lamium galeobdolon*, *Vicia sepium* :  
Chênaie-Charmaie-Hêtraie neutro-acidiphile

- Absence des éléments précédents. Présence de *Polytrichum formosum* :  
Chênaie-Charmaie-Hêtraie acidiphile.

+ Limons peu épais (moins de 30 cm), marmorisation importante.

Rareté de *Fagus sylvatica*, *Neottia nidus-avis*.

Groupe des stations forestières sur limons peu épais, hydromorphes

- Présence de *Primula elatior*, *Polygonatum multiflorum*, *Viburnum opulus*.  
(Position topographique plutôt en légère cuvette).

Chênaie-Charmaie neutro-acidiphile.

- Absence des éléments précédents ; présence de *Polytrichum formosum*  
Chênaie-Charmaie acidiphile.

Annexe n° 6 : Liste des ouvrages consultés :

- BACHACOU J. - 1975. Analyse des correspondances.  
Document CNRF - Biométrie
- BECKER M. - 1971. Etude des relations sol-végétation dans une forêt de la plaine Lorraine.  
Thèse de doctorat d'Etat. Document CNRF.
- BECKER M. - 1979. Une étude phytoécologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est (massif de Haye). Utilisation de l'AFC dans la typologie des stations.  
Ann.Sci.Forest. 36 (2), p.93-124.
- BIR J. - 1976. Cartographie et étude des potentialités des stations en forêt domaniale de Fénétrange (Moselle).  
Mémoire de 3ème année ENITEF.
- BONNEAU M. et TIMBAL J. - 1973.  
Définition et cartographie des stations-Conceptions françaises et étrangères.  
Ann. Sci.Forest., 30 (3) p. 201-205.
- BRETHES A. - 1976. Catalogue des stations forestières du Plateau lorrain.  
Document ONF-INRA.
- CHABOT G. - 1975. Géographie régionale de la France (3ème édition)  
MASSON.
- COURTOISIER Françoise - 1976.  
Etude des relations entre stations et qualité du bois de chêne en forêt de Bride et de St Jean.  
Mémoire de 3ème année ENITEF.
- DE LEMPS F. - 1951. Volume critique, plan de balivage et composition normale en taillis-sous-futaie.  
Rev.forest.franç. n°9 p. 552-572.
- DUCHAUFOUR Ph.-1977. Pédologie. Tome I. Pédogénèse et classification.  
Masson.
- DUVIGNEAUD J. -1959. La forêt alluviale du Mont Dieu, Vallée de la Bar, département des Ardennes.  
Vegetatio, vol.VIII, fasc.5/6.
- ESTIENNE P. - 1975. La France- Vol.2 : de l'Atlantique aux Vosges.  
MASSON.
- FERRAND J.Ch.- 1979. Contraintes de croissance et étude de la qualité des bois en forêt, à l'usage des forestiers.  
Thème personnel ENGREF.
- JUINO Ph. - 1977. Etude des relations entre vigueur et qualité du Frêne et du Merisier dans quelques stations du Nord-Est de la France  
Mémoire de 3ème année ENITEF.
- JURATIC L. et PLAN J. - 1976.  
Etude phyto-écologique en forêt domaniale de Grande Chartreuse.  
Mémoire de 3ème année ENITEF.

- KELLER R., LE TACON F., TIMBAL J. - 1975.  
La qualité du bois de hêtre dans le Nord-Est de la France en fonction des caractéristiques du milieu et du type de sylviculture. Document CNRF.
- LIEUTAGHI P. - 1969.  
Le livre des arbres, arbustes et arbrisseaux.  
Robert MOREL.
- MONTAGNE Micheline. - 1975.  
Etudes pédologiques en forêt syndicale de Fresnes-en-Woëvre.  
Document ONF- Direction rég.Lorraine.
- MOUREY J.M. - 1979.  
Les chênes de la vallée de l'Ognon (Franche-Comté)  
Mémoire de 3ème année ENITEF.
- N'GUYEN KHA - 1973.  
Recherche sur l'évolution des sols à texture argileuse en conditions tempérées et tropicales. Thèse Doc.d'Etat, NANCY.
- NUSSBAUM A. - 1974.  
Contribution à la mise au point d'une méthode de cartographie des stations forestières. Application à la forêt de la Montagne (Côtes de Meuse). Mémoire de 3ème année ENITEF.
- PICARD J.F. - 1979.  
Une méthode de définition des stations en forêt : application à la forêt domaniale de Bellême.  
Ann.Sci.forest. 36 (3) p. 211-229.
- POLGE A. - 1973.  
Cartographie des stations. Application au massif de Bride (Moselle) Mémoire de 3ème année ENITEF.
- POLGE H. et KELLER R. - 1970.  
Première appréciation de la qualité du bois en forêt par utilisation d'un torsiomètre.  
Ann.Sci.for. 27 (2) p. 197-223.
- POLGE H. et KELLER R. - 1973.  
Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais  
Ann.Sci.for. 30 (2) p. 91-125.
- POLGE H. - 1979.  
Les contraintes de croissance sur le Hêtre. Résultats préliminaires sur l'influence de l'éclaircie.  
Document CNRF - Station de recherche sur la qualité des bois.
- PRENEY S. - 1978.  
Contribution à la typologie des hêtraies du premier plateau du Doubs - Relations avec la qualité du bois.  
Mémoire de 3ème année ENITEF.
- SIRET J. - 1979.  
Etude phyto-écologique en forêts domaniales de Basse-Seine  
Mémoire de 4ème année. Ecole sup.ing.techn.pour l'agr.- Le Vaudreuil.

- TMBAL J. - 1978.  
Notice détaillée des deux feuilles lorraines (carte de la  
végétation de la France au 200 000e).  
Editions du CNRS.
- VANDEN BERGHEN et MULLENDERS. - 1957.  
La caténa de Corniéville (Meuse, France).  
Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique,  
Tome 90, p.63 à 71.





RELEVÉS

|                             | 44311 141411144444 | 33 133 23244444     | 543113421 4111 4 3241 411111 44444 | 217214873621233447 2440363249574002 22536240852556 4571114832396 025332 | 977455975397790080 6979753087316121 38672930934081 1116811412633 630162 |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                             | VI                 | VII                 | VIII                               | IX                                                                      | IX W                                                                    |
| 10 JUFERCIUS PRUNIF. A      | 131333 1+2322      | 3+ 3333333333+11332 | 433333 2332333                     | 1313333 32222                                                           | 2243+3                                                                  |
| 30 JUFERCIUS PRUNIF. A1     | 1                  | 1                   |                                    |                                                                         | 11+1                                                                    |
| 31 JUFERCIUS PRUNIF. A2     | ++1+22 + 1 11      | 11+11+ 111 2        | +1221 11 112                       | 21+2111 +121+                                                           | 21 1                                                                    |
| 32 JUFERCIUS PRUNIF. H      |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 34 JUFERCIUS PETPALA        | 33 11 +1 2 + 211   | ++ 11+11 11+11 2    | 2 +3                               | 21 12 1 1                                                               | 1 1111                                                                  |
| 35 CAPITIVUS RETULUS A      | 1+344434444+23332  | 4444443444413422    | 33+344333+4444                     | 1223244343444                                                           | 233+33                                                                  |
| 36 CAPITIVUS RETULUS A1     | 111 11 1           | 11+111111           | +11 111 111                        | 211 11 12211                                                            | 1 1                                                                     |
| 37 CAPITIVUS RETULUS A2     | +1 1               | 1+1+1               | 111+ 1+                            | 2+ 1 1 +1 1                                                             | 1 +1+1                                                                  |
| 38 CAPITIVUS RETULUS H      | 12 2 1 1 2 1 1     | +1 + 1 1 1          | 1                                  | 1 1 1 +1                                                                | 1 +1+1                                                                  |
| 39 POPULUS TRIFLUA A        | 1                  | +1 + 1 1 1          | 1                                  | 1 111 1+1                                                               | 1 +1+1                                                                  |
| 40 POPULUS TRIFLUA A1       |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 41 POPULUS TRIFLUA A2       |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 42 POPULUS TRIFLUA H        |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 43 SOPRUS TORMINALIS        | ++1 1 1 1 1        | +1 ++1+*            | 1 1+ 1 1                           | +111 1+1                                                                | + 2                                                                     |
| 44 RETULA VERRUCOSA A       | ++ 1+1 12          | 1                   | 1+ 1+ 1                            | 1+ 1+ 1                                                                 |                                                                         |
| 45 RETULA VERRUCOSA A1      |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 46 RETULA VERRUCOSA A2      |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 47 RETULA VERRUCOSA H       |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 48 FRAXTINUS EXCELSIOR A?   |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 49 FRAXTINUS EXCELSIOR A?   |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 50 FRAXTINUS EXCELSIOR H    | 22+1+1 + 2 11+     | 11 + 1 +            |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 51 ACER PSEUDOPLATANUS      | 2                  | 1                   |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 52 TILIA CORDATA            |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 53 TILIA CORDATA            |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 54 CORYLUS AVFLANA A1       | 1 1 2 +11          | 3                   |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 55 CORYLUS AVFLANA A2       | 1111 11 1+11111+   | 11 + 1 +1+2         | 1                                  |                                                                         |                                                                         |
| 56 CORYLUS AVFLANA H        | +1+1               |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 57 CHATAEGUS LAEVIGATA A?   | *1 +11121+111111 + | +1+1 11 1+ +121     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 58 CHATAEGUS LAEVIGATA H    |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 59 CHATAEGUS MONOGYNA A?    |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 60 CHATAEGUS MONOGYNA H     |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 61 CRATAEGUS X              |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 62 CRATAEGUS X              |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 63 PRUNUS SPINOSA           |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 64 SALIX CAPREA             |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 65 LONITZERA XYLOSTEUM      |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 66 MALUS SYLVESTRIS         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 67 PYRUS COMMUNIS           |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 68 PYRUS COMMUNIS           |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 69 RIBES RUBRUM             |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 70 RIBES RUBRUM             |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 71 EUPHYNCHEMUM STIPITATUM  | *2+ 11113121 + 221 | 1 111111113 1 32    | 11+1111111+1                       | 11 11+1 1+1                                                             | 231 12                                                                  |
| 72 DESCHAMPSIA CESPITOSA    | 1111+1 1+ 2+1      | 1 11+1111 131+1     | 2+1+1+1                            | 1+1 2                                                                   | 33+212                                                                  |
| 73 RUUS FRUTICOSUS          | 111111231+1112123  | 1 11 1111142211     | 1+1+11111+                         | 321+2111+1+1                                                            | 21223                                                                   |
| 74 HEDERA HELIX             | 5312222243222341 3 | 11 1 41 33          | 11                                 | 312 1 2111 1                                                            | +323                                                                    |
| 75 WILLOW EFFUSUM           | 221111+1 11+1212 + | 1 11 + 1111+ 11     | +1 +1+                             | 2 1 1 +                                                                 | 1 1+2                                                                   |
| 76 CALYX SYLVATICA          | ++11+ 1+ 2111      | 1 +11+ 11           | +1 +1+                             | 1+1 1                                                                   | 1 1+2                                                                   |
| 77 ROSA ARVENSIS            | 1 1 1 1 1 1 1 1 1  | 1 +11 1 +1 +121     | 1+111 1 +111                       | 1 21 1 1                                                                | 1 1                                                                     |
| 78 ROSA ARVENSIS            | +1+1 121 111 1 1 1 | 1+11+1111 +11       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 3 12                                                                    |
| 79 CONVALLARIA MAJALIS      | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 80 RHYTIADAPHNUS TRIQUETER  | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 81 THUIDIUM TAMARISCIFOLIUM | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 82 FISSIDENS TAXIFOLIUS     | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 83 EUPHYNCHEMUM STOKESII    | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 84 FRAGARIA VESCA           | 1 1 1 1 1          | 1+11+1111 2 1       | 1+1 11 +11+                        | 1+ 1 2111+                                                              | 1+1                                                                     |
| 85 CIRCAEA LUTETIANA        | 31                 | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 86 SCROPHULARIA NODOSA      | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 87 VIOLA SYLVESTRIS         | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 88 ORYPTERIS CARHUSIANA     | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 89 ANEMONE NEMOROSA         | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 90 POTENTILLA STERILIS      | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 91 PEPLOBIUM MONTANUM       | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 92 POA NEMORALIS            | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 93 RUUS IDAEUS              | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 94 LUZULA PILOSA            | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 95 ATRICHUM UNDUULATUM      | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 96 ORYPTERIS FILIX-FEMINA   | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 97 ATHYRIUM FILIX-FEMINA    | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 98 EPIPACTIS PURPURATA      | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 99 ACER CAMPESTRE A         | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 100 ACER CAMPESTRE A1       | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 101 ACER CAMPESTRE A2       | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 102 ACER CAMPESTRE H        | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 103 LIGUSTRUM VULGARE A2    | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 104 LIGUSTRUM VULGARE H     | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 105 ARUM MACULATUM          | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 106 BRACHYPODIUM SYLVATICUM | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 107 PULMONARIA MOLLIS       | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 108 GERANIUM ROBERTIANUM    | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 109 STACHYS SILVATICA       | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 110 RIBES UVA CRISPA        | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 111 CORNUS MAS              | 1 1 1 1 1          | 1 1 1 1 1           | 1 1 1 1 1                          | 1 1 1 1 1                                                               | 111                                                                     |
| 112                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 113                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 114                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 115                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 116                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 117                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 118                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 119                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 120                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 121                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 122                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 123                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 124                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 125                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 126                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 127                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 128                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 129                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 130                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 131                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 132                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 133                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 134                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 135                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 136                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 137                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 138                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 139                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 140                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 141                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 142                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 143                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 144                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 145                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 146                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 147                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 148                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 149                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 150                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 151                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 152                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 153                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 154                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 155                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 156                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 157                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 158                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 159                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 160                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 161                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 162                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 163                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 164                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 165                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 166                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 167                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 168                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 169                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 170                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 171                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 172                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 173                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 174                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 175                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 176                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 177                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 178                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 179                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 180                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 181                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 182                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 183                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 184                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 185                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 186                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 187                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 188                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 189                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 190                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 191                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 192                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 193                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 194                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 195                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 196                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 197                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 198                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 199                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 200                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 201                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 202                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 203                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 204                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 205                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 206                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 207                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 208                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 209                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 210                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 211                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 212                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 213                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 214                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 215                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 216                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 217                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 218                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 219                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 220                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 221                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 222                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 223                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 224                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 225                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 226                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 227                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 228                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 229                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 230                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 231                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 232                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 233                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 234                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 235                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 236                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 237                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 238                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 239                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 240                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 241                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 242                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 243                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 244                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 245                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |
| 246                         |                    |                     |                                    |                                                                         |                                                                         |

|     |                            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
|-----|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 34  | SALIX CAPREA               |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 57  | LONGIFERA XYLOSTEUM        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 58  | MALUS SYLVESTRIS           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 59  | PYRUS COMMUNIS             |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 216 | RIBES RUBRUM               |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 141 | EUPHYMACHIUM STRIATUM      | *2                  | 11119121 + 221      | 1 11111113 1 32     | 11+1111111+1        | 11 11+1 1+1         | 231 12 |
| 143 | DESCHAMPSIA CESPITOSA      | 111+11 1+ + + + 2 1 | 11111231+11122123   | 11 1+1111 131+1     | 2+ + + + 21+ +      | 1+1 2               | 33+212 |
| 127 | RUBUS FRUTICOSUS           | 111111231+11122123  | 1111 1 111142211    | 1111 1 111142211    | 1+1 111111+         | 321+2111+1+1        | 21223  |
| 98  | HEDERA HELIX               | 53122222432222341 3 | 11 11 41 33         | 11 11 41 33         | 11                  | 312 1 2111 1        | +323   |
| 106 | MILVUM EFFUSUM             | 221111+11 11+1212 + | 11 + 1111+ 11       | 11 + 1111+ 11       | 1+1 + + + 1         | 2 1 1 + 1           | +1 1 2 |
| 79  | CAEX SYLVATICA             | +111+ 1+ + + + 2111 | +111+ 1+ + + + 2111 | +111+ 1+ + + + 2111 | +111+ 1+ + + + 2111 | +111+ 1+ + + + 2111 | 1 1+ + |
| 67  | ROSA ARVENSIS              | +1+1 121 111 1 111  | 1 +11 1+1 1+1       | 1 +11 1+1 1+1       | 1 +11 1+1 1+1       | 1 +11 1+1 1+1       | 1 1+ + |
| 81  | CONVALLARIA MAJALIS        | 1 1 11 1+ + + + 1 1 | 1 111+11111 +1 1    | 1 111+11111 +1 1    | 1 111+11111 +1 1    | 1 111+11111 +1 1    | 3 12   |
| 144 | RHYTHINIADELPHUS TRIQUETER | 1 1 11 1+ + + + 1 1 | 1 111 1111 2 1      | 1 111 1111 2 1      | 1 111 1111 2 1      | 1 111 1111 2 1      | 121+ + |
| 149 | THUIDIUM TAMARISCIFOLIUM   | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 142 | FISSIENSIS TAXIFOLIUS      | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 140 | EUPHYMACHIUM STOKESII      | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 92  | FRAGARIA VESCA             | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 111    |
| 80  | CIRCAEA LUTETIANA          | 31                  | 1                   | 1                   | 1                   | 1                   | 111    |
| 126 | SCOROPHULARIA NODOSA       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 137 | VINCA SYLVESTRIS           | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 84  | ORYOPTERIS CARTHUSIANA     | 1+ + + + 1 1        | 1+ + + + 1 1        | 1+ + + + 1 1        | 1+ + + + 1 1        | 1+ + + + 1 1        | 1+ + + |
| 66  | ANEMONE NEMOROSA           | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 116 | POTENTILLA STERILIS        | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 116 | EPILORIUM MONTANUM         | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 114 | POA NEMORALIS              | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 123 | RUBUS IDAEUS               | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 103 | LUZULA PILOSA              | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 2122   |
| 134 | ATRICHIUM UNULATUM         | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | + + + + + 1 2       | 1+ + + |
| 85  | ORYOPTERIS FLIX-MAS        | 2111112+ 111+       | 111                 | 111                 | 111                 | 111                 | 1+ + + |
| 69  | ATHYRIUM FLIX-FEMINA       | 111+                | 111                 | 111                 | 111                 | 111                 | 1+ + + |
| 88  | EPIPACTIS PURPURATA        | 111+                | 111                 | 111                 | 111                 | 111                 | 1+ + + |
| 1   | ACER CAMPESTRE A           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 2   | ACER CAMPESTRE A1          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 3   | ACER CAMPESTRE A2          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 4   | ACER CAMPESTRE H           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 54  | LIGUSTRUM VULGARE A2       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 55  | LIGUSTRUM VULGARE H        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 68  | ARUM MACULATUM             |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 76  | BRACHYPODIUM SYLVATICUM    |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 118 | PULMONARIA KOLLIS          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 95  | GERANIUM ROBERTIANUM       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 129 | STACHYS SYLVATICA          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 61  | RIBES UVA CRISPA           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 187 | CORNUS MAS                 |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| B   |                            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 19  | FRAXINUS EXCELSIOR A       | 2                   | 1                   | 1                   |                     |                     | 1      |
| 20  | FRAXINUS EXCELSIOR A1      |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 40  | CORNUS SANGUINEA A2        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 41  | CORNUS SANGUINEA H         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 121 | RUBUS CAESIUS              |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 97  | GLFCHOMA HEDERACEA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 78  | CAREX REMOTA               |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 112 | PARIS QUADRIFOLIA          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 144 | MNTUM UNULATUM             | 2                   |                     | 2                   |                     |                     |        |
| 96  | GEUM URBANUM               |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 15  | FAGUS SYLVATICA A          | 42 11+2             | + + 2 + +           |                     |                     | 1+32 1+2+1112       |        |
| 16  | FAGUS SYLVATICA A1         | 1                   | 1                   |                     |                     | 1                   |        |
| 17  | FAGUS SYLVATICA A2         | 11+                 | 11+ + + + +         |                     |                     | 11 +1 111+          |        |
| 14  | FAGUS SYLVATICA H          | + 1+11+1+ + + + +   |                     |                     |                     | + + + + + 1 1+      |        |
| 110 | NEOTTIA NIDUS AVIS         | + + + + + 1 2       |                     |                     |                     |                     |        |
| 102 | LAMTUM GALEORROLON         | 34211+ 1 1          | 122+3               |                     |                     |                     |        |
| 163 | ASPERULA ODORATA           | 2                   | 2 313               |                     |                     |                     |        |
| 27  | PRUNUS AVIUM               | 1                   | +1 1 1              |                     |                     |                     |        |
| 136 | VICIA SEPIUM               | 1                   | 1 1                 |                     |                     |                     |        |
| 115 | POLYGONATUM MULTIFLORUM    |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 117 | BRTMULA ELATIOR            | 22                  | + + + + + 11        |                     |                     |                     |        |
| 99  | HEPACLEUM SPHONDYLIIUM     | 1+                  | 1+1 +2              |                     |                     |                     |        |
| 65  | AJUGA REPTANS              | 1                   | 1                   |                     |                     |                     |        |
| 75  | CAREX FLACCA               |                     |                     | 1                   |                     |                     |        |
| 56  | LONGIFERA PERICLYMENUM     |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 76  | CAREX PALLESCENS           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 146 | POLYTRICHUM FORMOSUM       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 147 | PSFUNDOSCLEPODIUM PUBUM    |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 77  | CAREX PILULIFERA           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 139 | DICRANUM SCOPARIUM         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 135 | VEPONICA OFFICINALIS       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 205 | OXALIS ACETOSELLA          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 215 | TEUCRIUM SCORODONIA        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 179 | PTERIDIUM AQUILINUM        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 64  | AGROSTIS STOLONIFERA       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 132 | VALENTIANA PERPENS         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 53  | FRANGULA ALNUS             |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 101 | JUNCUS SP.                 |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 72  | CARDAMINE PRATENSIS        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 124 | PUMEX SANGINEUS            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 127 | SOLANUM DULCAMARA          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 67  | ANGELICA SYLVESTRIS        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 129 | RANUNCULUS REPENS          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 74  | CAREX PRIZOIDES            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 82  | DACTYLIS GLOMERATA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 89  | EUPHORBIA AMYGDALOIDES     |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 93  | GALEOPSIS TETRAHIT         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 100 | HYPERICUM HIRSUTUM         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 107 | MOFRINGIA TRINERVA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 108 | MONOTROPA HYPOPITYS        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 111 | ORNITHOGALUM PYRENAICUM    |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 113 | POA CHAIXI                 |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 119 | RANUNCULUS AURICOMUS       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 128 | SOLIDAGO VIRGAUREA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 136 | STELLARIA HOLOSTEA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 133 | VEPONICA CHAMAEDOYS        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 134 | VEPONICA MONTANA           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 143 | MNIUM AFFINE               | +1                  |                     |                     |                     |                     |        |
| 175 | VINCA MINOP                |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 154 | CAREX UMBROSA              |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 161 | HYPERICUM PERFORATUM       |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 176 | AGROPYRON CANINUM          |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 177 | AGROSTIS SP.               |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 179 | CALAMAGROSTIS EPIGETOS     |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 182 | CAREX DIGITATA             |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 189 | EPILORIUM ANGSTIFOLIUM     |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 194 | HYPERICUM PULCHRUM         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 201 | MELICA NUTANS              |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 202 | MELICA UNIFLORA            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 206 | PHYTEUMA NIGRUM            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 209 | RANUNCULUS FICARIA         |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 212 | SENECIO FUCHSII            |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 213 | STACHYS OFFICINALIS        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 220 | TOPO. BAS-FOND             |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 221 | BATHONIEN                  |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 222 | SUBSTR. ARGILEUX           |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 223 | LIMON(30CM MAX.)/ARG.      |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 224 | LIMON EPAIS                |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 225 | TSF                        |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 226 | TSF VTEILLI                |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 227 | FUTAIE                     |                     |                     |                     |                     |                     |        |
| 228 | FT DE LA REINE             |                     |                     |                     |                     |                     |        |



|     |                          |               |              |            |               |     |           |
|-----|--------------------------|---------------|--------------|------------|---------------|-----|-----------|
| 2   | AGER CAMPESTRIS A2       | 11*           | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 3   | AGER CAMPESTRIS H        | 111*          | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 4   | AGER CAMPESTRIS M        | 1111*         | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 19  | FRAXINUS EXCELSIOR A     | 1111          | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 20  | FRAXINUS EXCELSIOR A1    | 111 + 1       | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 21  | FRAXINUS EXCELSIOR A2    | 11111         | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 22  | FRAXINUS EXCELSIOR H     | 1111111       | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 23  | POPULUS TREMULA A        | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 24  | POPULUS TREMULA A1       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 25  | POPULUS TREMULA A2       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 26  | POPULUS TREMULA H        | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 27  | BETULA VERBUCOSA A       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 28  | BETULA VERBUCOSA A1      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 17  | FAGUS SYLVATICA A2       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 12  | FAGUS SYLVATICA H        | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 35  | SORBUS TORMINALIS        | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 36  | TILIA CORDATA            | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 46  | GRATIAGUS LAEVIGATA A2   | 11+2211112222 | 122211211111 | 1          | 22            | 2   | 2         |
| 47  | GRATIAGUS LAEVIGATA H    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 49  | CRATAEGUS MONOGYNA A2    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 50  | CRATAEGUS MONOGYNA H     | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 63  | VIBURNUM OPULUS          | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 40  | CORNUS SANGUINEA A2      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 41  | CORNUS SANGUINEA H       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 42  | CORYLUS AVELLANA A1      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 43  | CORYLUS AVELLANA A2      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 44  | CORYLUS AVELLANA H       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 60  | PRUNUS SPINOSA           | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 52  | FRAXINUS EXCELSIOR A2    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 34  | SALIX CARREA             | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 57  | LONICERA XYLOSTEUM       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 58  | MALUS SYLVESTRIS         | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 59  | PYRUS COMMUNIS           | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 98  | HEBERA HELIX             | 552           | 134324453    | 42         | 4432          | 2   | 343343122 |
| 122 | HUBUS FRITICOSUS         | 1+3           | 11+1+2121    | 12332112   | 111           | 2+1 | 1         |
| 43  | DESCHAMPSIA CESPITOSA    | 1             | 1+2122+11    | 122        | 1212          | 1   | 1         |
| 79  | CAREX SYLVATICA          | 1             | 1+1+21+1+211 | 21211      | 1212131111311 | 1   | 1         |
| 141 | EURHYCHNUM STRIATUM      | 1             | 1121+1222    | 2332111111 | 22            | 1   | 1         |
| 106 | MILIUM EFFUSUM           | 1             | 1+1          | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 115 | POLYGONATUM MULTIFLORUM  | 1             | 1+1+21       | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 117 | PRIMULA ELATOR           | 1             | 12+1311122+  | 13+2111131 | 2+31          | 1   | 1         |
| 66  | ANEMONE NEMOROSA         | 1             | 3            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 42  | HOSA ARIENSIS            | 1             | 2+11211+1    | 111        | 211211        | 1   | 2         |
| 64  | ARON VACUILLATUM         | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 40  | CIRCAEA LUTETIANA        | 1             | 11111+       | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 41  | CONVALLARIA MAJALIS      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 209 | HAMMULUS FICARIA         | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 102 | LAMIUM GALEGDUOLON       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 137 | VIOLA SYLVESTRIS         | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 99  | HEPATICUM SPHONDYLIDUM   | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 121 | RUBUS CAESIUS            | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 144 | RHYTIADIAPHRUS TRIQUETER | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 142 | FISSIDENS TAKIPIOLIUS    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 112 | PARIS QUADRIFOLIA        | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 97  | GLECHOMA HEDERACIA       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 149 | THUIDIUM TAMARISCIFOLIUM | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 140 | EURHYCHNUM STOKESII      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 114 | POA NEMORALIS            | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 116 | POTENTILLA STERILIS      | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 75  | CAREX FLACCA             | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 103 | LUZULA FLOSA             | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 65  | AJURJA REPTANS           | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 92  | FRAGARIA VESCA           | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 119 | RANUNCULUS AURICULOSUS   | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 84  | DRYOPTERIS CARTUSIANA    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 87  | EPIPACTIS HELLEBORINE    | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 145 | PLAGIOCHILA ASPLENIOIDES | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |
| 86  | EPILOBIUM MONTANUM       | 1             | 1            | 1          | 1             | 1   | 1         |

AREX REMOTA

|     |                      |   |   |   |   |   |   |
|-----|----------------------|---|---|---|---|---|---|
| 74  | AGER PSEUDOPLATANUS  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27  | PRUNUS AVIUM         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 216 | TILIA PLATYPHYLLOS   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 38  | ULMUS MINDR          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 173 | ULMUS K.             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 54  | LIGUSTRUM VULGARE A2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 55  | LIGUSTRUM VULGARE H  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 187 | CORNUS MAS           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 61  | TRIBES UVA CRISPA    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

BW1

|     |                         |   |   |   |   |   |   |
|-----|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 70  | BRACHYPODIUM SYLVATICUM | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 111 | ORNITHOGALUM PYRENAICUM | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95  | GERANIUM ROBERTIANUM    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 122 | SOLIDAGO VIRGAUREA      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 136 | VICIA SEPIUM            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 71  | CAMPANULA TRACHELIUM    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 124 | STACHYS SILVATICA       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22  | DIANTHUS GLOMERATA      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 174 | VIBURNUM LANTANA        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 144 | MNIUM UNDULATUM         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 126 | SCROPHULARIA NODOSA     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 206 | PHYTUM NIGRUM           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 64  | HEM. UPRANUM            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 118 | PULMONARIA MOLLIS       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 100 | HYPERICUM HIRSATUM      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 153 | ASPERULA OGGATA         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 138 | ATRICUM UNDULATUM       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 133 | VECONICA CHAMAEDRYAS    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 208 | PULMONARIA OBSCURA      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 156 | CLYMATIS VITALBA        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 72  | CARDAMINE PRATENSIIS    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 37  | ULMUS LAEVIS            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 91  | FILIPENDULA ULMARIA     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 132 | VALERIANA KLEPENS       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 120 | RANUNCULUS REPENS       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 62  | AGROSTIS STOLONIFERA    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 67  | ANGELICA SYLVESTRIS     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 56  | LONICERA PERICLYMENUM   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 85  | ORXOPTERIS FILIX-MAS    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 69  | EUPHORBIA AMYGDALOIDES  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 108 | MONOTRUPA HYPOPITYS     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 110 | NEOTIA VITUS AVIS       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 130 | STELLARIA HOLOSTEA      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 131 | TARAXACUM SP.           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 139 | VICIRANUM SCOPARIUM     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 150 | ADOKA MOSCHATPELLINA    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 158 | EUPATORIUM CANNABINUM   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 178 | BROMUS RAMOSUS          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 179 | EPILOBIUM ANGSTIFOLIUM  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 194 | LUZULA CAMPESTRIS       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 200 | MELANDRUM DIOICUM       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 202 | MELICA UNIFLORA         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 207 | PIMPINELLA MAJOR        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|     |                         |   |   |   |   |   |   |
|-----|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 220 | TOPO. BAS-FOND          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 221 | BATHONIEN               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 222 | SURSTR. ARGILEUX        | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 223 | LIMON(S)OUM FAX(+)/APP. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 224 | LIMON -PAYS             | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 225 | TSF                     | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 226 | TSF VIELLI              | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 227 | FUTAITF                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 228 | FT DE LA REINE          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

4442243234444  
67107111961110  
4590910342069

4444314 4454445  
607101410066722602  
3345238355693451457