



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

THESE

présentée à l'Université de METZ en vue de l'obtention du grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE METZ

MENTION: SCIENCES DE LA VIE

SPECIALITE: PHYTOECOLOGIE

par

Frédérique GREVILLIOT

Titre

**LES ECOSYSTEMES PRAIRIAUX DE LA PLAINE ALLUVIALE
DE LA MEUSE LORRAINE:**

**PHYTOSOCIOLOGIE, DYNAMIQUE ET FONCTIONNEMENT, EN RELATION AVEC
LES GRADIENTS HYDRIQUES ET LES MODIFICATIONS DES PRATIQUES
AGRICOLES**

(Tome I: Texte)

REMERCIEMENTS

Le document que vous tenez dans vos mains n'aurait pu exister sans le soutien et l'aide de nombreuses personnes que je tiens à remercier:

M. Serge MULLER qui m'a initiée à la phytosociologie et à l'écologie végétale, puis encadrée et soutenue avec compréhension tout au long de ces cinq années d'étude sur la vallée de la Meuse.

M. Roland CARBIENER, Professeur honoraire à l'Université de Strasbourg, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de thèse.

Messieurs Alain LACOSTE, Professeur à l'Université de Paris XI, Guy PAUTOU, Professeur à l'Université J. Fourier de Grenoble et Sylvain PLANTUREUX, Maître de Conférences à l'ENSAIA de Nancy, qui ont accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, ainsi que Messieurs Jean LAMBERT, Directeur du Laboratoire d'Ecologie des prairies de Michamps (B) et Jean-Claude MORETEAU, Professeur à l'Université de Metz, qui ont bien voulu la juger.

M^{me} Jeanine CORBONNOIS, Maître de Conférences au Centre d'Etude Géographiques de l'Université de Metz, qui m'a permis d'appréhender le fonctionnement géomorphologique et hydrologique du lit majeur de la Meuse.

M. Philippe USSEGLIO, Maître de Conférences à l'Université de Metz, qui m'a aidée en statistique.

M. Joël BROYER, qui m'a guidée dans la vallée de la Saône et fourni les données phénologiques s'y rapportant.

M. Alain SALVI, directeur adjoint du Conservatoire des Sites Lorrains., avec qui la collaboration a toujours été très agréable.

Le personnel du Laboratoire d'Ecologie des Prairies dirigé par M. LAMBERT et tout particulièrement Messieurs TOUSSAINT, COLLIGNON et LEONARD, qui m'ont accueillie et aidée avec beaucoup de gentillesse lors de la réalisation des analyses de sol et de fourrages et m'ont dispensé de nombreux conseils.

Le Conservatoire des Sites Lorrains et M. LEPLAT, agriculteur dans la Meuse, qui m'ont permis de travailler sur les parcelles ACNAT achetées par le C.S.L. et de ce fait grandement facilité la tâche.

Tous les agriculteurs de la vallée de la Meuse que j'ai rencontrés et qui ont répondu avec bienveillance à toutes mes questions.

L'équipe du Laboratoire de Phytoécologie du C.R.E.U.M., sans qui le travail aurait manqué d'entrain et de bonne humeur, et tout particulièrement Laurence KREBS qui m'a permis de mieux supporter les longues journées de terrain par tous les temps et a participé activement à la correction de la thèse, ainsi que David PETITDIDIER et Gaëlle GRANDET pour les vérifications de dernière minute.

Jean-François pour son aide sur le terrain et son soutien de tous les jours.

Ma famille et tout particulièrement mes parents, qui m'ont soutenue moralement et encouragée dans cette voie.

Ce travail n'aurait par ailleurs pu être réalisé sans l'aide financière de plusieurs organismes, la Fondation d'entreprise LIMAGRAIN, le Ministère de l'Environnement (Comité E.G.P.N.), l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, la Région Lorraine et le Conservatoire des Sites Lorrains. Qu'ils soient vivement remerciés de leur soutien et de leur confiance.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE: PRESENTATION DU CONTEXTE DE L'ETUDE

1. DONNEES GENERALES SUR L'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA CONSERVATION DE LA NATURE	p 4
1.1. L'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE ET DES PAYSAGES EN FRANCE	p 4
1.2. LA CONSERVATION DES MILIEUX NATURELS EN DEHORS DES AIRES PROTEGEES: MOYENS JURIDIQUES	p 7
1.2.1. Les méthodes coercitives	p 7
1.2.2. Les méthodes incitatives	p 7
1.2.3. L'article 19	p 8
2. PRESENTATION DE LA VALLEE DE LA MEUSE	p 10
2.1. LES CARACTERES PHYSIQUES	p 10
2.1.1. Le Climat	p 10
2.1.2. La rivière	p 10
2.2. L'OCCUPATION DES SOLS	p 14
2.2.1. L'évolution démographique	p 14
2.2.2. Les activités humaines	p 14
2.3. LES RICHESSES BIOLOGIQUES	p 15
2.3.1. L'avifaune	p 15
2.3.2. La flore et la végétation	p 17
2.4. L'AGRICULTURE DANS LA VALLEE DE LA MEUSE	p 19
2.4.1. Les pratiques agricoles passées	p 19
2.4.2. L'exploitation actuelle	p 20
2.4.2.1. <i>Sur l'ensemble de la vallée alluviale</i>	p 20
2.4.2.2. <i>Dans les zones de Mouzay et Luzy-St-Martin</i>	p 22
2.5. LES MOYENS DE PRESERVATION DE L'ENVIRONNEMENT MIS EN OEUVRE DANS LA VALLEE DE LA MEUSE	p 26
2.5.1. L'article 19 au niveau de la vallée de la Meuse	p 26
2.5.1.1. <i>Historique de sa mise en place</i>	p 26
2.5.1.2. <i>Résultats de la contractualisation au niveau de la plaine alluviale de la Meuse</i>	p 28
2.5.1.3. <i>Bilan des contractualisations au niveau des zones de Mouzay et Luzy-St-Martin</i>	p 28
2.5.1.4. <i>Résultats de l'enquête réalisée auprès des agriculteurs de la zone de Mouzay et Luzy-St-Martin</i>	p 29
2.5.2. L'Action Communautaire pour la NAture (ACNAT)	p 33

DEUXIEME PARTIE: MATERIEL ET METHODES

1. TYPOLOGIE PHYTOSOCIOLOGIQUE	p 35
1.1. ECHANTILLONNAGE	p 35
1.2. TRAITEMENT DES DONNEES	p 35
1.3. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION	p 36
1.3.1. Cartographie des groupements végétaux	p 36
1.3.2. Suivi de la progression de la fauche dans la plaine alluviale	p 36
1.3.3. Cartographie des pratiques agricoles	p 36
2. RELATIONS ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS PHYSIQUES	p 36
2.1. ETUDE DES SOLS DE LA MEUSE	p 36
2.1.1. Prélèvements des échantillons	p 36
2.1.2. Paramètres analysés	p 37
2.2. ETUDE DU REGIME HYDRIQUE	p 38
2.2.1. Inondations	p 38
2.2.2. Nappe	p 38
3. RELATION ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS AGRONOMIQUES	p 38
3.1. ETUDE SYNCHRONIQUE: IMPACT DU PATURAGE INTENSIF ET DES FERTILISATIONS	p 38
3.2. ETUDE DIACHRONIQUE	p 39
3.2.1. Approche diachronique historique	p 39
3.2.2. Etude diachronique expérimentale par mise en place de carrés permanents	p 40
3.2.2.1. <i>Suivi de l'article 19</i>	p 40
3.2.2.2. <i>Dispositif expérimental d'intensification</i>	p 40
3.2.3. Comparaison des deux méthodes de suivi quantitatif	p 42
4. ETUDE DU DEVELOPPEMENT PHENOLOGIQUE DE LA VEGETATION PRAIRIALE	p 44
4.1. ETUDE DE 20 ESPECES DES PRAIRIES DE LA MEUSE	p 44
4.2. COMPARAISON PHYTO-ECOLOGIQUE AVEC LA VALLEE DE LA SAONE	p 45
4.2.1. Comparaison phytosociologique des deux vallées	p 45
4.2.2. Comparaison phénologique des deux vallées	p 45
5. PRODUCTIVITE COMPAREE DES DIFFERENTS GROUPEMENTS VEGETAUX ET INFLUENCE DE LA FERTILISATION	p 46
5.1. CHOIX DES STATIONS	p 46
5.2. PRELEVEMENTS DES PLACETTES	p 47
5.3. ANALYSE DU FOURRAGE	p 48
5.3.1. Analyse par rayonnement Infra-Rouge	p 48
5.3.2. Analyse par minéralisation	p 49

TROISIEME PARTIE: LES GROUPEMENTS VEGETAUX, AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES, DETERMINISME, DYNAMIQUE ET PRODUCTIVITE

1. PRESENTATION DES RESULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES EFFECTUEES	p 50
1.1. PREMIERE ANALYSE: PRAIRIES DE FAUCHE EXTENSIVES	p 50
1.2. DEUXIEME ANALYSE: GROUPEMENTS HELOPHYTIQUES ET PRAIRIES HUMIDES	p 50
1.3. TROISIEME ANALYSE: COMPARAISON DES GROUPEMENTS VEGETAUX PRAIRIAUX DES PLAINES ALLUVIALES DU NORD DE LA FRANCE	p 51
1.4. QUATRIEME ANALYSE: PRAIRIES EXTENSIVES, PRAIRIES INTENSIFIEES ET PATURAGES	p 51
1.5. CINQUIEME ANALYSE: COMPARAISON DES GROUPEMENTS DECRITS EN 1958 AVEC CEUX DE 1993.	p 51
2. TYPOLOGIE PHYTOSOCIOLOGIQUE ET AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES DES PRAIRIES DE LA VALLEE DE LA MEUSE	p 52
2.1. LES GROUPEMENTS DE PRAIRIES DE FAUCHE	p 52
2.1.1. Le <i>Colchico-Festucetum pratensis</i> (Duvigneaud, 1958)	p 52
2.1.2. Le <i>Senecioni-Oenanthetum mediae</i> (Bournérias et al., 1976)	p 56
2.1.3. Le <i>Gratiolo-Oenanthetum fistulosae</i> (De Foucault, 1984)	p 61
2.1.4. Conclusions sur la typologie comparée des groupements prairiaux du Val de Meuse	p 65
2.2. LES GROUPEMENTS DE PRAIRIES PATUREES	p 66
2.2.1. L' <i>Hordeo-Lolietum perennis</i> (De Foucault, 1984)	p 67
2.2.2. Le <i>Rumici-Alopecuretum geniculati</i> (Tüxen, 1950)	p 70
2.3. LES GROUPEMENTS DE ROSELIERES ET DE CARICAIES	p 72
2.3.1. Le <i>Phragmitetum australis</i> (Schmale, 1939)	p 73
2.3.2. Le <i>Phalaridetum arundinaceae</i> (Libb., 1931)	p 74
2.3.3. Le <i>Caricetum gracilis</i> (Tx., 1937)	p 74
2.3.4. Le <i>Caricetum ripariae</i> (Knapp et Stoff., 1962)	p 76
2.3.5. Le <i>Glycerietum maximae</i> (Hueck, 1931)	p 76
2.3.6. L' <i>Oenantho-Rorippetum aquaticae</i> (Lohm., 1950)	p 77
3. RELATIONS ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS ABIOTIQUES	p 79
3.1. IMPACT DU SOL SUR LA VEGETATION	p 79
3.1.1. Caractéristiques générales des sols de la plaine alluviale de la Meuse	p 79
3.1.1.1. Profils pédologiques	p 79
3.1.1.2. Caractéristiques physico-chimiques	p 81
3.1.2. Variations des paramètres mesurés en fonction de la profondeur de prélèvement	p 83

4.1.2. Etude de l'impact des fertilisations sur les prairies de fauche	p 107
4.1.2.1. <i>Comparaison de la composition floristique du CFP3 et de son homologue fertilisé</i>	p 108
4.1.2.2. <i>Comparaison de la composition floristique du SOM1 et de son homologue fertilisé</i>	p 109
4.1.2.3. <i>Comparaison de la composition floristique du SOM2 et de son homologue fertilisé</i>	p 110
4.1.2.4. <i>Comparaison de la composition floristique du SOM3 et de son homologue fertilisé</i>	p 111
4.1.2.5. <i>Comparaison de la composition floristique du GOF1 et de son homologue fertilisé</i>	p 112
4.1.2.6. <i>Conclusions et discussions des résultats sur l'impact des fertilisants sur la végétation</i>	p 113
4.1.3. Impact comparé des engrais et du pâturage sur la composition floristique des prairies de fauche	p 116
4.1.4. Impact de la diminution de la pression de fauche sur la composition floristique des prairies de fauche; développement d'une mégaphorbiaie dominée par <i>Filipendula ulmaria</i>	p 117
4.2. APPROCHE DIACHRONIQUE DE LA DYNAMIQUE PRAIRIALE	p 119
4.2.1. Etude diachronique historique: comparaison des groupements végétaux observés en 1958 avec ceux de 1993	p 119
4.2.1.1. <i>Introduction</i>	p 119
4.2.1.2. <i>Première A.F.C. sur la dynamique de la végétation</i>	p 120
4.2.1.3. <i>Deuxième A.F.C. sur la dynamique de la végétation, groupements bas</i>	p 120
4.2.1.4. <i>Comparaison floristique des unités définies en 1958 avec celles de 1993</i>	p 120
4.2.1.5. <i>Evolution de la richesse spécifique entre 1958 et 1993</i>	p 124
4.2.1.6. <i>Conclusions</i>	p 125
4.2.2. Etude diachronique expérimentale sur carrés permanents	p 126
4.2.2.1. <i>Introduction</i>	p 126
4.2.2.2. <i>Résultats du suivi de la dynamique de la végétation sur les carrés "article 19" où une extensification des pratiques a été réalisée</i>	p 128
4.2.2.3. <i>Résultats du suivi de la dynamique de la végétation sur les carrés de l'ACNAT où une intensification a été expérimentée</i>	p 141
4.2.2.4. <i>Conclusion sur la dynamique de la végétation dans la vallée de la Meuse suite aux changements des pratiques agricoles</i>	p 149
4.2.3. Récapitulatif sur les liens dynamiques entre les groupements de la Meuse et leurs menaces	p 152
5. PHENOLOGIE DE LA FLORE PRAIRIALE	p 154
5.1. RELATION ENTRE LA PHENOLOGIE DE LA FLORE ET LES NIVEAUX HYDRIQUES	p 154

5.1.1. Introduction	p 154
5.1.2. Développement phénologique de différentes espèces	p 155
5.1.2.1. <i>Chronologie du développement phénologique</i>	p 155
5.1.2.2. <i>Influence des conditions stationnelles sur le développement phénologique des espèces</i>	p 155
5.1.3. Conclusions	p 157
5.2. ETUDE PHYTOGEOGRAPHIQUE ET PHENOLOGIQUE COMPARATIVE DES PRAIRIES DES VALS DE MEUSE ET DE SAONE	p 157
5.2.1. Introduction	p 157
5.2.2. Présentation des zones d'études	p 158
5.2.3. Résultats	p 159
5.2.3.1. <i>Comparaison des climats de la Meuse et de la Saône</i>	p 159
5.2.3.2. <i>Comparaison du climat de 1992/93 au climat moyen (12 ans)</i>	p 160
5.2.3.3. <i>Comparaisons phytogéographiques</i>	p 160
5.2.3.4. <i>Comparaisons phénologiques</i>	p 162
5.2.4. Discussion	p 165
5.2.5. Conclusions	p 169
6. PRODUCTION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES PRAIRIES DE LA MEUSE	p171
6.1. INTRODUCTION	p 171
6.2. PROGRESSION DE LA FAUCHE DANS LA PRAIRIE	p 172
6.3. PRODUCTIVITE DES PRAIRIES DE LA MEUSE A DIFFERENTES DATES DE FAUCHE ET POUR DIFFERENTS NIVEAUX D'ENGRAIS	p 173
6.3.1. Rappel des stations échantillonnées dans la vallée de la Meuse	p 173
6.3.2. Productivité quantitative des prairies semi-naturelles	p 174
6.3.3. Evolution de la qualité des fourrages en fonction des pratiques agricoles et du temps	p 183
6.4. DISCUSSION ET CONCLUSION SUR LA PRODUCTIVITE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES PRAIRIES MEUSIENNES	p 192
CONCLUSION GENERALE	p 195
BIBLIOGRAPHIE	p 198

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les zones humides font l'objet depuis quelques années d'un intérêt croissant (HELIOTIS, 1988; DUGAN, 1990; SCOTT & JONES, 1995, SEMENIUK & SEMENIUK, 1995; STEVENS *et al.*, 1995; HUNT *et al.*, 1996) du fait d'une richesse biologique importante, gravement mise en danger par les pratiques agricoles actuelles (assèchement, eutrophisation, mise en culture, pâturage intensif, abandon, HOLLIS & JONES, 1991; JONES & HUGHES, 1993, WILEN & BATES, 1995; WINTER & ROSENBERRY, 1995). De nombreuses actions sont menées dans la plupart des pays afin de protéger ces écosystèmes en voie de disparition (FALK, 1992). La Convention de Ramsar (1971) et le programme CORINE Biotopes en Europe ont pour but de classer les types de zones humides et de réunir les informations concernant chaque type d'écosystème afin d'identifier les sites les plus remarquables, de mieux adapter les méthodes de préservation au type de milieu (FINLAYSON & VAN DER VALK, 1995; HUGHES, 1995; PRESSEY & ADAM, 1995) et de mettre en place les suivis scientifiques et techniques appropriés (SCOTT & JONES, 1995).

Parmi les zones humides, les prairies alluviales européennes constituent des écosystèmes particuliers, rythmés par des crues hivernales et printanières. Elles abritent de nombreuses espèces aviennes (*Crex crex*, *Numenius arquata*) et végétales (*Gratiola officinalis*, *Inula britannica*, *Teucrium scordium*, *Mentha pulegium*, *Viola elatior*, *Iris sibirica*, *Euphorbia palustris*...) rares ou en voie de disparition (CONSTANT *et al.*, 1987; BROYER, 1987, 1988 et 1994; SALVI, 1993; DELPECH et FRILEUX, 1978; CARBIENER, 1983; MAUBERT, 1987; CLEMENT *et al.*, 1989; FRILEUX *et al.*, 1989; DAUDON, 1993; JAGER, 1995; SELINGER, 1995; TRIVAUDEY, 1995). Elles connaissent toutes, à des niveaux différents, une pression agricole croissante (BOURNERIAS, 1987; BROYER, 1988 et 1995; PETRUCCI, 1992; LEROY-DITSCH, 1994, VAN DIGGELEN *et al.*, 1994 et 1995) qui menace la flore et la faune qui leur sont inféodées.

Ainsi, dans la vallée de la Meuse, comme dans d'autres vallées (DUVIGNEAUD, 1989; DUVIGNEAUD, 1982a; SIGWALD, 1989; MAGNANON, 1991; MULLER, 1991b), les pratiques agricoles ont beaucoup changé au cours des dernières décennies. Du fait des contraintes d'exploitation importantes déterminées par les inondations, qui peuvent se prolonger tard le printemps, la prairie était encore exploitée de manière très extensive (fauche suivie d'un pâturage du regain) jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle. Depuis l'après-guerre, ces prairies font l'objet d'une pression agricole croissante, qui se traduit de nos jours par:

- le retournement des terres les plus sèches
- l'utilisation plus fréquente des engrais
- la multiplication des parcs de pâturage continu et/ou intensif
- le développement d'une fauche de plus en plus précoce, voire d'un ensilage.

Dans la vallée de la Meuse, face à cette intensification des pratiques agricoles qui met en danger un patrimoine biologique remarquable, deux actions communautaires de préservation de l'environnement ont été engagées. En 1992, tout d'abord, "l'article 19" du règlement CEE 797/85 y a été appliqué, afin de maintenir les parcelles en prairies de fauche, de réduire les doses d'engrais et de reculer la date de fauche (HERCENT, 1991; GREVILLIOT, 1992). A partir de 1994, le rachat de prairies par le Conservatoire des Sites Lorrains dans le cadre d'une Action Communautaire pour la NATure (A.C.N.A.T.) a permis d'assurer une gestion conservatoire durable (fauche tardive ou pâture sans engrais) sur les parcelles acquises.

La dynamique de la végétation prairiale induite par les modifications des pratiques agricoles et l'étude de sa productivité constituent deux domaines encore peu étudiés dans les écosystèmes prairiaux alluviaux (COLLECTIF, 1976; OBERLE *et al.*, 1989; MAGNANON, 1991; PLANTUREUX *et al.* 1992). De nombreuses études ont cependant été menées dans d'autres types prairiaux, où les conditions initiales (humidité, trophie, composition floristique), étaient différentes (DELPECH, 1975; OOMES & MOOI, 1981; ELBERSE *et al.*, 1983; BAKKER, 1989; OOMES, 1992; PIPER, 1994, BAKKER *et al.*, 1996). Elles ont eu pour objectif de mettre en évidence l'impact des facteurs abiotiques (climat, sol) et agronomiques (pratiques agricoles) sur la flore et la dynamique de remplacement des espèces. Ainsi, la végétation est en équilibre dynamique avec les conditions du milieu (HERBEN *et al.*, 1995); sa composition est relativement stable sur le long terme, malgré les fluctuations climatiques qui peuvent influencer des phénomènes d'extinction, de colonisation ou de croissance différenciés des espèces (COLLINS *et al.*, 1987, STAMPFLI, 1992; HERBEN *et al.*, 1993; PIPER, 1994). Cependant, la variation d'un des facteurs environnant modifie les conditions de compétitions inter-spécifiques en favorisant les espèces les mieux adaptées aux nouvelles conditions de vie ou les plus opportunistes (GRIME, 1979). La compétition pour les nutriments a été le facteur le plus étudié et certainement le plus important dans le milieu (TILMAN & WEDIN, 1991a et b; WILSON & TILMAN, 1991; Mc JANNET *et al.*, 1995); toutefois la modification du niveau d'humidité du sol détermine aussi le remplacement des espèces (VAN DIGGELEN *et al.*, 1991; GROOTJANS *et al.*, 1996).

Dans les vallées alluviales, le facteur climatique est déterminant vis à vis de la dynamique de la végétation en agissant, par le biais des précipitations, sur les inondations et les niveaux de la nappe qui sélectionnent les espèces adaptées à des conditions d'humidité différentes (PAUTOU, 1975; TINER, 1993; BLOM *et al.*, 1994; COLLECTIF, 1995; ENGELAAR *et al.*, 1995). La durée et l'ampleur des crues peuvent aussi influencer la dynamique de colonisation des espèces en favorisant l'apparition de trouées dans la végétation (HENRY *et al.*, 1995), mais aussi l'accumulation d'une litière qui peut inhiber le développement de certaines graines (BOSY & READER, 1995).

L'impact du facteur anthropique (fertilisation, pâturage, dates de fauche) sur la dynamique de la végétation a été peu étudié en prairies inondables (BROYER &

PRUDHOMME, 1995), d'autant plus que jusqu'à il y a une vingtaine d'années il variait peu et que le gradient hydrique était prépondérant (DUVIGNEAUD, 1958 et 1986; GEHU, 1961; LERICQ, 1965; BOURNERIAS *et al.*, 1978). Or, lors de la mise en place et de la définition du cahier des charges de l'article 19, de nombreuses questions ont été soulevées par rapport à (1) l'impact des pratiques agricoles sur la flore, (2) la baisse de productivité qualitative et quantitative "supposée" suite à la réduction des fertilisations et au recul de la date de fauche (MAFF, 1991). C'est pourquoi une étude de la végétation alluviale et de ses liens dynamiques avec les facteurs de l'environnement a été entreprise dans la vallée de la Meuse.

La première partie du travail a donc consisté en l'établissement d'une typologie de la végétation suivie d'une cartographie au 1/5000^{ème} sur deux zones-ateliers (les prairies de Mouzay sur 460 ha et Luzy-St-Martin sur 365 ha).

La deuxième partie met en évidence les relations existantes entre la végétation prairiale et les facteurs abiotiques (sol, inondation, nappe) et agronomiques (pâturage, fauche, fertilisation). Cette étude a été réalisée selon des approches synchroniques et diachroniques avec:

- la comparaison synchronique de parcelles homologues sur le plan abiotique subissant différents types d'utilisations agronomiques. Elle met en évidence l'impact du pâturage et de différents niveaux de fertilisation sur les principaux groupements prairiaux alluviaux.

- l'étude diachronique globale de l'évolution de la flore prairiale entre 1958 et 1993 grâce à la comparaison avec les relevés réalisés par DUVIGNEAUD (1958).

- la mise en place et le suivi sur 5 années de carrés permanents sur des parcelles dont les pratiques agricoles ont été modifiées (intensification ou extensification) au niveau des dates de fauche et des niveaux de fertilisation. Ce suivi met en évidence le rôle des fluctuations climatiques et des changements des pratiques agricoles sur la dynamique de remplacement des espèces prairiales.

La troisième partie a consisté en une étude de la phénologie de quelques espèces prairiales de la Meuse et sa comparaison avec la vallée alluviale de la Saône.

La dernière partie de l'étude a concerné la productivité quantitative et qualitative des groupements végétaux prairiaux subissant différentes fertilisations et différentes dates de fauche.

**PREMIERE PARTIE:
PRESENTATION DU CONTEXTE
DE L'ETUDE**

PREMIERE PARTIE: PRESENTATION DU CONTEXTE DE L'ETUDE

1. DONNEES GENERALES SUR L'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA CONSERVATION DE LA NATURE

1.1. L'EVOLUTION DE L'AGRICULTURE ET DES PAYSAGES EN FRANCE

La plus grande partie de nos campagnes (et des campagnes des autres pays européens) ne sont pas "naturelles" mais résultent de la double action de l'Homme et de l'Animal. Ce sujet est discuté par LECOMTE et LE NEVEU (1986) dans leur thèse; ils accordent une grande importance au rôle préhistorique des grands herbivores (Chevaux, Bisons, Aurochs) dans l'ouverture des paysages, c'est à dire le passage de la forêt à la prairie "naturelle" (figure 1). Pour eux, ces animaux constituent un élément clef de la dynamique des écosystèmes. Le schéma ci-contre inspiré de leur thèse présente l'évolution des rapports des hommes et des herbivores avec la nature.

La première phase paléolithique:

L'Homme n'est pas encore un éleveur, il vit de la chasse, de la pêche et de la cueillette; ce sont les espèces d'herbivores sauvages qui limitent le développement des espèces végétales ligneuses. En effet, on estime qu'un territoire comme la France actuelle était peuplé d'environ 3,6 millions d'herbivores certainement inégalement répartis et colonisant préférentiellement les plaines et les vallées aux montagnes. Il faut aussi revenir sur la notion d'herbivores; en effet, ces animaux, bien plus rustiques que nos races sélectionnées, sont volontiers lignivores et consomment bourgeons, feuillages, rameaux et écorce. Ils peuvent de ce fait limiter et bloquer le développement des ligneux. Il faut donc s'imaginer le paysage paléolithique comme un milieu forestier infiltré par endroits de formations herbacées.

2^{ème} phase: du néolithique au XIX^{ème} siècle:

L'homme est devenu plus sédentaire; il a domestiqué le bétail et appris à cultiver certaines espèces végétales. Les espèces animales sauvages, toujours chassées, disparaissent progressivement. Au Moyen-Age, l'homme développe les cultures de céréales, plus ou moins sélectionnées "naturellement", et la technique de fenaison. Les espèces animales domestiques se concentrent autour des villages. On peut donc imaginer un déboisement de plus en plus poussé autour des communautés humaines et un boisement plus intense dans la zone où l'action de l'homme est moindre (le milieu "pré-bois" issu de l'action des grands herbivores préhistoriques se referme).

Jusqu'au XIX^{ème} siècle, l'Homme vit en harmonie avec la nature sans trop de dommage pour celle-ci. En effet la faiblesse des voies de communication oblige chaque région à vivre en "autarcie". Il faut donc produire de tout en quantités suffisantes, l'agriculteur exploite chaque parcelle au mieux de ces potentialités. AMBROISE (1992) insiste sur cette mise en valeur des terres qui était permise grâce à des "techniques fondées sur une connaissance fine des processus écologiques". Ainsi, le paysage agricole est varié, multiforme (SCHLACHT, 1987; AMBROISE & CABANEL, 1992).

3^{ème} phase: la grande mutation du XX^{ème} siècle:

En 100 ans l'agrosystème sera plus modifié qu'au cours des 9000 ans post-glaciaires précédant le XX^{ème} siècle. Ainsi, comme l'écrit MARKHAM (1989) "jusqu'à ce que l'Europe de l'après guerre opte, résolument et massivement, pour une agriculture intensive, la flore et la faune sauvages étaient toujours parvenues à survivre, en osmose avec la plupart des formes d'agriculture".

Cette mutation est amorcée, avant la première guerre mondiale, par le développement des voies de communication. Chaque petite région agricole commence à se spécialiser; on voit s'esquisser le paysage français actuel avec les terroirs dits "pauvres", car difficiles d'exploitation (trop en pente, trop humides, trop froids, etc) à vocation fourragère et les terroirs dits "riches", plus facilement exploitables, à vocation céréalière.

Après la seconde guerre mondiale, ce phénomène s'amplifie. "Pour ne plus connaître la pénurie de la guerre nous avons voulu produire davantage de nourriture et plus efficacement" (LORD PLUMB OF COLESHILL, 1987). La recherche agronomique a été financée afin d'améliorer les rendements de la culture et de l'élevage, de renforcer la lutte contre les parasites et les maladies, d'optimiser l'utilisation des engrais (CARTER, 1987). L'industrie mécanique a été puissamment aidée par des banques spécialisées (JOURDAN, 1987). Les agriculteurs ont été subventionnés afin de les aider à produire davantage et à se spécialiser... Des travaux de drainage ont permis de transformer en terres arables des écosystèmes (tels marais, ou prairies humides) inadaptés jusque là à ces formes d'agriculture. Toutes ces mesures ont mené le paysage agricole français à ce qu'il est en cette fin de siècle, un paysage déséquilibré où se côtoient:

- des régions exploitées (ou plutôt surexploitées?) de manière intensive, où les sols s'épuisent, s'érodent, où les eaux superficielles et phréatiques sont polluées, eutrophisées et enfin où de nombreux biotopes disparaissent, ainsi que les espèces végétales et animales qui leurs sont inféodés (SCHLACHT, 1987).

- et des régions sous-exploitées, voire même abandonnées. Dans ce cas là aussi, de nombreux biotopes peuvent être menacés. En effet, si le maintien d'une mosaïque de prairies, friches et bois est plutôt un facteur de diversification et d'enrichissement pour les biocénoses (MULLER, 1991b), l'abandon pur et simple de l'exploitation agricole dans toute une zone,

comme cela se généralise dans des régions difficilement exploitables (les Vosges du Nord) conduisant au développement et à l'évolution de friches, entraîne progressivement un appauvrissement tant du point de vue floristique (aboutissement à des communautés paucispécifiques, LECOMTE et LE NEVEU, 1986) que faunistique (MULLER *et al.*, 1991). De plus, d'un point de vue strictement paysager, l'abandon de l'exploitation aboutit à une fermeture du paysage, qui n'est souvent pas appréciée par le tourisme (AMBROISE, 1991; AMBROISE & CABANEL, 1992).

Ce déséquilibre s'observe aussi au sein même d'une région agricole où les terres intensifiables sont labourées et semées en céréales et les terres marginales, car trop en pente ou trop humides sont abandonnées. Ce phénomène a été très bien décrit par ALARD (1990) en Normandie centrale (figure 2, inspirée de cet auteur). Dans cette région à réputation "bocagère", les bocages ont quasiment disparu, faisant place soit à des cultures sur les plateaux, soit à des friches (dans les zones trop humides ou trop en pente) présentant des stades de colonisation arbustive plus ou moins développés.

Face à ces nombreux problèmes auxquels se superposent des difficultés d'excédents agricoles et de surendettement des agriculteurs, "l'agriculture et la politique agricole de l'Europe sont déboussolées, augmenter la production et le revenu agricole, tels étaient les objectifs des années 50, préserver l'identité culturelle et l'intégrité écologique des espaces ruraux seront les tâches des années 90" (VON MEYER, 1989)

C'est ainsi qu'on assiste à une volte face de la Politique Agricole Européenne qui parle maintenant de **développement durable en agriculture** (BRUNDTLAND, 1989) et qui **multiplie les moyens juridiques favorisant le retour à une agriculture plus extensive**. Le développement durable est un processus par lequel "l'exploitation des ressources, le choix des investissements, l'orientation du progrès technologique et des réformes institutionnelles s'opèrent en fonction des besoins futurs autant que des besoins immédiats"(BRUNDTLAND, 1989). En agriculture cela se traduit par le passage à des formes d'exploitation plus extensives quand l'environnement est soumis à de trop fortes pressions, le ralentissement du rythme de mise en friche (cela sous entend le rétablissement d'un équilibre écologique et démographique entre les diverses régions), un équilibre entre les technologies nouvelles et les formes plus extensives (AMBROISE *et al.*, 1992) de production. Ainsi, AMBROISE *et al.* écrivent en 1992, dans une note adressée au Ministère de l'environnement français, qu'il faut "favoriser une agriculture qui occupe de l'espace, une agriculture non polluante, les actions des agriculteurs qui ont un rôle positif sur l' environnement et les paysages".

Pour inverser la tendance de ces dernières années et accéder à cette agriculture "à développement durable" plusieurs instruments législatifs sont mis à la disposition des pays membres de la C.E.E.

1.2. LA CONSERVATION DES MILIEUX NATURELS EN DEHORS DES AIRES PROTEGEES: MOYENS JURIDIQUES

Au delà des traditionnelles mesures de préservation des biotopes naturels que sont la création de Parcs Nationaux ou de Réserves Naturelles, plusieurs instruments juridiques peuvent permettre de sauvegarder la vie sauvage, d'empêcher une trop grande intensification des terres, d'améliorer la gestion des biotopes "agricoles" et de promouvoir des méthodes de cultures plus soucieuses de l'environnement (BALDOCK, 1989). Ces mesures utilisées par les Etats membres de l'U.E. peuvent être divisées en deux groupes (DE KLEMM, 1991).

1.2.1. Les méthodes coercitives

Appelées également mesures de police, elles sont nécessairement établies par des textes législatifs ou réglementaires. Ces méthodes permettent d'interdire, de limiter ou de soumettre à autorisation ou déclaration préalable certaines activités. En ce qui concerne les zones humides (ce qui nous intéresse pour la vallée de la Meuse), plusieurs mesures sont utilisées par les Etats membres:

- les classements en "zones naturelles" ou les contraintes d'occupation des sols sont les plus sévères, mais où malheureusement toutes les activités susceptibles de détruire ou d'altérer les milieux protégés ne sont pas réglementées (cf: sylviculture et agriculture). En France seule la zone littorale fait l'objet d'un plan d'occupation des sols comprenant les zones à préserver, mais certaines zones d'intérêt particulier (comme les marais, les vasières et autres zones humides, les herbiers, les frayères ainsi que les habitats des oiseaux désignés par la directive oiseaux du 2 Avril 1979) peuvent faire l'objet de certaines prescriptions.

- la création d'aires protégées qui interdisent ou limitent l'exercice de certaines activités dans un périmètre déterminé (elles ne réglementent que les actions pouvant porter atteinte aux biotopes concernés). Cette mesure est bien développée en Grande-Bretagne avec les S.S.S.I. (Sites d'Intérêt scientifique particulier qui, en 1987, représentaient 8 % de la superficie du pays, WILKINSON, 1987); en France elle s'exprime au travers des arrêtés de biotopes.

- les mesures protégeant certains types de milieux naturels, qui soumettent à autorisation tout changement d'affectation ou toute modification de l'état des lieux. De nombreux pays ont pris ces mesures concernant les zones humides, mais pas la France!

1.2.2. Les méthodes incitatives

Les méthodes coercitives sont en général insuffisantes pour préserver les milieux naturels car fondées exclusivement sur des interdictions. Elles ne peuvent pas, bien souvent, tenir compte des nécessités de gestion. Aux obligations de ne pas faire vont être associées des obligations de faire. Des actes de gestion sont suscités par des mesures incitatives telles que

versements de subventions, avantages fiscaux, suppression des subventions qui incitent la destruction du patrimoine naturel (cf: aide au retournement des terres) etc...

De nombreuses mesures incitatives sont appliquées dans les pays de l'U.E. Parmi celles-ci on peut citer "l'article 19" du code socio-structurel n° 797/85 de la C.E.E. Celui-ci permet de mettre en place des conventions de gestion sur un espace déterminé.

1.2.3. L'article 19

1.2.3.1. Application au niveau européen

L'article 19 du règlement socio-structurel (C.E.E.) N°797/85 a été adopté par le Conseil de l'Europe du 12 mars 1985 sur proposition de la commission des communautés européennes.

En 1987, il fut révisé et aboutit le 15 juin au règlement N° 1760/87 qui doit permettre de mettre en place un système d'"aides dans les zones sensibles du point de vue de la protection de l'environnement et des ressources naturelles ainsi que du point de vue du maintien de l'espace naturel et du paysage".

Ce système d'aide, mis en place sur une base de 5 ans, s'adresse aux agriculteurs qui acceptent **volontairement** d'adopter ou de maintenir des pratiques agricoles compatibles avec les exigences de l'environnement.

Il incombait alors aux Etats membres de:

- déterminer les zones sensibles du point de vue de l'environnement pouvant faire l'objet de l'article 19.

- définir les types de pratiques (diminution de la fertilisation, du chargement...) qui sont compatibles avec la protection de l'environnement.

- fixer le montant des primes et la durée d'application de ce régime. Celui-ci est calculé par rapport aux pertes ou au surcoût de production induits par le changement de mode d'exploitation.

Les Etats sont subventionnés par le F.E.O.G.A.-structure (Fonds Européen d'Orientation et de Garantie Agricole-section structure) à raison de 25 % et dans la limite de 100 ECU/ha/an. Le Royaume-Uni est l'un des Etats membres les plus avancés dans l'application de ces mesures. Dès 1988, 19 opérations y avaient été mises en place dans les "Environmentally Sensitive Areas" (ESA) couvrant 785 600 ha pour 3000 exploitants sous contrat (REDAUD, 1995).

1.2.3.2. Application au niveau français

Suivant l'exemple de la Grande-Bretagne (COLLECTIF, 1987), de la République Fédérale Allemande, des Pays-Bas, du Danemark et de l'Italie, la France se décide enfin, en 1989, à appliquer l'article 19 à titre expérimental.

Vue la diversité des situations rencontrées, la France a choisi de privilégier quatre thèmes d'application de l'article 19: la pollution des eaux, les secteurs de biotopes rares et sensibles (dont font partie les zones humides), la déprise agricole et les incendies de forêts (COLLECTIF, 1992a).

Le texte de loi précise également que le périmètre d'application de l'article 19 doit être justifié sur la base d'éléments scientifiques et techniques sérieux.

Ce sont les Opérations Groupées d'Aménagement Foncier (O.G.A.F.) qui servent de support administratif et financier à l'application française de l'article 19 (remplacé depuis par l'article 21-24). Ces "OGAF-Environnement" doivent porter sur des territoires de l'ordre de 3500 ha maximum de S.A.U. de façon à pouvoir conduire au mieux l'information et l'évaluation de cette procédure. Les primes variant de 100 à 1100 F/ha/an doivent correspondre à de réelles pertes matérielles ou à des surcoûts vérifiés. Le montant annuel des primes octroyées à chaque dossier O.G.A.F. déposé auprès des services de l'Etat est fixé à 1,2 millions de francs pendant 5 ans. Chaque zone sous couvert d'une "OGAF-environnement" type article 19 fera l'objet d'un suivi scientifique et économique permettant d'apprécier son efficacité (PERICHON, 1992).

Les quatre premières zones expérimentales proposées par la France à la C.E.E. en 1990 ont été 3 secteurs de biotopes rares et sensibles (le Nord des Iles faisant partie du Marais Poitevin (Vendée), le Canton Nord de Rochefort en Charente-Maritime, la plaine de la Crau sèche dans les Bouches du Rhône) et une zone de désertification et de friches (le Parc Naturel Régional du Vercors dans la Drôme et l'Isère). Ces quatre zones ont fait l'objet d'un suivi approfondi, permis par des moyens financiers assez conséquents (CHEVALIER *et al.*, 1992).

Fin 1993, 62 opérations agri-environnement avaient été agréées par le Comité Technique National d'Agriculture et Environnement (CTNAE), dont 33 approuvées par la CEE. Ces 62 projets sont susceptibles de concerner 772 000 ha potentiellement primables, dont 238 000 finançables, alors que les 33 approuvés concernent 115 000 ha primables (REDAUD, 1995).

Ces projets portent sur la réduction des pollutions de l'agriculture intensive (4 opérations), les secteurs de biotopes rares et sensibles (28 opérations), la prévention de la déprise agricole (26 opérations) et le pâturage sous forêt en zone méditerranéenne (4 opérations). On peut remarquer que les zones de biotopes rares et sensibles, dont fait partie depuis 1992, la vallée de la Meuse, sont les plus nombreuses à faire l'objet d'une "OGAF-Environnement". Dans ces zones, les objectifs des OGAF traduisent les enjeux les plus importants concernant la région choisie (annexe 1). Ils sont aussi divers que le maintien d'une activité agricole ou du niveau d'eau, l'arrêt de l'intensification, la maîtrise de l'extension de la céréaliculture, la protection des biotopes relictuels, la limitation du tourisme...

Le succès des mesures agri-environnementales reste modeste en France (200 000 ha effectivement contractés) par rapport au Royaume-Uni qui compte 43 ESA sur 15% de ses terres agricoles et la Suède qui a mis 400 000 ha sous contrat (REDAUD, 1995).

2. PRESENTATION DE LA VALLEE DE LA MEUSE

2.1. LES CARACTERES PHYSIQUES DE LA VALLEE

2.1.1. Le climat

La Meuse prend sa source sur le plateau de Langres et se jette dans la mer du Nord après un parcours de 900 km. La vallée de la Meuse lorraine connaît un climat océanique dégradé à influence continentale, marqué par des précipitations relativement abondantes (HARMAND, 1992) avec une moyenne annuelle de 935 mm sur 12 ans (figure 3, 1983/1994). La température moyenne annuelle est de 9,5° et le nombre de jours de gel est en moyenne de 72 par an (station de Stenay). Les moyennes mensuelles des températures hivernales sont supérieures à 0°C, l'amplitude thermique entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud est de 19,9°C. Les minima et maxima mensuels (FABER, 1994) montrent une faible amplitude, qui indique l'influence océanique du climat meusien (maximum d'amplitude thermique de 12,7°C en juillet).

Le Sud de la vallée (Veaucouleurs) présente en moyenne un climat plus froid que le Nord (Stenay), ceci étant dû à des hivers plus rigoureux. De même la région Sud est plus arrosée que la région Nord (environ 100 mm de pluie de différence sur l'année).

2.1.2. La rivière

2.1.2.1. Bassin versant et historique

De tous les cours d'eau de l'Est de la France, la Meuse est celui dont le bassin versant couvre le plus de territorialités administratives et politiques (Comité de Bassin Rhin-Meuse, 1990a, COLLECTIF, 1989). En effet, depuis sa source (à Pouilly à 32 Km au NE de Langres à 405 m d'altitude) jusqu'à la sortie du territoire français, le fleuve parcourt 490 Km, dont 50 en Haute-Marne, 35 dans le département des Vosges, 230 dans le département de la Meuse et 170 dans celui des Ardennes. Puis elle traverse encore sur quelque 400 Km la Belgique et les Pays-Bas (figure 4).

Avec un bassin versant de 10429 Km² et un débit moyen interannuel de 135 m³/s, la Meuse est comparable à la Moselle, mais la longueur et l'étroitesse du bassin versant qui se traduit par l'absence d'affluent significatif dans le département de la Meuse est tout à fait particulier, et s'explique par des raisons historiques (Comité de Bassin Rhin Meuse, 1990b). En effet, sa difficulté à percer le bouclier ardennais en faisait un fleuve paresseux, moins dynamique que ses voisins qui lui ont alors "emprunté" la moitié de son bassin versant (cf. Rupt de Mad capturé par la Moselle) et les débits correspondants qui avaient contribué au façonnage

de sa vallée!. Ainsi, entre la vallée de la Meuse et celle de la Moselle subsiste aujourd'hui une vallée sans rivière où coulait (jusqu'à l'époque glaciaire du Riss) la Moselle "primitive" avant de se jeter dans la Meuse. Celle-ci a ensuite été capturée par la Meurthe (Ministère de l'environnement 1987). Sur le lieu de la capture de la Moselle se situe le plus grand marais de Lorraine, le marais de Pagny-sur-Meuse. Ainsi, c'est dans une vallée surdimensionnée que la Meuse s'écoule, dolente, vers le Nord. Un lit majeur trop grand et peu drainant du fait d'une pente modeste (0,6 %, en France) lui confère, tout particulièrement dans le département de la Meuse, un vaste champ d'inondation et des durées de submersion élevées (COLLECTIF, 1983). Comme on peut le voir sur la figure 5 (données de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse sur la station d'Inor), ces crues sont fréquentes de décembre à février-mars; elles se traduisent alors par une augmentation des débits qui peuvent atteindre plus de 400 m³/s. Mais la Meuse est un fleuve "capricieux" et il n'est pas rare qu'il sorte de son lit bien après les mois de mars-avril comme cela a eu lieu en 1983, 1986 et 1987. Ces dernières années la sécheresse s'est traduite par de petites crues, de courte durée (février 1990, janvier 1991 et hiver 1995/96).

On peut distinguer trois portions de la rivière Meuse qui correspondent à 3 régions naturelles, déterminant 3 faciès écologiques originaux (cf: figure 6).

La Meuse amont ou haute Meuse (de la source à la confluence du Vair) draine les paysages vallonnés de la Haute-Marne et les débits immédiats des précipitations. Ceci induit des étiages importants et des pointes de débits qu'on a tenté de contenir dans un lit sévèrement aménagé. Recalibrages et encaissements ont eu raison de la diversité des habitats et facilité les écoulements qui se perdent dans le sous-sol karstique de la région de Neufchateau.

La Meuse moyenne (du département de la Meuse jusqu'à Charleville dans les Ardennes) méandre dans ses alluvions et ne s'enrichit, hydrologiquement parlant, que de très modestes affluents salmonicoles. D'anciens bras morts se colmatent progressivement et ne sont plus en contact avec les eaux du fleuve que lors des crues; ils forment des noues, ou fossés, colonisés par une végétation plus ou moins aquatique selon leur ancienneté. C'est à ce niveau de la plaine alluviale meusienne que les inondations sont les plus importantes et fréquentes. Trois zones de débordements se distinguent nettement (Ministère de l'Environnement 1987):

-de Verdun à Dun-sur-Meuse, le canal et la voie ferrée distants de 600 à 1200 m servent de remparts contre les inondations.

-entre Dun-sur-Meuse et Inor, la très faible pente et l'absence d'obstacles provoquent l'apparition d'un vaste champ d'inondation qui atteint 3 km de large avant Stenay (on appelle cette zone "la poche de Stenay"). Cette large zone permet de réguler les débits de la Meuse, qui possèdent nettement moins d'ampleur en aval.

-enfin, dans l'extrême Nord du département, la Meuse retrouve un lit plus encaissé, de 300 à 800 m de large.

Le canal de l'Est emprunte son lit majeur à l'amont de Commercy. L'ensemble constitue un système hydrauliquement stable, où alternent divers faciès de type cyprinicole d'eau vive et

d'eau calme. La diversité biologique y est importante, bien que limitée par les problèmes de qualité des eaux (cf partie suivante). Les "caprices hydrologiques" ont façonné la géographie humaine riveraine qui s'est protégée des crues (villages éloignés du fleuve ou sur les coteaux) sans pour autant tenter de les juguler vraiment (la S.T.H. représente 90 % de la S.A.U). C'est presque uniquement au niveau de cette entité que notre étude a été réalisée.

La Meuse aval (de Charleville à la frontière belge), entaille le massif schisteux ardennais qui lui a imposé des méandremments typiques et spectaculaires. La rivière est essentiellement navigable et aménagée pour la navigation, mais il faut préciser que les Belges nous envie un aménagement mesuré (état naturel des berges, communication avec les annexes piscicoles) qui n'a pu être préservé chez eux.

2.1.2.2. Hydrogéologie et géomorphologie

Le cours de la Meuse lorraine s'inscrit essentiellement sur les calcaires de l'Oxfordien, sauf au niveau de Mouzay-Stenay où il traverse les argiles du Callovien (figure 7). Le lit majeur est constitué d'alluvions récentes de 2 à 15 m d'épaisseur (sondages B.R.G.M. *in* LESAGE *et al.*, 1980) avec une hauteur importante de limons et de terre végétale en surface (moins de 2 m, MONTAGNE, 1995). Ces alluvions sont le plus souvent constituées de débris calcaires issus des horizons jurassiques mêlés à une phase argileuse plus ou moins importante. Il arrive souvent que des traces non négligeables de roches siliceuses, issues des alluvions anciennes (d'origine vosgienne), soient mêlées au calcaire. Dans certains secteurs de la Meuse il y a également des traces de tourbe.

Les formations lithologiques et leurs capacités aquifères déterminent les possibilités de l'écoulement souterrain (MENTRE-HILDEBRAND, 1986). Dans la zone étudiée, nous rencontrons trois types de formation (figures 6 et 7):

- **Très perméables**; les alluvions où se situe la nappe alluviale superficielle. Les alluvions sont constitués de 0,2 à 1 m de limons qui recouvrent 3 à 4 m de matériel calcaire à granulométrie grossière, enrobé dans une matrice sablo-limoneuse où peuvent s'intercaler des lits argileux.

- **Perméables**; les calcaires fissurés ou karstifiés de l'Oxfordien moyen et supérieur. Les nappes de l'Oxfordien constituent le réservoir souterrain du bassin de la Meuse jusqu'à l'amont de Mouzay et en aval de Stenay. Ce réservoir est en liaison hydraulique avec les alluvions de la Meuse et forme une sous-nappe alluviale.

- **Imperméables**; les marnes et argiles de la base de l'Oxfordien, qui correspondent aux argiles de la Woëvre.

Malgré l'absence d'affluents notables, la Meuse possède un débit non négligeable qui s'accroît vers l'aval (HARMAND, 1992). Cette particularité est due à un système aquifère complexe constitué par une nappe alluviale située dans les alluvions et un réservoir souterrain fissuré ou fracturé (les calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur) qui peut être considéré

comme une sous-nappe alluviale. La nappe assure un équilibre avec le réseau hydrographique et intervient pour moitié dans le débit de la Meuse (FABER, 1994). En été, période d'étiage, nappe et sous-nappe alluviales alimentent la Meuse, en automne la Meuse recharge ce système aquifère.

2.1.2.3. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

a) Les eaux superficielles

La Meuse, comme le Rhin ou la Moselle, constitue une voie naturelle de passage, le long de laquelle se font les échanges et se fixent les activités humaines. Son réseau hydrographique se poursuit en Belgique et aux Pays-Bas. La France occupant l'amont de son bassin versant, ce qui lui permet de maîtriser elle-même, au mieux de ses intérêts, la répartition et la qualité des eaux. Mais les seuls intérêts nationaux ne peuvent prévaloir sur le plan international (Agence de l'eau Rhin-Meuse 1989 et 1990a et b). C'est pourquoi des accords internationaux déterminent en grande partie la politique de l'eau pour l'ensemble du bassin.

La Meuse est une rivière relativement préservée dans sa partie amont et son déclassement progressif vers l'aval, essentiellement lié à la canalisation, reste relativement modéré, au moins jusqu'à son entrée dans les Ardennes (Agence de l'eau Rhin-Meuse 1989 et 1990a et b). En effet, les valeurs maxima en nitrates restent très en dessous du seuil de potabilisation de 50 mg/l et s'approchent de la valeur guide de 25 mg/l (figure 8a, données Agence de Bassin Rhin Meuse station d'Inor de 1981 à 1991). Le cours d'eau se situe à 90 % en qualité bonne ou passable. Suite à l'augmentation des apports de phosphore (industriels et agricoles), les risques d'eutrophisation sont plus importants (figure 8b, COLLECTIF, 1989). Ces données doivent être prises en considération lors des inondations qui vont spontanément apporter des fertilisants aux groupements végétaux inondés. On peut noter la superposition des pics des débits, nitrates et orthophosphates (figure 8c). Ce phénomène s'explique par le ruissellement des eaux de pluie qui augmente le lessivage des nitrates (surtout) et dans une moindre mesure des phosphates. Le pH des eaux de la Meuse varie de 7,7 à 8,4 (données Agence de Bassin Rhin-Meuse station d'Inor de 1981 à 1991), il est donc légèrement basique.

b) Les eaux souterraines

- la nappe phréatique profonde

La qualité physico-chimique et bactériologique des principaux aquifères s'avère bonne en général (Comité de Bassin Rhin-Meuse, 1990b). Mais ces nappes sont vulnérables.

La teneur moyenne en nitrates y est faible, mais les eaux souterraines ne sont pas exemptes d'une pollution azotée modérée (12 % des captages dépassent la valeur guide de 25

mg/l de nitrates). Les eaux souterraines sont les plus touchées dans les zones urbanisées ou cultivées (S.T.H. inférieure à 50 % de la S.A.U.). Mais des pollutions par les nitrates commencent à apparaître dans le département de la Meuse (Agence de l'eau Rhin-Meuse 1990a), même en zone inondable, là où les prés font place aux cultures labourées. Ainsi, le suivi de la minéralisation azotée et potassique des eaux depuis 1977 indique que les concentrations moyennes en nitrates sont 4 à 5 fois supérieures dans les nappes des secteurs à activité céréalière intensive dominante (CERE, 1995). Dans certaines zones (Dieue-Génicourt) le taux de nitrates est supérieur à 25 mg/l et doit être surveillé.

- la nappe alluviale:

Le tableau 1, tiré de KREBS (1995), présente les concentrations moyennes en éléments minéraux de la nappe alluviale comparées avec celles de la Meuse. Certains éléments sont présents à des concentrations plus fortes dans les eaux de la nappe (HCO_3^- , Ca^{2+} et NH_4^+) d'autres au contraire y présentent des teneurs bien plus faibles (NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ ...). Les éléments biogènes (N, P, K) sont donc présents à des concentrations relativement faibles dans les eaux de la nappe. Seul l'azote ammoniacal, d'origine essentiellement anthropique (fumures azotées), y est présent à des teneurs élevées.

2.2. L'OCCUPATION DES SOLS

2.2.1. Evolution démographique

La population du département de la Meuse est constituée à 54 % par des ruraux (32% en Lorraine, 27% en France) et connaît une baisse constante (- 6,28% entre le Recensement Général de la Population de 1968 et celui de 1990).

Le département de la Meuse ne possède pas de "réelle" grande agglomération (Verdun a 20767 habitants), mais de nombreux petits villages. 90 % des communes du bassin de la moyenne Meuse ont une population inférieure à 500 habitants. Certains cantons (Stenay, Spincourt) ont vu leur population chuter de 10 à 13 % entre le R.G.P de 1982 et celui de 1990.

Le faible taux d'industrialisation, le vieillissement de la population, l'exode rural et le faible développement touristique sont à l'origine de cette chute de population et d'une faible pression foncière sur les terres les moins productives.

2.2.2. Activités humaines

2.2.2.1. Activités industrielles

Quelques entreprises industrielles se sont développées, ça et là, le long de la vallée. La métallurgie, la sidérurgie, l'industrie chimique et laitière, la lunetterie mais surtout l'industrie du

papier (source de quelques pollutions dans le passé, comme à Stenay), du bois et de l'ameublement se sont implantées dans cette vallée qui conserve malgré tout son caractère bucolique. La succession de paisibles villages, desservis par une seule route peu fréquentée, de bois et de vastes prairies inondables (qui ne font place aux cultures que sur les coteaux) évoquent la somnolence du passé.

De plus en plus de carrières d'exploitation de granulats alluvionnaires sont toutefois creusées le long de la Meuse, notamment au Nord de Verdun. Le développement assez anarchique de ce phénomène est à déplorer; en effet il provoque bien souvent la disparition de biotopes sensibles tant vis à vis de l'avifaune (Rôle de Genêts, cf: carrière de Mouzay implantée sur un site à Râles) que de la flore. En fin d'exploitation ces carrières sont en général transformées en plans d'eau à vocation touristique (natation, pêche, RICOUR *et al.*, 1978).

2.2.2.2. Activités agricoles

D'une façon générale, les exploitations agricoles sont de type polyculture-élevage et ont une superficie moyenne à importante (70 à 100 Ha).

Ces dernières années, la demande foncière des agriculteurs s'est portée sur des terres susceptibles d'être mises en culture intensive, c'est à dire retournées et plantées en maïs ou céréales (NOGUEIRA, 1995).

Cette évolution se traduit par une diminution de la S.T.H. par rapport à la S.A.U. dans tout le département de la Meuse et au niveau de la vallée (tableau 2) et par une augmentation des terres labourables. De surcroît, le nombre d'exploitations est en régression sur tout le département et plus particulièrement au niveau de la vallée alluviale.

2.3. LES RICHESSES BIOLOGIQUES

2.3.1. L'avifaune

De nombreuses espèces aviennes, nicheuses ou sédentaires, se rencontrent dans la plaine alluviale meusienne. Parmi ces espèces on peut citer 2 oiseaux migrateurs, nichant au sol, très typiques de ces milieux de prairies alluviales:

-Le **Courlis cendré** (*Numenius arquata*), espèce d'une assez grande envergure (80cm à 1m) appartenant au groupe des limicoles. Son chant mélancolique (rouli-rouli) accueille le promeneur dès son arrivée sur son territoire. Il vit dans les prairies semi-naturelles mésohygrophiles à mésophiles, mais évite les terres labourées (BROYER & ROCHE, 1991). La nidification a lieu de début à mi-Avril et l'envol des petits de la mi-Juin à début Juillet (BROYER, 1991). Cette espèce est encore chassée sur le territoire national. En 1991, dans la vallée de la Meuse, on a dénombré 53 couples de Courlis cendré sur huit secteurs prospectés, ce qui permet d'estimer sa population à 80-100 couples sur toute la vallée (HERCENT, 1991).

Le plus grand nombre de couples niche dans le secteur de Stenay-Mouzay (24 en 1991), zone présentant aussi un attrait particulier pour le Râle de genêts.

-Le **Râle de genêts** (*Crex crex*) est un petit oiseau de la corpulence d'une caille, appartenant à la famille des *Rallidae*, au chant nocturne tapageur et très caractéristique. Très discret, il niche sous le couvert de la prairie alluviale (BROYER, 1985). Il montre une nette préférence pour les prairies de fauche hygrophiles. A l'origine il vivait dans les cariçaies et moliniaies de la frange des tourbières; mais il en a été chassé, car leur abandon progressif a permis l'envahissement par les *Phragmites*. Le Râle de genêts est en voie de disparition au niveau français et européen. Ainsi, en 1991, seuls 6 mâles chanteurs étaient recensés dans la vallée de la Meuse à Stenay contre 15 à 20 auparavant. BROYER (1985) signale 38-40 mâles chanteurs entre Vaucouleurs et Stenay en 1983 contre 15 en 1984. En effet, cet oiseau est étroitement lié à une forme traditionnelle d'agriculture et ne possède que peu de capacités d'adaptation. Longtemps chassé, il doit maintenant faire face à une agriculture en mutation. Ainsi, il niche tardivement (envol des petits vers le 15 Juillet) et ne supporte qu'un pâturage très extensif. Ses effectifs connaissent des variations importantes selon les années; en effet, entre 1992 et 1996, ils ont fluctué entre un minimum de 6 (1992) et un maximum de 22 couples (1993).

A leurs côtés on rencontre d'autres espèces, dites "compagnes" (BROYER, 1988; MUSCAT, 1995), nichant au sol et typiques des prairies humides comme:

-La **Bergeronnette printanière** (*Motacilla flava*), petit passereau typique des paysages ouverts et semble-t-il étroitement lié au réseau fluvial. Sa nidification a lieu dès début Mai et les envols sont terminés fin Juin.

-Le **Traquet tarier** (*Saxicola rubetra*) est un petit passereau vivant dans la prairie hygrophile, dont l'envol des jeunes a habituellement lieu au cours du mois de Juin.

-Le **Bruant proyer** (*Emberiza calandra*) est un oiseau résolument prairial; en effet il "préfère l'exil à la végétation cultivée" (BROYER, 1988). Il niche dans les faciès prairiaux mésohygrophiles et hygrophiles; ses petits s'envolent au cours du mois de Juin.

-L'**Alouette des champs** (*Alauda arvensis*), est un passereau qui est "psychiquement dépendant des paysages ouverts" (BROYER, 1988) à un tel point qu'il ne niche pas dans une parcelle entourée de bois. Cependant, il peut aussi bien vivre dans une prairie que dans les terres cultivés. L'attachement des oisillons au nid dure de la fin Mai à la mi-Juin.

Ces espèces souffrent toutes à des degrés divers de l'intensification des pratiques agricoles et particulièrement de l'avancée constante de la date de fauche qui est incompatible avec l'envol tardif des nichées (BROYER, 1991).

Le **Vanneau huppé** (*Vanellus vanellus*) est aussi très commun dans la vallée de la Meuse; c'est une espèce présente dans les zones humides à végétation basse. Curieusement, il fréquente de manière indifférente les prairies et les labours. Cet oiseau est sédentaire; lors des grandes inondations, les Vanneaux forment des bandes erratiques sur les zones les plus élevées de la plaine alluviale.

Différentes espèces de rapaces sont également présentes sur ces prairies où elles trouvent une nourriture suffisante.

Les bras morts et les noues constituent le biotope de nombreuses espèces de zones humides comme les Rousseroles (*Acrocephalus sp.*), les autres Fauvettes palustres et le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*) (HERCENT, 1991). Les bancs de gravier de la Meuse qui sont découverts au printemps peuvent également accueillir les nichées du petit Gravelot (*Charadrius dubius*) ou du Chevalier guignette (*Actilis hypoleucos*).

2.3.2. La flore et la végétation

Les premières données floristiques sur ce secteur datent de la fin du XIX^{ème} siècle, période où des excursions botaniques sont réalisées par la "Société des Amateurs Naturalistes du nord de la Meuse" (en Juin 1890, Août 1891, Juin 1892 et Juin 1903). Elles ont permis de mettre en évidence les richesses floristiques de la vallée Nord meusienne. Les espèces les plus intéressantes, signalées il y a environ cent ans par ces botanistes (PIERROT *et al.*, 1891 à 1904), sont:

**Imula britannica*: assez abondant dans les prés humides de Stenay et Cervisy.

Gratiola officinalis: dans les prés humides et les lieux aquatiques, près de Stenay, Wiseppe, Consenvoye.

Oenanthe peucedanifolia (qui a probablement été confondu avec *Oe.silatifolia*), dans les prairies humides de Stenay, Mouzay et Briulles-sur-Meuse.

Teucrium scordium: dans les fossés humides et les lieux aquatiques aux abords de Stenay; très rare déjà à l'époque!

Ranunculus lingua: au niveau de la "noue dit l'Ecaillère à Stenay".

Trifolium fragiferum: dans les prairies près de Stenay, assez commun.

Oenanthe fistulosa: commun dans les fossés et marais.

Myosurus minimus, *Ranunculus sceleratus* et *Limosella aquatica* dans les chemins humides, voire marécageux, entre Cesse et Stenay.

Pedicularis palustris: d'Inor à Pouilly.

Oenanthe aquatica: Dans les marais et les fossés de la vallée de la Meuse.

Alopecurus geniculatus: peu commun dans les marais, fossés et prés inondés l'hiver.

Sagittaria sagittifolia: peu commun sur les marais et bords de rivières.

Butomus umbellatus: peu commun sur les fossés, dans les étangs et marais.

* Nomenclature selon LAMBINON *et al.* 1992.

Suite à l'orientation que prend, en 1918, la Société des Amateurs Naturalistes vers l'archéologie, les publications botaniques sur la vallée de la Meuse sont quasiment suspendues jusqu'en 1958, année où paraît le travail de J. DUVIGNEAUD sur la végétation de la plaine alluviale de la Meuse lorraine (de Pagny la Blanche Côte à Sedan). Il y décrit les groupements végétaux en fonction du gradient topographique et donc de durées d'inondation différentes. Ainsi, il distingue, du plus sec au plus humide:

- Le pré à *Bromus erectus*, où se côtoient des espèces prairiales mésophiles à xérophiles.

- La prairie de plaine alluviale à *Colchicum autumnale* et *Festuca pratensis*, groupement typique de prairie inondable. Il y distingue 3 sous-unités zonées en fonction de durées d'inondation croissantes; ce sont les sous-associations suivantes: à *Sanguisorba minor*, typique et à *Filipendula ulmaria*.

- La prairie humide à *Filipendula ulmaria*, où l'on rencontre un cortège de prairiales mésohygro- à hygrophiles en même temps que de petits héliophytes.

- Les cariçaies et roselières, où les prairiales deviennent rares et les héliophytes dominants.

- La végétation aquatique des eaux calmes et courantes.

Le travail de DUVIGNEAUD se voulait être un état des lieux "de la végétation des prairies avant qu'elle ne soit modifiée irrémédiablement par une activité culturelle accrue, par l'apport d'engrais, par le pâturage intensif" (DUVIGNEAUD 1958). D'un point de vue uniquement floristique, on peut constater dans les relevés de J. DUVIGNEAUD, par rapport aux excursions datant de la fin du XIX^{ème} siècle, l'absence d'*Inula britannica* (pourtant décrit comme assez abondante à l'époque !) et de *Teucrium scordium* et la rareté de *Gratiola officinalis* (présent dans un seul de ses relevés). Ces modifications doivent-elles être imputées aux premiers changements dans l'agriculture (notamment à l'avancée de la date de fauche concernant *Inula britannica* qui fleurit très tardivement) ou plutôt à la prospection qui était très large et donc peut-être pas suffisamment exhaustive ?

Entre 1958 et 1983, aucune étude botanique n'a été réalisée sur les prairies de la vallée de la Meuse. En 1983, en vue d'estimer les zones à protéger, une évaluation de l'intérêt floristique, phytoécologique et agronomique des prairies inondables de la Meuse entre Vilosne et Pouilly a été confiée à S. MULLER par la D.R.A.E. de Lorraine. Ce travail met en évidence les dangers qui guettent la prairie alluviale et les moyens de la conserver. Il y décrit les différentes unités de la végétation en fonction des durées d'inondation, suivant une typologie plus récente (inspirée de celle de BOURNERIAS *et al.*, 1978 pour l'Oise, ROYER et DIDIER, 1982 pour la Champagne humide). Leur intérêt floristique est démontré; on retrouve *Gratiola officinalis* et *Imula britannica* qui était absente des relevés de DUVIGNEAUD. Cette dernière n'a malheureusement plus la possibilité de fleurir (floraison fin Juillet à début Août) et doit se maintenir végétativement au sein de la prairie. Cette constatation est confirmée par sa découverte en 1992 dans une autre station. Peut-être est-elle encore plus fréquente qu'il n'y paraît, mais plus discrète, à cause de l'absence de floraison. *Gratiola officinalis* et *Teucrium scordium* n'ont pas été retrouvés en 1983 dans un des sites signalés par PIERROT *et al.* (1891-1904), suite à sa transformation en plan d'eau.

Les campagnes de terrains menées de 1992 à 1996 ont permis de mettre en évidence les espèces végétales sensibles de la vallée de la Meuse (MULLER et LEROUX, 1987). Celles-ci sont dites d'intérêt "patrimonial" par TERRISSE et CAUPENNE (1992). Par ce terme, ils englobent les espèces rares ou d'intérêt particulier, c'est-à-dire:

- rares sur l'ensemble du territoire français ou liées à des habitats spécialisés et/ou fragiles comme, dans la vallée de la Meuse, *Gratiola officinalis*, *Imula britannica*, *Mentha pulegium*, *Oenanthe fistulosa*, *Triglochin palustris*, *Teucrium scordium* et *Stellaria palustris*.

- pouvant être localement abondantes mais rares ou absentes ailleurs en France; ce sont en général des espèces très spécialisées de certains milieux, comme *Senecio aquaticus*.

- non protégées, mais rares au niveau régional comme *Thalictrum flavum*, *Alopecurus geniculatus* et *Alopecurus rendlei*, *Trifolium fragiferum* (COLLECTIF, 1994).

- dont les populations sont en déclin marqué au niveau régional et/ou national comme *Butomus umbellatus* et *Sagittaria sagittifolia*.

- à intérêt biogéographique particulier comme *Oenanthe silaifolia* qui se trouve en limite d'aire de répartition.

2.4. L'AGRICULTURE DANS LA VALLEE DE LA MEUSE

2.4.1. Pratiques agricoles passées

Les prairies naturelles sont des formations semi-naturelles issues des déboisements ayant débuté au VII^{ème} siècle de la forêt alluviale primaire.

L'étude des plans cadastraux du début du XIX^{ème} siècle a été réalisée par DUVIGNEAUD (1958):

Au début du siècle (1820), les parcelles sont de faibles superficies (en moyenne 30 ares), elles sont allongées en lanières et ne sont desservies par aucun chemin. Pour atteindre les parcelles éloignées des villages, il faut traverser "une multitude d'autres parcelles qui sont donc soumises à une servitude de passage"(DUVIGNEAUD, 1958). Le paysage est ouvert, en effet aucune parcelle n'est clôturée. Ceci explique l'exploitation communautaire de la plaine alluviale. L'accès à la prairie est interdit à tous durant une longue période de l'année jusqu'au début de la fenaison. La fauche a lieu durant un mois, à partir de la mi-juin, et se déroule de façon disciplinée, des parcelles proches des villages aux parcelles les plus éloignées qui deviennent progressivement accessibles. La fauche est suivie d'un pâturage communautaire (ou vaine pâture), le troupeau commun étant conduit par un berger communal.

De nombreux regroupements de parcelles ont déjà eu lieu au cours du XIX^{ème} siècle. La vaine pâture est maintenue, mais perd progressivement son caractère communautaire. Des parcs de pâturage intensif se développent autour des villages. Ce sont les premiers signes d'une intensification des pratiques agricoles dans la plaine alluviale meusienne.

L'accélération du remembrement des parcelles et la mise en place de chemins de desserte au début du XX^{ème} siècle ont rendu obsolète la vaine pâture et la fauche communautaire et ont permis l'utilisation de machines agricoles plus puissantes.

2.4.2. Exploitation actuelle

2.4.2.1. Sur l'ensemble de la vallée alluviale

Les agriculteurs représentent 10% de la population active du département de la Meuse et exploitent des fermes d'une taille nettement supérieure à la moyenne française (4800 exploitants environ pour 340 000 hectares, soit 69 ha de moyenne par exploitation). Ainsi, la Meuse est un département rural, où l'agriculture tient une place économique très importante. De nos jours, les agriculteurs de la plaine alluviale meusienne sont confrontés à un double problème: la politique agricole commune et les caprices de la rivière. Les exploitations sont souvent mixtes, lait et/ou viande et céréales (NOGUEIRA, 1995). La plaine alluviale est de ce fait exploitée en prairie de fauche et en pâture pour fournir du foin et de l'herbe aux bêtes. Les coteaux, quant à eux, sont retournés et plantés en céréales, colza ou maïs. Ainsi, malgré des conditions d'exploitation difficiles (inondations de nov.-déc. à mars-avril) la plaine alluviale ne souffre pas de déprise. En effet les agriculteurs ayant cultivé toutes les terres "retournables", c'est à dire bien drainées, ont besoin de ces prairies pour fournir du foin et de l'herbe à leurs bêtes. Depuis peu, certaines parcelles sont même fauchées par des agriculteurs dont le siège

d'exploitation est éloigné (de plus de 10 Km) de la plaine alluviale, car ils ne possèdent plus d'autres prairies de fauche.

La plaine alluviale est encore exploitée de manière assez extensive, bien que les parcs se développent de plus en plus, que la date de fauche soit avancée et que de plus en plus de parcelles aient été plantées en maïs. Ces phénomènes traduisent une intensification des pratiques agricoles par rapport au début du XX^{ème} siècle, mais n'atteignent de loin pas l'ampleur de certaines zones céréalières. Les zones les plus basses sont en général exploitées uniquement en prairies de fauche ou en prairies mixtes avec pâturage du regain, quand le sol s'est asséché et que les risques d'inondation sont quasi-nuls. Les parcs localisés plus près des villages sont en général réservés aux vaches laitières (moins de déplacements). Les génisses et les animaux à viande sont mis en priorité dans les pâtures plus éloignées des villages. Quelques installations mobiles de traite apparaissent dans la prairie et indiquent une "délocalisation" des vaches laitières. La pratique de l'ensilage, qui n'est possible que dans les parcelles les plus sèches et donc peu inondées, reste assez localisée.

On peut cependant noter une opposition entre le Nord du département de la Meuse et le Sud où la pratique de l'ensilage et d'une fauche très précoce se banalisent; en effet 75% de la prairie est fauchée début juin dans le Sud, contre seulement 40% dans le Nord !!. Cette opposition se traduit aussi par le développement plus important des parcs et des parcelles cultivées au sein de la plaine alluviale dans le Sud de la zone d'étude. L'utilisation d'engrais ou de fumier est assez récente et en général parcimonieuse. Le plus souvent les agriculteurs laissent les eaux de la Meuse fertiliser gratuitement leurs prairies. Cependant, trois niveaux de fertilisation sont pratiqués:

- une fertilisation de fond assez "douce": 3 quintaux de triple 15 (c'est à dire 45 Unités de N, P, K), qui permet d'entretenir le rendement des prairies et d'avancer leur date de fauche; cette fertilisation peut être suivie en deuxième coupe d'un autre apport d'azote
- une fertilisation plus forte de 60 à 120 U d'N ou NPK/ha/an, qui permet d'avancer encore la date de fauche et d'augmenter la productivité des parcelles.
- une fertilisation "intensive" qui atteint 180 U d'N ou NPK/ha/an permettant un ensilage, suivi souvent de deux, voire trois coupes (regain et/ou ensilage). Avant l'ensilage il y a apport de 60 à 70 unités d'azote, puis avant chaque coupe à nouveau 40 à 60 unités.

Cette intensification constitue une arme à double tranchant; la pluie, le vent et les eaux de la Meuse peuvent empêcher la première fauche (fin Mai) et coucher les foins avant leur récolte; ce phénomène était général en 1992 où il a beaucoup plu à la fin du printemps.

De plus, il n'est pas toujours possible d'accéder aux prairies, encore inondées au printemps (comme ce fut le cas en 1995), pour épandre les engrais.

La grande dépendance de l'exploitation vis à vis des conditions climatiques dans ces prairies alluviales permet encore de préserver ces écosystèmes et d'empêcher une intensification plus poussée des pratiques agricoles.

2.4.2.2. Dans les zones de Mouzay et Luzy St Martin

Une enquête agricole parcellaire a été réalisée en 1995 (CERE, 1995) au niveau des prairies de Luzy (365 Ha de SAU) et Mouzay (460 Ha de SAU), suivie d'une cartographie parcellaire au 1/10000 des pratiques agricoles (mode d'utilisation, doses d'engrais, dates de fauche). Cette enquête doit permettre de superposer pratiques agricoles et types de végétation.

a) Données générales sur les exploitations agricoles des deux secteurs

Pour le secteur de Mouzay, il y a 38 exploitations qui se répartissent sur 10 communes. Les agriculteurs sont groupés essentiellement sur la commune de Baâlon où ils sont au nombre de 15. A ce chiffre, il faut en ajouter 5 sur la commune de Mouzay, 1 sur Stenay et 17 qui viennent des communes voisines situées en rive gauche de la Meuse (Beauford en Argonne, Cesse, Sassey, Wiseppe mais également de communes plus lointaines telles que Dun-sur-Meuse, Liny-devant-Dun, Nantillois).

Sur le territoire de Luzy-St-Martin, les 27 exploitations sont assez proches les unes des autres. Elles sont principalement localisées à Cesse (9), Luzy-St-Martin (5), Martincourt (4), Stenay (4) et Beauford en Argonne (1). On ne dénombre que trois exploitations retirées: 2 localisées sur la commune de Baâlon et 1 sur la commune de Glaire dans les Ardennes.

Statut des exploitations:

Sur le secteur de Mouzay : - 79% d'exploitations à statut "individuel",
- 18% de G.A.E.C.,
- 3% autres

Sur le secteur de Luzy-St-Martin : - 89% d'exploitations à statut "individuel",
- 11% de G.A.E.C.,

Sur le territoire de Mouzay et de Luzy-St-Martin, la moyenne d'âge des exploitants est approximativement de 42 ans. Sur Mouzay, les moins de 40 ans sont au nombre de 15 (39% des exploitants interrogés) et sur Luzy-St-Martin au nombre de 11 (41% des enquêtés).

Les perspectives de succession sont incertaines pour 29% des exploitants dans le secteur de Mouzay et 41% de celui de Luzy. Par ailleurs, 4 exploitants sur Mouzay et 6 sur Luzy-St-Martin ne voient aucun successeur pour leur exploitation. Ceux proches de la retraite commencent déjà à se demander ce qu'ils feront de leurs terres. Les autres préparent, en fait, l'installation de leur fils.

Le nombre de personnes travaillant à plein temps sur l'exploitation se répartit de la façon suivante :

Sur le secteur de Mouzay : - 1 personne dans 45% des cas,
 - 2 personnes dans 42% des cas,
 - 3 personnes dans 13% des cas.

Sur le secteur de Luzy-St-Martin : - 1 personne dans 52% des cas,
 - 2 personnes dans 41% des cas,
 - 3 personnes dans 7% des cas.

On peut donc penser qu'il y a essentiellement une main-d'oeuvre familiale sur l'exploitation. Par ailleurs, il faut savoir que 2 exploitants interrogés sur Luzy-St-Martin déclarent avoir une activité secondaire : un conduit des poids-lourds et l'autre s'occupe d'une ferme-auberge.

b) Le mode de gestion des parcelles

Mode de gestion	Mouzay	Luzy-st-Martin
fauche	78%	23%
pâturage	5%	26%
mixte	17%	51%

Les deux zones connaissent un régime d'exploitation différent (cf. chapitre cartographie de la végétation). La plaine de Luzy-St-Martin voit, grâce à la proximité des villages, se développer de nombreux parcs alors que la plaine de Mouzay présente de larges zones retournées et peu de parcs. Par ailleurs, les prairies de fauche peuvent être pâturées précocément (déprimage) ou pâturées sur les regains. A Luzy-St-Martin, l'association fauchage-pâturage représente 51% de la surface toujours en herbe (S.T.H) ; à Mouzay, elle ne représente que 17%.

Sur Mouzay, 12% de la S.T.H. est ensilée ; sur Luzy-St-Martin, l'ensilage s'effectue sur 16% de la S.T.H.. La pratique de l'ensilage reste localisée. Elle n'est possible que sur les parcelles les plus sèches et donc peu inondables.

La pratique la plus courante reste donc la réalisation d'un foin de première coupe, suivie de la mise en pâturage des animaux quand cela est envisagé. Ainsi lors des grandes périodes de fauche, on assiste pendant plusieurs jours à une alternance d'opérations : éparpillement, retournement dans la journée et, le soir, rassemblement en andains ou en meulons.

c) Calendrier de fauche

L'enquête montre que, dans la plaine alluviale entre Mouzay et Luzy-St-Martin, les prairies permanentes constituent l'élément primordial de la production fourragère. Le rendement moyen estimé par les agriculteurs est de l'ordre de 5,5 tonnes à l'hectare. L'enquête agricole a mis en évidence que la date de fauche est variable selon que l'herbe est destinée à être ensilée ou à être fauchée. Sur la plaine de Mouzay, environ 18% de la surface est fauchée avant le 1^{er} Juin, 37% au 15 Juin, 63% au 1^{er} Juillet et 92% au 15 Juillet. Sur la plaine de Luzy-St-Martin, 27% de la surface est fauchée avant le 1^{er} Juin, 46% au 15 Juin, 81% au 1^{er} Juillet et 98% au 15 Juillet. Les parcs et cultures ne sont pas comptabilisés dans les surfaces fauchables. Les deux prairies se distinguent aussi l'une de l'autre au niveau des dates de fauche. En effet, au 1^{er} Juillet 81% de la prairie de Luzy est fauchée contre seulement 63% sur Mouzay.

Les parcelles fauchées après le 1^{er} Juillet sont principalement des parcelles "sous contrat article 19". La mise en oeuvre de contrats particuliers passés avec quelques exploitants a ainsi permis le maintien d'espaces relativement préservés vis à vis de l'intensification des pratiques agricoles.

Généralement, l'ensilage réalisé au mois de Mai est suivi d'une à deux récoltes de foin et les animaux peuvent alors être mis à pâturer jusqu'au mois d'Octobre, voire Novembre.

Cependant, les parcelles ne sont pas fauchées à la même date chaque année; il y a une variation assez importante des pratiques, qui dépend des impératifs de l'exploitation et des conditions climatiques. En effet, la plaine alluviale constitue une zone d'appoint qui est exploitée quand le travail sur les coteaux cultivés est fini. Les agriculteurs viennent la faucher quand ils en ont le temps !.

d) La fertilisation

Pour déterminer le niveau d'intensification concernant la fertilisation en fumure azotée, une classification a été établie :

- 0 Unité d'N : conduite très extensive,
- 1-29 Unités d'N : conduite extensive,
- 30-59 U d'N : conduite semi-extensive,
- 60-99 U d'N : conduite semi-intensive,
- plus de 100 U d'N : conduite intensive.

Une cartographie des apports d'engrais a été réalisée au niveau parcellaire sur les secteurs de Mouzay et Luzy (annexe 2)

Les parcelles sont conduites d'une manière plus ou moins intensive. Sur le territoire de Mouzay, les parcelles reçoivent en moyenne 32 unités d'azote : 49% de la superficie toujours en herbe ne reçoit pas d'éléments fertilisants, si ce n'est des éléments apportés par les inondations. Par contre, sur Luzy-St-Martin, les parcelles reçoivent en moyenne 53 unités d'azote et seulement 38% de la S.T.H ne reçoit pas de fumure azotée; la prairie est donc, là aussi, gérée de manière plus intensive que sur Mouzay.

Fumure totale	Mouzay (en % de la S.T.H)	Luzy-St-Martin (en % de la S.T.H)
0 unité fertilisante	49%	38%
de 1 à 29 unités fertilisantes	3%	5%
de 30 à 59 unités fertilisantes	26%	19%
de 60 à 99 unités fertilisantes	8%	11%
plus de 100 unités fertilisantes	14%	27%

Sur les parcelles où la fertilisation azotée est relativement "douce" (inférieure à 60 unités) les apports se font généralement au printemps (Avril) en commençant par la première parcelle à faucher ou à pâturer. Pour des teneurs supérieures, la première coupe est suivie d'un autre apport d'azote. Dans le cas d'une gestion intensive, il y a apport de 60 à 90 unités début Avril, puis les exploitants se contentent d'apporter une dose moyenne d'azote, de l'ordre de 40 à 60 unités lors de chaque exploitation, fauche ou pâture.

On remarque que le niveau de fertilisation est plus important sur le secteur de Luzy-St-Martin. Il a pour origine l'importance des prairies pâturées et fertilisées. Les parcelles pâturées doivent satisfaire la demande en fourrage pour le troupeau laitier, l'engraissement de taurillons ou la finition de boeufs. Alors que sur le secteur de Mouzay, les parcelles sont très éloignées de l'exploitation et servent principalement à faire du foin.

Il faut aussi savoir que la superficie sous contrat "article 19" au niveau de la plaine de Mouzay (29% de la S.A.U.) est beaucoup plus importante que sur celle de Luzy-St-Martin (10% de la S.A.U., cf § 2.5.1.2.). Ceci peut aussi expliquer en partie les différences observées entre Luzy et Mouzay et donc le maintien d'une agriculture plus extensive sur le secteur de Mouzay.

Il existe une certaine correspondance entre les dates de fauche et les doses de fertilisation apportées. Aussi bien sur Mouzay que sur Luzy-St-Martin, les parcelles recevant plus de 50 unités d'azote sont fauchées avant le 20 Juin.

De plus, les inondations répétées de la Meuse apportent d'importantes quantités de limons dans les deux secteurs, augmentant la valeur fourragère des prairies de fauche. Cela explique l'existence de prairies fauchées avant le 20 Juin sur des parcelles ne recevant pratiquement aucune fumure. De nombreux agriculteurs en sont conscients et n'hésitent pas à

en parler : "Je profite des inondations pour produire du fourrage". "Pourquoi apporter de l'engrais quand cela peut venir naturellement".

Les différences d'exploitation des deux zones sont également liées à la distance entre les prairies et les villages. La proximité des villages et leur nombre important autour la prairie de Luzy favorisent en général l'intensification des pratiques, qui s'exprime au travers de la multiplication des parcs, la fertilisation plus importante et une pratique plus courante de l'ensilage.

Sur la prairie de Mouzay, les zones les plus sèches ont été retournées et semées en maïs. Ce phénomène est quasi-nul sur la zone de Luzy, où seule une parcelle est retournée (cf cartes de végétation).

Les contraintes qu'imposent les conditions climatiques dans ces prairies alluviales permettent encore de préserver ces écosystèmes et de contenir une intensification des pratiques agricoles. En effet, il n'est pas toujours possible d'accéder aux prairies, encore inondées au printemps, pour épandre les engrais (comme ce fut le cas en 1995). Cependant, face au développement et à la banalisation de la fertilisation, du pâturage continu, de l'ensilage et du retournement des terres les plus sèches, la mise en place de mesures de protection de l'environnement s'est imposée.

2.5. LES MOYENS DE PRESERVATION DE L'ENVIRONNEMENT MIS EN OEUVRE DANS LA VALLEE DE LA MEUSE

Dans la vallée de la Meuse, les mesures de protections mises en place sont de deux types:

- En 1992, tout d'abord, "l'article 19" du règlement CEE 797/85, afin de maintenir les parcelles en prairies de fauche, de réduire les doses d'engrais et de reculer la date de fauche (COLLECTIF, 1992b ; GREVILLIOT, 1992).

- A partir de 1994, le rachat de terres par le Conservatoire des Sites Lorrains dans le cadre d'une A.C.N.A.T. a permis d'assurer une gestion conservatoire durable (fauche tardive ou pâture sans engrais) dans les parcelles acquises (COLLECTIF, 1993a).

2.5.1. L'article 19 au niveau de la vallée de la Meuse

2.5.1.1. Historique de sa mise en place

Comme indiqué dans le chapitre sur la richesse biologique, les prairies alluviales de la Meuse constituent des biotopes à grande valeur patrimoniale (COLLECTIF, 1991), tant du point de vue ornithologique (présence d'une population de Râle de genêts et de nombreux Courlis cendré) que du point de vue floristique (présence de la *Gratiola officinalis* et d'*Imula britannica*, entre autres). Mais depuis les premières études botaniques datant de la fin du

XIX^{ème} siècle, des dégradations ont déjà eu lieu et la population de Râle de genêts est en constante régression face à une pression agricole croissante!

Il était donc temps de contenir l'intensification des pratiques agricoles et de maîtriser le retournement des terres et le développement d'une fauche de plus en plus précoce. Afin de préserver, avant qu'il ne soit trop tard, ces biotopes riches en espèces végétales et animales menacées (car inféodées à un milieu subissant des transformations agricoles plus ou moins poussées selon les régions), il a été mis en place, en 1992, une mesure de protection de l'environnement: l'article 19 du code socio-structurel de la C.E.E.

Sur l'initiative commune du Conservatoire des Sites Lorrains et de la Fédération Départementale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (F.D.S.E.A.), un programme "article 19" a été proposé dans les vallées de la Meuse, de la Thinte et du Loison (COLLECTIF, 1991). Celui-ci a pour but de restaurer ou préserver l'écosystème prairie inondable, chaînon indispensable à la vie de l'avifaune nicheuse.

Début 1991, les différents dossiers ont été élaborés; un état des lieux scientifique (floristique et ornithologique) est également réalisé (HERCENT, 1991).

Quelque 13000 ha potentiellement "riches" étaient pressentis. Ces 13000 Ha ont été réduits à 7685 ha suite à une étude bibliographique, qui se basait sur la richesse floristique (présence d'espèces rares) et la régularité de fréquentation par l'avifaune (notamment Râle de genêts et Courlis cendrés dans la Meuse ainsi que Grues cendrées en zones d'hivernage dans la vallée du Loison). De plus le caractère régulier des inondations, les limites naturelles et anthropiques ont déterminé la localisation des secteurs retenus.

Dix zones réparties en deux groupes d'intérêt différent ont ainsi été sélectionnées:

- cinq secteurs prioritaires (3855 ha) de grands intérêt(s) avifaunistique et (ou) floristique.

- cinq secteurs secondaires (3830 ha) de moindre intérêt.

Un cahier des charges a ensuite été élaboré; il doit permettre de restaurer des pratiques agricoles plus extensives aptes à préserver le milieu naturel. Cinq niveaux de contrat ont été retenus en fonction des indicateurs biologiques, floristiques et avifaunistiques (tableau 3). Le montant des primes versées a été calculé en fonction des pertes induites par chaque niveau de contrat. Le contrat A est le plus contraignant, le contrat E n'est que "transitoire".

Les zones prioritaires et secondaires ont fait l'objet d'un état initial floristique et avifaunistique plus fin (à l'échelle de quelques hectares) qui doit permettre de déterminer les types de contrat à proposer dans chaque zone. Par exemple dans une petite zone où le Râle niche régulièrement et (ou) la flore est intéressante (présence d'espèces sensibles), on proposera à l'agriculteur des contrats de types A ou B, qui sont les plus restrictifs (figure 9).

2.5.1.2. Résultats de la contractualisation au niveau de la plaine alluviale de la Meuse

En 1991, en raison des financements disponibles, une superficie a été fixée pour chaque niveau de contrat. 2300 ha pouvaient ainsi bénéficier d'une contractualisation, se répartissant comme suit:

- niveau A : 400 ha
- niveau B : 800 ha
- niveau C : 900 ha
- niveau D : 100 ha
- niveau E : 100 ha.

En 1995, le bilan des contractualisations pour les différents niveaux se répartit de la manière suivante :

- niveau A : 39 ha (9,8%)
- niveau B : 329 ha (41%)
- niveau C : 115 ha (12,8%)
- niveau D : 143 ha (14,3%)
- niveau E : 14 ha (1,4%)

Soit une surface de 640 ha qui représente 28% de la surface éligible.

Ainsi, le succès de l'article 19 dans la vallée de la Meuse reste modeste; c'est pourquoi, afin de mettre en évidence les raisons de cette réussite mitigée, une étude socio-économique plus poussée (CERE, 1995 et NOGUEIRA, 1995) a été réalisée au niveau d'un secteur test, celui de Luzy-St-Martin et Mouzay.

2.5.1.3. Bilan des contractualisations au niveau des zones de Mouzay et Luzy-St-Martin

Sur la zone de Mouzay-Luzy, où les contrats ont été les plus nombreux, nous observons la répartition suivante:

Niveau de contrat	Mouzay	Luzy-St-Martin
A (Nb d'exploitants)	4	1
Surface contractualisée en ha	25,4	3,8
B (Nb d'exploitants)	12	4
Surface contractualisée en ha	98,9	32
C (Nb d'exploitants)	1	2
Surface contractualisée en ha	7,35	17,4
Total	132	53

On constate que la superficie en contrat est beaucoup plus importante sur Mouzay (132 ha sur 460 ha de S.A.U. soit 29%) que sur Luzy-st-Martin (53 ha sur 365 ha de S.A.U. soit 14,5%). Mais dans les deux cas, les résultats restent assez modestes (NOGUEIRA, 1995). En dépit des négociations préalables menées par le C.S.L. avec la profession agricole, on peut se demander si ces mesures sont apparues peu attrayantes financièrement pour les agriculteurs par rapport au manque-à-gagner correspondant. Les contraintes proposées ont-elles été trop fortes (en particulier le contrat A) ? Ou d'autres blocages ont-ils empêché les agriculteurs de répondre favorablement à ces propositions ? Une enquête a donc été réalisée pour répondre à ces questions.

2.5.1.4. Résultats de l'enquête réalisée auprès des agriculteurs des zones de Mouzay et Luzy-St-Martin

a) Raisons motivant la signature d'un contrat "Article 19"

(en nombre de citations)	Mouzay	Luzy-St-Martin
- nombre de chefs d'exploitation enquêtés	15	5
- attrait économique de la subvention	4	3
- la parcelle est éloignée du siège d'exploitation	6	0
- la parcelle est indispensable à l'exploitation	6	3
- faible valeur de la prairie	6	3
- protéger l'environnement	10	4
- limiter l'appauvrissement de la faune	4	4
- maintenir la diversité floristique	6	2

Les raisons conduisant un exploitant à signer un tel contrat sont multiples. L'argument le plus cité est celui de la protection de l'environnement, puis celui du maintien d'une certaine richesse faunistique locale.

L'éloignement de la parcelle par rapport à son siège d'exploitation constitue une motivation uniquement pour les agriculteurs de la prairie de Mouzay (40% des interrogés sur Mouzay) alors qu'à Luzy elle semble plus indispensable à la bonne conduite de l'exploitation. Ceci s'explique par la proximité des villages autour de la prairie de Luzy et leur éloignement à Mouzay. Comme le souligne BROYER (1991) dans une étude similaire au sein du Val de Saône, cette contrainte conditionne l'organisation du travail; ainsi l'éloignement des parcelles induit un problème de déplacement du matériel au moment des fauches. Les exploitants ont ainsi tendance à limiter le nombre de coupes et donc à retarder la date de fauche.

Nous aurions pu nous attendre à ce que la raison majeure de la signature d'un contrat "Article 19" soit un apport financier attractif. Mais cette raison est citée en dernier et le montant de la subvention proposée est souvent caractérisé comme "**pas assez élevé**".

b) Les avantages des contrats mentionnés par les agriculteurs

(en nombre de citations)	Mouzay	Luzy-St-Martin
- nombre de chefs d'exploitation enquêtés	15	5
- la subvention est un moyen de rentabiliser la zone inondable.	10	3
- <i>l'abandon de la parcelle est évité</i>	0	0
- pas de changement particulier dans les pratiques culturales	3	3

L'avantage majeur avancé pour la signature d'un contrat est la rentabilisation de la parcelle grâce à la subvention; ceci est d'autant plus vrai qu'il n'y a souvent pas eu de grands changements dans les pratiques culturales. Ainsi, cet avantage a certainement eu du poids dans la prise de décision initiale des exploitants, 30% des enquêtés avouent en effet n'avoir rien modifié. Quant aux autres, ils ont simplement repoussé la date de fauche au maximum d'un mois et réduit les fumures de 30 unités.

Par ailleurs, de nombreux exploitants acceptent l'idée que l'aide financière est un moyen de faire face aux contraintes donc de rentabiliser la zone inondable.

Par contre, les parcelles agricoles ne risquent pas l'abandon, en effet, cette raison n'est jamais citée.

c) Les inconvénients des contrats mentionnés par les agriculteurs

(en nombre de citations)	Mouzay	Luzy-St-Martin
- nombre de chefs d'exploitation enquêtés	15	5
- <i>des pratiques culturales à modifier</i>	1	2
- diminution de la valeur énergétique de l'herbe	12	4
- diminution de la production d'herbe	7	2
- <i>modification des itinéraires techniques sur les autres parcelles</i>	0	0
- <i>une démarche administrative importante</i>	0	1
- problèmes de délai dans le versement de la subvention	6	1

L'inconvénient majeur que les agriculteurs avancent vis à vis de l'article 19 est logiquement la diminution de la qualité et de la quantité de fourrage. Ceci reste cependant à vérifier d'autant plus que les pratiques agricoles ont peu changé. De plus, la baisse de

production peut peut-être éventuellement être compensée par des déplacements moins fréquents et des coûts d'exploitation (fertilisation, nombre de coupes) plus faibles.

Lorsque la modification des pratiques culturales est considérée comme une contrainte, il s'agit d'agriculteurs pour lesquels l'option céréalière est dans certains cas importante. Ainsi un recul des dates de fauche sur certaines parcelles a provoqué des pointes de travail difficiles à gérer pour quelques agriculteurs (en période de moisson principalement).

Il reste à signaler qu'un effort dans les dates de versement de la subvention serait à réaliser, 30% des agriculteurs s'en plaignent!

d) Les raisons de non-signature de contrats sur les autres parcelles primables

(en nombre de citations)

	Mouzay	Luzy-St-Martin
- nombre de chefs d'exploitation enquêtés	7	4
- la prairie représente une terre potentiellement labourable	2	0
- un refus du système de primes	2	0
- indemnité trop faible	1	0
- les modifications techniques seraient trop importantes	0	2
- implique des changements dans les structures de production	3	2
- manque d'informations sur ces mesures	0	0
- souhaite ne pas avoir de contraintes sur la manière de gérer la parcelle	4	2
- autres	1	0

Il semble que ces agriculteurs ne souhaitent pas avoir beaucoup de contraintes sur la manière de gérer les parcelles. Le désir de liberté complète de décision est très fort. Il est donc normal de constater que toute la surface primable ne fasse pas l'objet de contrats. De même, l'instauration de l'Art. 19 sur toutes les parcelles n'est envisageable que si les contraintes qu'elle entraîne n'impliquent pas nécessairement de changements dans les structures de production.

Par ailleurs, sur Mouzay environ la moitié de la prairie pourrait potentiellement être cultivée (cf *SOMI* et *CFP*, cartographie de la végétation). Ainsi, certains exploitants ne souhaitent pas s'engager sur ces prairies, car elles représentent des terres potentiellement labourables. De même, certains, considérant les indemnités trop faibles, ne jugent pas opportun d'établir de contrat sur toute la surface primable. D'autres affirment en revanche que le fait de ne pas mettre toutes ces parcelles sous contrat est une sécurité. Au regard des avantages et des inconvénients, ainsi que des résultats, les agriculteurs choisissent ou non de primer le reste.

Sur Luzy-st-Martin, deux agriculteurs pensent que les modifications techniques seraient trop importantes. Cela nécessiterait de réduire les doses en fertilisation azotée de 100 unités et de convertir les parcs en système fauche-pâturage. Ce changement aurait également pour

conséquence une réduction de la quantité d'herbe produite. La prairie n'aurait donc plus pour but principal de constituer des réserves de nourriture pour les animaux. Par voie de conséquence, il faudrait réorienter certaines parcelles du plateau vers la production de maïs ensilage.

e) Les raisons de non signature pour les non contractants

(en nombre de citations)	Mouzay	Luzy-St-Martin
- nombre de chefs d'exploitation enquêtés	23	22
- la prairie représente une terre labourable	6	3
- un refus du système de primes	5	6
- indemnité trop faible	5	7
- les modifications techniques seraient trop importantes	2	3
- implique des changements dans les structures de production	9	6
- manque d'informations sur ces mesures	1	4
- souhaite ne pas avoir de contraintes sur la manière de gérer la parcelle	12	11
- autres	1	1

La moitié des agriculteurs interrogés refuse tout simplement de devoir suivre un cahier des charges sur leurs parcelles; cette réponse ressemble fortement à un rejet pur et simple des contraintes imposées par une "personne" externe à l'exploitation.

Les autres affirment que les mesures agri-environnementales "article 19" impliquent des changements dans les structures de production et que les modifications techniques seront trop importantes. En effet, afin de se conformer à des pratiques culturales protectrices de la faune et de la flore, il faudrait par exemple réduire les 120 unités d'azote actuelles à 30 unités pour le contrat. Cela obligerait également à réaliser une fauche après le 15 juin, d'où l'impossibilité de réaliser un ensilage en Mai.

L'échec relatif de l'article 19 dans le val de Meuse résulte donc dans la mesure elle-même et dans le caractère technique du protocole. Les agriculteurs estiment que les dates de fauche trop tardives entraînent une diminution de la valeur énergétique du foin et des problèmes d'appétence. Le fourrage est donc dévalorisé, certains n'hésitent pas à le qualifier "de paille".

Pour beaucoup d'agriculteur, l'azote demeure le "pivot" du rendement de l'herbe. Il prolonge les périodes de végétation et par son action sélective sur les diverses espèces constitue un moyen efficace "d'amélioration" de la flore en favorisant notamment les graminées. C'est pourquoi, limiter les doses, peut être contraire aux objectifs de productivité attendus par les agriculteurs. Au vu de ce constat, l'absence de contraintes sur la gestion de la

parcelle est citée à plusieurs reprises. Par ailleurs, les fortes contraintes imposées par le contrat de type A incitent certains agriculteurs à écarter cette option.

f) Conclusions

Les agriculteurs ayant souscrit un contrat article 19 n'ont pour la plupart que peu modifié leurs pratiques agricoles; c'est pourquoi les primes perçues représentent un plus pour l'exploitation; dans ce cas, l'article 19 a surtout permis de conserver des pratiques agricoles relativement extensives et d'éviter leur intensification sur les parcelles correspondantes.

Les agriculteurs plus intensifs, par contre, n'ont pas été intéressés à cause des contraintes imposées par le cahier des charges de l'article 19, d'autant plus que les primes proposées sont jugées trop faibles (1500F/ha/an seraient souhaités pour le contrat B contre 900F proposés dans la contractualisation). Ce niveau de prime est le plus délicat dans les projets "article 19", car le montant de la prime n'est pas suffisant pour pouvoir toucher les agriculteurs qui sont engagés dans une politique plus productiviste. Cependant, le contrat B, au vu des pourcentages de contractualisation obtenus, semble être celui qui présente le meilleur équilibre entre les contraintes et les primes.

De surcroît, selon NOGUEIRA (1995), il apparaît que certains agriculteurs ayant contractualisé ont intensifié les pratiques sur d'autres parcelles pour compenser les pertes imposées sur les parcelles contractualisées.

De même, si l'objectif de respect de l'environnement semble maintenant largement admis y compris par la profession agricole, beaucoup de chemin reste encore à faire. Un gros effort doit être entrepris afin d'inciter davantage d'agriculteurs à adhérer aux mesures agri-environnementales.

2.5.2. L'Action Communautaire pour la NATure (ACNAT)

Afin de préserver les secteurs les plus remarquables de la vallée alluviale de la Meuse, un programme ACNAT-LIFE a été mis en place, depuis 1994, sur les zones de Sassey à Pouilly-sur-Meuse et de Pagny-sur-Meuse à Sorcy-Saint-Martin. Il prend place dans un programme plus global de sauvegarde des vallées alluviales du Nord et de l'Est de la France (VANEF) concernant les vallées de la Chiers, de l'Aisne, de l'Oise, de la Moselle et de la Meuse (COLLECTIF, 1993b). Ce programme LIFE est placé sous l'autorité de l'Etat et de l'Union Européenne, les opérateurs locaux étant les conservatoires des sites de Picardie, Champagne-Ardenne et Lorraine.

Dans la Meuse, il était prévu que l'ACNAT permette d'acquérir la maîtrise foncière de 360 ha de prairies naturelles exceptionnelles (COLLECTIF, 1993a). Fin 1995, seulement 20 ha de prairies ont pu être acquis sur les zones de Pouilly-sur-Meuse et de Mouzay-Stenay. Ce programme se termine à la fin 1996.

La gestion des sites acquis vise à la réhabilitation de zones déjà intensifiées et/ou à la préservation des secteurs actuellement non dégradés par un retour ou un maintien des pratiques extensives de gestion agricole (COLLECTIF, 1993a). Un contrat de prestation de service est établi entre le CSL et les exploitants agricoles selon un cahier des charges très précis (fauche après le 1^{er} ou le 15 Juillet avec limitation des apports d'engrais à 30N, 15K, 15P).

**DEUXIEME PARTIE:
MATERIEL ET METHODES**

DEUXIEME PARTIE: MATERIELS ET METHODES

1. TYPOLOGIE PHYTOSOCIOLOGIQUE

1.1. ECHANTILLONNAGE

Quelque 320 relevés phytosociologiques ont été réalisés (selon le méthode de Braun-Blanquet, GUINOCHE, 1973) dans la plaine alluviale de la Meuse lorraine de 1992 à 1996. Ceux-ci ont été effectués selon un échantillonnage stratifié dans des parcelles connaissant différents modes de gestion (fauche, pâture et différents niveaux de fertilisation) et le long de transects afin de prendre en compte toutes les variations microtopographiques de la vallée alluviale. Les relevés ont été réalisés au courant des mois de Mai et Juin. Ils ont été complétés au mois de Juillet pour les espèces tardives comme *Phleum pratense*, et beaucoup d'espèces de milieux très hygrophiles (*Mentha pulegium*, *Imula britannica*, *Teucrium scordium*, *Alopecurus geniculatus*...).

1.2. TRAITEMENT DES DONNEES

Les relevés de végétation ont ensuite été traités par Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.). Cette technique permet de rapprocher les relevés se ressemblant et de déterminer les facteurs discriminant de la variabilité de la composition floristique. L'A.F.C. représentant les p relevés dans un espace à n (nombre d'espèces) dimensions, individualise des groupes homogènes vis à vis de leur composition floristique. Les espèces déterminant la répartition des relevés sont obtenues par une A.F.C. sur les espèces dans un espace à p dimensions.

Les premiers axes prennent en compte le maximum d'explication de l'espace à n dimensions où sont localisés les relevés ou les espèces. Dans la prairie alluviale de la Meuse, selon les A.F.C., les taux d'inertie de l'axe 1 varient entre 9 et 18% et ceux de l'axe 2 entre 7 et 12%. Dans ces milieux prairiaux ces valeurs relativement basses sont normales.

Les A.F.C. ont permis la distinction des trois grands groupements végétaux prairiaux qui se succèdent le long du gradient topographique, le *Colchico-Festucetum pratensis* (CFP), le *Senecioni-Oenanthetum mediae* (SOM), le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* (GOF), de groupements de prairies pâturées, ainsi que des groupements de cariçaies et sub-aquatiques.

1.3. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION

1.3.1. Cartographie des groupements végétaux

Une cartographie de la végétation a été réalisée au 1/5000 au courant du printemps et de l'été 1994 sur deux grandes prairies tests dans la vallée de la Meuse (MOUZAY et LUZY). Ces deux zones ont été choisies par rapport à leur intérêt écologique (présence de la Gratiolle et du Râle de genêts), au grand nombre de parcelles bénéficiant de contrats "article 19", à la structuration différente des groupements végétaux et aux modes d'exploitation visiblement différents.

1.3.2. Suivi de la progression de la fauche dans la plaine alluviale

Au cours du printemps et de l'été 1993, 1994 et 1995, la progression de la fauche sur les prairies de Mouzay et de Cesse-Luzy a été cartographiée. Ce suivi met en évidence le % de parcelles fauchées à différentes dates indicatrices, qui correspondent aux trois dates de fauche de l'article 19 (15 Juin, 1^{er} et 15 Juillet).

1.3.3. Cartographie des pratiques agricoles

Au cours du printemps 1995, une cartographie parcellaire sur les pratiques agricoles a été réalisée (CERE, 1995). Celle-ci doit permettre de superposer pratiques agricoles et composition floristique.

2. RELATIONS ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS PHYSIQUES

2.1. ETUDE DES SOLS PRAIRIAUX DE LA MEUSE

2.1.1. Prélèvement des échantillons

22 échantillons de sols ont été récoltés au niveau de différents groupements végétaux dans des parcelles subissant différents niveaux de fertilisation (tableau 4). Un échantillon de sol est obtenu à partir de deux prélèvements réalisés à la tarière qui sont mêlés puis homogénéisés. Les prélèvements ont été réalisés au courant de l'Automne 1994 sur les 20 premiers cm du sol pour les prélèvements de surface et pour un échantillon (7b) de 30 à 50 cm pour le prélèvement de profondeur (7b). Les échantillons 1 à 9 ont été prélevés pendant la période d'assèchement du canal, les échantillons 10 à 21 après sa remise en eau.

Pour chaque station étudiée, un profil du sol est réalisé. Nous avons réalisé les analyses au Laboratoire d'écologie de prairies de Michamps. Avant analyse l'échantillon a été séché et passé au tamis de 2 mm.

2.1.2. Paramètres analysés

2.1.2.1. Paramètres physiques

- le pH (H₂O) varie en fonction des saisons, mais présente l'avantage de traduire l'acidité actuelle de la terre (GODFROID et LEONARD, 1990). La détermination est réalisée par dilution de 10g de sol dans 25 ml d'eau. La lecture se fait au pHmètre après une heure d'attente.

- le pH (KCl) traduit l'acidité d'échange. Pour réaliser cette mesure il faut diluer 10g de sol sec dans 25 ml d'une solution KCl 1N. La lecture se fait au pHmètre après une heure d'attente. Le pH KCl est inférieur au pH H₂O car les ions K⁺, en prenant sur le complexe argilo-humique la place d'ions H⁺ qui passent en solution, créent une acidité d'échange d'autant plus forte que l'acidité potentielle est élevée (GODFROID et LEONARD, 1990). Lorsque la différence entre les deux pH est inférieure à 0,5 cela signifie que l'acidité potentielle du sol est faible. Un écart de 0,5 correspond à une acidité potentielle moyenne et une différence de 1 une acidité forte. Plus la différence entre les deux pH est élevée, moins on doit considérer le complexe adsorbant comme saturé et le pouvoir tampon faible.

2.1.2.2. Paramètres chimiques

Il faut avant tout préciser que l'analyse chimique des sols fortement humifères (M.O. supérieures à 5,5%) est assez difficile à réaliser (LAMBERT *et al.*, sans date). La teneur en éléments minéraux varie fortement d'un endroit à l'autre et les acides humiques rendent délicate la lecture des valeurs au spectrophotomètre d'absorption atomique et au colorimètre.

- le Carbone oxydable est déterminé par titrimétrie selon la méthode de Walkey et Black (COLLECTIF, sans date), avec oxydation par voie humique réalisée par le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique concentré. L'évaluation de la teneur en matière organique du sol est obtenue en multipliant le Cox par 1,72 (LAMBERT *et al.*, 1992). En effet, en région tempérée, l'humus (matière organique du sol) contiendrait environ 58% de carbone.

- l'Azote total est dosé selon la méthode Kjeldahl modifiée selon TECATOR après une minéralisation en milieu sulfurique à 450°C. L'humus contient 5 à 6% d'azote. Dans un sol pourvu d'une bonne activité biologique, le rapport C/N est en général voisin de 10.

- Les éléments majeurs: K, P, Na, Mg, Ca. L'extraction des éléments majeurs est réalisée par la méthode de l'acétate d'ammonium et EDTA à pH 4,65 (LAKANEN & ERVIO, 1971; COTTENIE *et al.*, 1975). Les minéraux extraits par la solution d'extraction sont considérés comme étant assimilables par la plante. Les K, Na, Ca et Mg sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique, le P par colorimétrie.

2.2. ETUDE DU REGIME HYDRIQUE

2.2.1. Inondations

13 stations tests (tableau 5), relevant des différents groupements végétaux, ont été suivies au cours des hivers 1992, 1993 et 1994 sur les zones de Luzy et Mouzay. Des relevés de niveau d'eau ont été réalisés tous les 15 jours. Les inondations ont été cartographiées sur certaines zones des vallées alluviales afin de les superposer à la cartographie des unités de végétation.

2.2.2. Nappe

Un réseau de 13 piézomètres, d'1m de longueur, a été mis en place en 1994 sur les prairies de Mouzay et Luzy-Cesse. Ces tubes, percés de trous, laissent passer l'eau de la nappe phréatique. Ils permettent ainsi de suivre toutes les semaines ou tous les quinze jours ses variations de hauteur sur 1m de profondeur. Les piézomètres ont été installés par rapport au type de végétation et à la présence d'une nappe alluviale au printemps (Avril 1994) à moins de 80 cm de profondeur. En effet, pour les groupements secs (*Colchico-Festucetum pratensis* et *Senecioni-Oenanthetum mediae colchicetosum*), la nappe se situe à plus de 80cm de profondeur dès le printemps.

3. RELATIONS ENTRE LA VEGETATION ET AVEC LES FACTEURS AGRONOMIQUES

3.1. ETUDE SYNCHRONIQUE DE L'IMPACT DU PATURAGE INTENSIF ET DES FERTILISATIONS

Afin de mettre en évidence l'impact des pratiques agricoles sur la végétation, des relevés ont été réalisés dans des parcelles recevant différents niveaux de fertilisation et au sein des parcelles pâturées. Ces relevés ont fait l'objet d'une A.F.C. commune avec les prairies de fauche afin de mettre en évidence leurs différences de cortèges floristiques.

Des relevés phytosociologiques ont été réalisés au sein de parcelles pâturées ou intensifiées en essayant de représenter tous les niveaux d'humidité. Ces parcelles étaient soit:

- pâturées dès le début du printemps avec ou sans apports d'engrais
- fertilisées avec des doses d'engrais pouvant aller de 30 à 160 U.

Ces relevés ont fait l'objet d'une A.F.C. commune avec les prairies de fauche gérées de manière extensive, c'est à dire non fertilisées et pouvant être pâturées en regain. Ceci permet de comparer les unités de végétation correspondant à un même niveau hydrique pour des pratiques agricoles différentes.

3.2. ETUDE DIACHRONIQUE

3.2.1. Approche diachronique historique

La réalisation par DUVIGNEAUD en 1958 d'une étude de la végétation prairiale de la vallée de la Meuse a permis de réaliser une comparaison des groupements végétaux et de la biodiversité prairiale entre 1958 et 1993. A cette époque DUVIGNEAUD avait voulu établir un état de la végétation avant "qu'elle ne soit modifiée irrémédiablement par une activité culturale accrue, par l'apport d'engrais, par le pâturage intensif". Dans cette étude, il décrit trois grands types de groupements végétaux prairiaux:

- le pré à *Bromus erectus*, qui occupe de vastes surfaces sur les parties de la plaine alluviale les plus éloignées du fleuve. Son cortège floristique se rapproche d'un *Mesobrometum*; c'est pourquoi l'auteur rattache ce groupement au *Mesobromion erecti*.

- la prairie à *Colchicum autumnale* et *Festuca pratensis*, qui occupe la plus grande partie de la plaine alluviale et lui "impose sa physionomie particulière". DUVIGNEAUD y a distingué 3 sous-associations, une sèche à *Sanguisorba minor*, une typique, une humide à *Filipendula ulmaria*.

- la prairie humide à *Filipendula ulmaria*, qui signale les "parties déprimées de la plaine alluviale". Elle se présente sous 2 sous-associations, une typique "où les hautes herbes ont un développement végétatif exubérant", et une à *Caltha palustris* et *Ranunculus repens* où les hautes herbes ne forment plus que des colonies au sein des prairiales. Cette prairie se rapproche davantage d'une mégaphorbiaie, la fauche irrégulière de ces parties basses favorisant l'expression des espèces sociales.

Afin de mettre en évidence les modifications de la végétation prairiale de 1958 entre et 1993, les relevés réalisés par DUVIGNEAUD à cette époque ont été regroupés avec ceux de 1993 et ont fait l'objet d'une A.F.C. commune.

3.2.2. Etude diachronique expérimentale par mise en place de carrés permanents

3.2.2.1. Suivi de l'article 19

Un suivi de la dynamique de la végétation prairiale suite à la mise en place de l'Article 19 a été réalisé de 1992 à 1996 sur des parcelles sous contrat A, B et C. Celles-ci ont été choisies en croisant les pratiques agricoles antérieures à l'article 19 (en retenant en particulier des parcelles où les pratiques agricoles ont été extensifiées) et leur appartenance phytosociologique.

La méthode de suivi (figure 10) réalisée s'inspire de celle des points-contacts de DAGET-POISSONET (1971); elle a été transformée (selon DELPECH, 1989b) afin de mieux s'adapter aux herbages "hauts" des prairies à fauche "tardive" (c'est à dire fauchées après le 15 Juin): 50 points espacés deux à deux de 25 cm sont marqués le long de 2 fils perpendiculaires en leurs milieux et placés à une hauteur d'environ 50 cm dans la végétation. L'observateur vise la verticale des points et note chaque espèce interceptant la ligne de visée. Par convention une espèce est notée une seule fois par visée même si elle est interceptée plusieurs fois. Si la végétation est haute, on écarte délicatement les strates supérieures afin de noter les espèces en sous-strate.

Les stations où sont réalisés les relevés sont localisées par topofil. Des bornes de remembrement enfoncées dans le sol permettent de les retrouver les années suivantes pour refaire les relevés aux mêmes endroits. Ceci matérialise des carrés permanents. Cette méthode permet le calcul de la contribution spécifique au rendement de chaque espèce (CSi) qui, selon DAGET-POISSONET (1971), estime de façon satisfaisante la part réelle que prend une espèce dans la biomasse prairiale.

$$CSi = \frac{FSi}{\sum FSi} \times 100$$

(FSi: Fréquence spécifique de l'espèce i)

Ce suivi, mis en place depuis 5 ans, a soulevé divers problèmes techniques qui sont exposés dans le paragraphe relatif à la comparaison des méthodes d'étude quantitatives.

3.2.2.2. Dispositif expérimental d'intensification

Ce dispositif mis en place sur une parcelle rachetée par le Conservatoire des Sites Lorrains dans le cadre d'une ACNAT complète le suivi floristique de l'Article 19. En effet, il permet d'étudier expérimentalement la dynamique de la végétation suite à la mise en place de pratiques agricoles plus intensives. La meilleure compréhension des relations "végétation prairiale-pratiques agricoles" permettra alors d'appliquer des mesures de protection et de gestion appropriées.

Deux dispositifs expérimentaux (figure 11) de suivi diachronique sur des carrés permanents de 2m × 2m ont été mis en place dans la même zone que le suivi Article 19 (prairie de MOUZAY) et leur suivi a débuté en 1994 (GREVILLIOT & KREBS, 1994). Les expériences menées concernent l'impact de 4 dates de fauche et de trois modes de fertilisation sur la végétation prairiale. Les dimensions des carrés permanents ont été choisies par rapport à la bibliographie (BAKKER, 1989) et adaptée aux surfaces occupées par les groupements et au matériel de fauche disponible (petite faucheuse).

Les dates de fauche choisies sont:

- le 1^{er} Juin, correspondant à une fauche précoce de plus en plus répandue dans la Meuse.
- le 15 Juin, 1^{er} et 15 Juillet, qui correspondent aux trois dates de fauche préconisées par l'article 19.

Les doses d'engrais appliquées sont:

- 0 pour le témoin
- 60 Unités d'azote: il s'agit d'un mode de fertilisation (moyen) assez répandu dans la zone étudiée de la vallée de la Meuse et considéré comme non excessif par les agronomes.
- 60 Unités de NPK, appelé aussi engrais de fond (ou complet) par les agriculteurs, très fréquent dans cette même zone. Cette fertilisation doit permettre de montrer l'impact d'une application de P et K en plus de N sur la flore.

La parcelle d'expérimentation a été choisie par rapport à son appartenance phytosociologique et à son mode de gestion passé. Ce dernier devait être suffisamment extensif pour mettre en évidence l'impact de l'augmentation de la pression agricole sur la flore. Les deux dispositifs correspondent à 2 groupements végétaux différents (*SOM myosotetosum* et *colchicetosum*, cf chapitre typologie), traduisant deux régimes hydriques différents.

Un dispositif simplifié complémentaire a été mis en place sur une autre parcelle, à l'abandon depuis deux ans, correspondant à un groupement plus mésophile (*CFP filipenduletosum*). Sa diversité floristique avait diminué à la suite de la dominance d'une graminée sociale favorisée par l'abandon des pratiques agricoles, *Arrhenatherum elatius* (MULLER, 1991b). L'impact de deux dates de fauche différentes y est étudié (1^{er} Juin et 1^{er} Juillet), ainsi que l'impact des mêmes doses d'engrais que précédemment. Ce dispositif devait permettre la mise en évidence de l'augmentation de la diversité prairiale suite à la reprise d'une gestion agricoles.

Différents types de suivis ont été mis en place sur ces dispositifs:

- Dynamique de la végétation:

Sur chaque carré permanent de 2x2m², la composition floristique est notée en présence-absence au début de l'expérience. Un suivi quantitatif, inspiré de la méthode de DE VRIES, 25 poignées prises au hasard sur le carré, est réalisé à chaque date de fauche sur les carrés permanents concernés. Selon PLANTUREUX (1983), le prélèvement de 25 poignées est représentatif de la végétation.

Lors du dépouillement des poignées, 6 points sont attribués aux espèces ou à l'espèce les (ou la) plus abondante(s) au sein de la poignée, les autres sont affectées d'un + qui traduit leur présence. A partir de ces données, il est possible de calculer la fréquence d'apparition des espèces (F%) et le B% de chaque espèce, qui correspond à la somme des points attribués à l'espèce divisée par 150 (6x25). Le B% traduit la contribution au rendement d'une espèce et donne des indications sur l'importance relative et le développement des espèces (LAMBERT, sans date).

- Evaluation de la biomasse:

En 1995, des prélèvements de biomasse sont réalisés dans des carrés de 25x25cm (avec 4 répétitions) à chaque date de fauche et pour chaque traitement.

En 1996, ils ont été réalisés sur des placettes de 50x50cm.

- Composition chimique du fourrage

A chaque date de fauche et pour les carrés permanents concernés, une analyse qualitative des fourrages est réalisée: Matière Sèche, Matières Protéiques Totales, Protéines Brutes Digestibles, Unités Fourragères Lait (V.E.M.), éléments majeurs: K, P, Na, Mg, Ca (entre autres).

- Sols

Afin de connaître les réserves en éléments nutritifs du sol, une analyse du sol a été réalisée en Septembre 1994 sur chaque dispositif (=3 analyses). Ont été analysés: N total, C oxydable, pH, K, P, Na, Mg, Ca. Les prélèvements de sols ont été réalisés sur les 20 premiers cm du sol (horizon de surface).

3.2.3. Comparaison des deux méthodes de suivi quantitatif

3.2.3.1. Sur le plan pratique

La mise en place, sur le terrain, du suivi article 19 a soulevé des problèmes techniques surtout liés à l'exploitation des prairies et aux inondations printanières:

- Comme les prairies sont fauchées il n'est pas possible de laisser dépasser les bornes de localisation des carrés permanents de plus de 2 cm au dessus du niveau du sol. Ceci rend leur recherche au printemps assez fastidieuse, malgré une localisation précise au topofil.

- Il y a eu une perte importante des bornes souvent due au pâturage sur sols humides (enfouissement des bornes par les bovins). En effet, les stations "perdues" étaient toutes situées dans des groupements "bas" pâturés en regain (c'est-à-dire à partir de mi-septembre). En 1994 et 1995, un 2^{ème} phénomène s'est ajouté à ce problème, ce sont des inondations printanières assez tardives. En effet, nous préconisons de rechercher nos bornes au printemps, avant le développement de la végétation et de les localiser grâce à une jalonnette. Or, en 1994 et 1995 cela n'a pas été possible suite de la persistance d'une hauteur d'eau plus ou moins importante au dessus de la végétation. Cette eau s'est rapidement troublée d'un voile algal verdâtre qui, au

moment de la décrue, s'est déposé sur une végétation déjà bien développée! Il s'est ensuite avéré impossible de retrouver les bornes concernées! En 1996, un détecteur de métaux a été utilisé, qui a donné de meilleurs résultats, mais n'a pas permis de retrouver la totalité des bornes posées. De surcroît, des jalonnets ont "disparu" au cours des printemps 1994, 1995 et 1996 rendant impossible le suivi des stations correspondantes.

-Le suivi DAGET-POISSONET est mal approprié en cas de verse ou de pluie. Dans les deux cas, la végétation est couchée et l'on ne sait pas quelle plante prendre en compte sous la ligne de visée! Ces deux phénomènes ne sont pas systématiques, leur fréquence dépendant des années. En 1992, où le printemps a été chaud et sec et l'été pluvieux, la végétation a connu un développement exubérant qui a rendu le phénomène de verse assez systématique. STAMPFLI (1991) préconise l'utilisation d'une "light green-house" (sorte de tente réalisée avec des piquets recouverts de plastique transparent) durant les études quantitatives, afin d'éviter les erreurs dues au vent et à la pluie.

- La méthode des poignées présente l'avantage d'être plus rapide sur le terrain, peu gênée par la pluie et pas du tout par la verse (la poignée étant prélevée à la base des végétaux). De plus les végétaux peuvent être stockés en chambre froide ou au réfrigérateur pour être dépouillés plus tard... les jours de mauvais temps par exemple!

3.2.3.2. Sur le plan méthodologique: comparaison des méthodes de DAGET-POISSONET et DE VRIES

Sur le tableau 6, deux séries de résultats, concernant les stations A et B, ont été mises en parallèle. Ce sont:

- les relevés quantitatifs, selon DAGET et POISSONET (Q) et DE VRIES (D)
- les relevés semi-quantitatifs en abondance-dominance (R)

Les résultats des deux méthodes quantitatives, traduits en fréquence de présence d'une espèce, sont comparés aux résultats obtenus en abondance-dominance (A-D). Les coefficients d'A-D ont été transformés en classes de fréquence en fonction du recouvrement (qui traduit en fait la probabilité de rencontre d'une espèce).

Le premier point à noter est que le nombre d'espèces prises en compte par ces 2 méthodes, par rapport à la méthode des A-D, est bien moins important, ce qui est logique puisque la surface échantillonnée est moins étendue.

Au niveau de la fréquence de certaines espèces (*Arrhenatherum elatius*, *Festuca pratensis*, *Carex hirta*), on peut remarquer que les deux méthodes quantitatives donnent des résultats très proches.

Cependant des différences apparaissent:

- Les fréquences des espèces grêles comme *Festuca rubra*, *Elymus repens*, en sous-strate comme *Glechoma hederacea*, ou déjà déflouries comme *Lathyrus pratensis* et *Lotus corniculatus*, sont plus justement prises en compte par les méthodes quantitatives car elles ont tendance à être sous-estimées par un observateur.

- De plus les espèces fines et/ou peu abondantes (*Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*, *Festuca rubra*) sont sous-estimées par la méthode de DAGET-POISSONET (GLEMEE-DRON, 1979) par rapport à celle de DE VRIES, car elles ont une probabilité plus faible de se trouver juste sous une verticale de visée que dans une poignée. Par contre les espèces à larges feuilles et/ou à longues feuilles comme *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis* et *Arrhenatherum elatius* y apparaissent plus facilement, car elles ont une probabilité plus élevée de se trouver sous un, voire même plusieurs points de visée (pour un même pied).

Ces différences ne portent pas à conséquence lors du suivi de la dynamique de la végétation, car les mêmes "approximations" vont se reproduire d'une année à l'autre.

Le seul problème majeur à l'application de la méthode des poignées reste sa subjectivité lors de l'attribution de coefficients aux espèces (de 0 à 6) en vue du calcul du B%; mais, au niveau de la fréquence des espèces, les deux méthodes donnent le même type de résultat.

4. ETUDE DU DEVELOPPEMENT PHENOLOGIQUE DE LA VEGETATION PRAIRIALE

4.1. ETUDE DE 20 ESPECES DES PRAIRIES DE LA MEUSE

Cette étude a pour but d'analyser le décalage éventuel dans le développement des espèces entre les groupements en fonction du gradient d'humidité.

Le développement phénologique de 20 espèces végétales a été suivi, dans la zone de Mouzay-Luzy, au cours de la période de végétation 1993.

Ces 20 espèces ont été suivies sur 14 stations homogènes du point de vue floristique appartenant à 7 groupements différents, qui se succèdent dans le gradient topographique (du *CFP typicum* au *GOF typicum*), chacun étant représenté deux fois (soit 14 stations de suivi).

Les espèces ont été choisies en fonction des critères suivants:

- l'amplitude de répartition dans les différents groupements végétaux et au cours de la période de végétation.
- une courte période de floraison.
- la représentation des groupements extrêmes (espèces présentes dans les communautés les plus humides ou les plus sèches).

Les 20 espèces suivies sont:

Cardamine pratensis

Alopecurus pratensis

Lychnis flos-cuculi

Poa trivialis

Poa pratensis

Trifolium repens

Trifolium pratense

Ranunculus repens

Silaum silaus

Festuca rubra

Peucedanum carvifolia

Myosotis scorpioides

Oenanthe fistulosa

Elymus repens

Galium verum

Lathyrus pratensis

Galium palustre

Phleum pratense

Agrostis stolonifera

Stellaria palustris

Chaque espèce a été affectée d'une abréviation décrivant le ou les stade(s) phénologique(s) auquel(s) elle se trouve (MAGNANON, 1991) :

* Vg: stade végétatif, tant que les organes reproducteurs ne sont pas complètement développés.

* Ep ou B: stade épiaison (les épis sortent de la gaine) ou boutons floraux.

* Fl: stade floraison; de la sortie des anthères, des stigmates ou de l'ouverture de la corolle au dessèchement des fleurs.

* Ffl: peut désigner une inflorescence fanée où les fruits ne sont pas bien formés.

* Fr: stade fructification, début de formation des fruits.

* m1: stade de maturation, le fruit se détache sous les doigts.

* m2: stade de maturation, le fruit se détache tout seul.

Le stade le plus avancé pour un individu prime, c'est à dire que la présence d'un fruit parmi une inflorescence indique un stade de fructification.

Si deux stades coexistent, ils sont notés ensemble, avec leur importance relative. Celle-ci est estimée à partir de l'observation d'une dizaine de pieds pris au hasard. Exemple: 25 Ep, 75 Fl signifie: 25% des individus en épis et 75% en fleurs.

4.2. COMPARAISON PHYTO-ÉCOLOGIQUE AVEC LA VALLÉE DE LA SAÔNE

4.2.1. Comparaison phytosociologique des deux vallées

Dans le but de mettre en évidence les homologues des groupements et particularités de chaque vallée, 40 relevés ont été réalisés en 1992/93 dans les prairies de la vallée de la Saône. Ils ont fait l'objet d'une A.F.C commune avec 50 relevés représentatifs des différents groupements végétaux de la vallée de la Meuse. Un tableau synthétique a été constitué à partir de l'AFC et il a été complété par d'autres relevés réalisés par DUVIGNEAUD (1989) dans la basse vallée de la Saône aux environs de Feillens.

4.2.2. Comparaison phénologique des deux vallées

Au cours de l'été 1993, 14 espèces végétales ont fait l'objet d'un suivi phénologique parallèle dans les vallées de la Saône et la Meuse, réalisé avec la collaboration de J. BROYER; elles ont été choisies en fonction des critères suivants:

- leur répartition dans les différents groupements végétaux et au cours de toute la période de végétation.
- une courte période de floraison.
- la représentation des groupements extrêmes (c'est à dire les plus humides et les plus secs).

- la présence d'espèces rares (comme *Gratiola officinalis*) ayant une abondance différente dans les deux vallées.

Il s'agit de:

Alopecurus pratensis

Galium verum

Gratiola officinalis

Lathyrus pratensis

Lychnis flos-cuculi

Myosotis scorpioides

Oenanthe fistulosa

Phleum pratense

Poa trivialis

Ranunculus repens

Silaum silaus

Stellaria palustris

Trifolium pratense

Trifolium repens

Le suivi des stades phénologiques est identique à celui de la Meuse (chapitre 4.1.). La différence entre les proportions d'individus au même stade dans les vallées de la Meuse et de la Saône a été considérée comme significative quand elle est supérieure à 10%.

Pour les comparaisons phénologiques, deux groupes de stations (homogènes du point de vue floristique) ont été distingués à partir d'une A.F.C (figure 57a):

- un groupe mésophile, qui correspond au *Senecioni-Oenanthetum mediae* (SOM) avec 10 relevés de la Saône et 8 de la Meuse.

- un groupe hygrophile qui correspond au *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* (GOF) avec 10 relevés de la Saône et 6 de la Meuse:

5. PRODUCTIVITE COMPAREE DES DIFFERENTS GROUPEMENTS VEGETAUX ET INFLUENCE DE LA FERTILISATION

5.1. CHOIX DES STATIONS

18 stations se rattachant à 5 syntaxons ont fait l'objet d'études de productivité.

La productivité épigée des trois groupements végétaux prairiaux (GOF, SOM et CFP) a été mesurée par des prélèvements réguliers, tous les 15 jours, de la biomasse végétale .

Le SOM étant le groupement le plus largement développé dans la plaine alluviale, ses trois sous-unités ont été étudiées. Concernant les deux autres groupements, seuls le GOF *oenanthetosum* (1) et le CFP *filipenduletosum* (3), sous-associations les plus représentées de ces associations, ont été étudiées.

Les variations en fonction de différents types de fertilisation ont été étudiées pour chaque groupement, selon leur présence et leur accessibilité dans la plaine alluviale. Les fertilisations indiquées sont basées sur les apports antérieurs à la première coupe.

Groupements	GOF1	SOM3	SOM2	SOM1	CFP3
Pas de fertilisation	oui	oui	oui	oui	oui
60 Unités d'Azote		oui		oui	oui
60 Unités de NPK		oui	oui (fumier)	oui	oui
90 Unités de NPK	oui (2 parcelles)*	oui*			
100 Unités de NPK		oui	oui	oui (2 parcelles)	

*: l'échantillon de fourrage prélevé dans une parcelle intensément fertilisée n'a pu, de ce fait, être rattaché à un groupement précis (SOM3 ou GOF1) à cause de l'appauvrissement floristique. La valeur obtenue a donc été utilisée pour les deux unités (GOF1 et SOM3).

5 dates de récolte ont été choisies les 17/05, 31/05, 15/06, 28/06 et 12/07 jusqu'à la fauche des parcelles. Une deuxième récolte (après la fauche du 31/05) a été réalisée sur le *SOM colchicetosum* (1), à titre indicatif le 19/07. Les dates de coupe retenues correspondent à une fauche pour l'ensilage, une fauche précoce et aux trois dates de fauche de l'article 19.

5.2. PRELEVEMENT DES PLACETTES

Différentes méthodes d'échantillonnage direct peuvent être mises en place, en ce qui concerne le nombre, les dimensions et l'emplacement des prélèvements (DELPECH 1977; ELLENBERG, 1977 *in* VERTES 1983; DURU, 1992).

La surface de prélèvement préconisée dans de nombreux travaux (VERTES, 1983; MAGNANON, 1991; DUTOIT et ALARD, 1995) est de 1m². Cette surface est divisée en un certain nombre d'unités élémentaires: 10 × 0,1m², 8 × 0,125m², 4 × 0,25m². En 1995, des problèmes techniques ont conduit à restreindre la surface échantillonnée à 0,25m², soit quatre carrés de 0,25x0,25 m². En 1996, des prélèvements ont été réalisés sur le suivi ACNAT sur des surfaces de 1m².

La hauteur de coupe de la végétation préconisée varie entre 2 et 4 cm selon les milieux étudiés et les auteurs (VERTES, 1983; BANCE, 1988; LAMBERT et PEETERS, 1989; MAGNANON, 1991). Les 2 cm correspondent à la hauteur minimale de coupe, les 4 cm sont souvent utilisés dans les zones où le terrain est irrégulier, cette hauteur de coupe permettant d'éviter la contamination des végétaux par de la terre lors des analyses de fourrage. Pour ces deux raisons, la fauche à 4 cm a été adoptée dans la vallée de la Meuse où la microtopographie est importante.

Le protocole mis en place est donc le suivant:

- 4 prélèvements au hasard dans la végétation au niveau d'un même syntaxon.
- carrés de 25 × 25 cm².
- barre de coupe à 4 cm.

Les coefficients de variation sur les 4 prélèvements et des variances pondérées ont été calculées afin de vérifier la validité des résultats obtenus sur de plus petites surfaces (0,25m²). Les résultats sont présentés sur le tableau 7, on peut noter que les coefficients de variation possèdent des valeurs relativement peu importantes, sauf dans certains cas où ils dépassent la limite admise de 20% (MAGNANON, 1991). Sur ces parcelles, la micro-hétérogénéité du couvert était plus importante, c'est particulièrement le cas du carré BT (*SOM3*, témoin) le 1^{er} Juin (cf § III 6.3.2.). Afin de vérifier la reproductivité de la méthode utilisée, un test de Student a été réalisé entre deux dates de récolte de la Meuse (17 Mai et 15 Juin). La valeur du test est positive au seuil de 1%. De la même manière, nous avons comparé les coefficients de variation obtenus dans la Meuse pour des surfaces échantillonnées de 25x25cm² à ceux de la Loire (MAGNANON, 1991) qui sont réalisés pour des prélèvements de 50x50cm². Le test sur les variances pondérées, calculées à partir des dates de fauche du 15 et 30/05 dans la Loire et du 17/05 dans la Meuse, permet là aussi de valider les résultats de la Meuse.

Les placettes à échantillonner sont délimitées par un cadre en bois démontable qui peut se glisser dans la végétation. Le cadre est "lancé" au hasard dans la végétation (VAN DYNE *et al.*, 1963; GOUNOT, 1969) en évitant de prélever deux fois au même endroit. Les échantillons prélevés sont acheminés en laboratoire et séchés à l'étuve pendant 48H à 70°C (afin de pouvoir réaliser une analyse des fourrages par la suite sans pertes des éléments volatils) et pesés après dessiccation totale (GLEMEE-DRON, 1979).

En 1995 et en fin de période de végétation (fin Juin), surtout sur les parcelles fertilisées, le couvert devient tellement dense que les prélèvements sont rendus difficiles, d'autant plus que la végétation est sujette à la verse. Des sous- ou sur-estimations de la végétation à faucher peuvent apparaître. Nous avons essayé de minimiser autant que possible ces erreurs d'échantillonnage.

5.3. ANALYSES DU FOURRAGE

Les analyses du foin ont été réalisées au Laboratoire d'Ecologie des prairies dirigé par M. LAMBERT à Michamps (Belgique). Les méthodes correspondent à celles qui sont couramment pratiquées au sein du laboratoire (LAMBERT, 1994).

5.3.1 Analyse par rayonnement Infra-Rouge

Cette méthode a été utilisée afin de mesurer les teneurs en protéines brutes et digestibles, la cellulose et la valeur alimentaire (V.E.M. qui correspond aux U.F.L. françaises) du fourrage. Le principe général des méthodes spectrométriques d'analyse chimique consiste en l'exploitation qualitative et quantitative des phénomènes d'interaction entre la matière (atomes, molécules et ions) et les rayonnements électro-magnétiques tels que la lumière. La plage

spectrale analysée s'étend de la lumière visible au proche infra-rouge, les principaux constituants végétaux absorbant spécifiquement à différentes longueurs d'onde (entre 1100 et 2500 nanomètres).

Cette méthode d'analyse demande un étalonnage sérieux et rigoureux établi à partir d'échantillons représentatifs et dosés en parallèle par voie classique au laboratoire. C'est pourquoi il faut réaliser des contrôles réguliers et prendre des échantillons dont les valeurs se situent sur toute la courbe.

Les échantillons doivent être secs afin que l'humidité résiduelle soit d'environ 5%, broyés au moulin "cyclotec" afin d'être suffisamment fins et homogènes avant de passer au spectrophotomètre. Selon DARDENNE et BISTON (1989), cette méthode de mesure de la composition chimique des végétaux est sûre et précise.

5.3.2. Analyse par minéralisation

La minéralisation a permis de mesurer les teneurs en P et K (entre-autres) des fourrages de la Meuse. Ce sont les cendres solubles qui renferment les éléments minéraux. La méthode d'analyse employée est la suivante:

- 1 g de fourrage est pesé dans un creuset et mis à l'étuve à 105°C pendant une nuit, il est à nouveau pesé à sa sortie.
- les creusets sont placés au four à 450°C pendant une nuit et pesés à la sortie.
- les cendres obtenues sont mises à minéraliser.
- les cendres solubles sont ensuite dosées par spectrométrie d'absorption atomique ou colorimétrie.

TROISIEME PARTIE:
LES GROUPEMENTS VEGETAUX:
AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES,
DETERMINISME ET PRODUCTIVITE

TYPLOGIE
PHYTOSOCIOLOGIQUE ET
AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES
DES PRAIRIES

TROISIEME PARTIE: LES GROUPEMENTS VEGETAUX: AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES, DETERMINISME, DYNAMIQUE ET PRODUCTIVITE.

1. RESULTATS DES RESULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES EFFECTUEES

L'A.F.C. réalisée sur l'ensemble des relevés (320) n'ayant pas permis une distinction suffisamment fine de tous les groupements végétaux, elle a été complétée par des analyses "partielles" sur des ensembles de relevés correspondant à certains niveaux d'humidité et types de gestion anthropique. Ce choix est motivé par de nombreuses études sur les vallées alluviales qui démontrent que "l'économie de l'eau paraît être le facteur décisif dans la définition (...) des groupements végétaux" (PAUTOU, 1975). Les analyses partielles réalisées d'une part sur les relevés des zones "basses", d'autre part sur les relevés des "zones hautes" ont permis de bien caractériser le gradient d'humidité ainsi qu'un gradient d'utilisation agricole. Ces grandes analyses réalisées sont présentées ci-dessous.

1.1. PREMIERE ANALYSE: PRAIRIES DE FAUCHE EXTENSIVES

L'A.F.C. (figure 12) réalisée à partir des 120 relevés des prairies de fauche extensives permet de mieux définir la succession des 9 groupements élémentaires le long d'un gradient hydrique (axe 1). Nous observons les groupements les plus secs en bas à gauche du graphique et les groupements les plus humides en bas à droite. Au niveau topographique le plus élevé apparaît le *Colchico-Festucetum pratensis*, au niveau moyen le *Senecioni-Oenanthetum mediae* et, dans les zones basses et dépressions plus longuement inondées, le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*.

1.2. DEUXIEME ANALYSE: GROUPEMENTS HELOPHYTIQUES ET PRAIRIES HUMIDES:

Cette analyse (figure 13) sur les relevés de "zones basses", réalisée à partir de 86 relevés, permet d'individualiser les groupements végétaux selon un axe 1 qui correspond à un axe de déprise avec le *Phragmitetum australis* en haut du graphique, et un axe 2 qui traduit les différences de niveau hydrique du plus sec à droite (*GOFI*) au plus humide (*Oenantho-Rorippetum aquaticae*) à gauche.

On peut noter la présence de relevés centraux non individualisés qui appartiennent pourtant à des groupements différents (glycériaies, cariçaies, phalaridaie) qui possèdent des compositions floristiques relativement proches.

1.3. TROISIEME ANALYSE: COMPARAISON DES GROUPEMENTS VEGETAUX PRAIRIAUX DES PLAINES ALLUVIALES DU NORD DE LA FRANCE

Les analyses des relevés phytosociologiques réalisés en 1993 ont mis en évidence la succession des groupements de prairies de fauche le long du gradient topographique.

Cette structuration des groupements le long du gradient topographique se retrouve dans d'autres vallées alluviales du Nord de la France (Saône, Champagne crayeuse et humide, Loire, Seine, Aisne, Oise, Sambre, Escaut). C'est pourquoi nous avons entrepris une comparaison bibliographique entre les groupements définis dans ces plaines alluviales et ceux de la Meuse. Ce travail a été présenté lors du 37th symposium IAVS à Bailleul en 1994 et publié en 1995 dans les actes du colloque (GREVILLIOT & MULLER, 1995b).

Afin de mettre en évidence les homologies et les différences entre ces plaines alluviales, une A.F.C a été réalisée à partir de 5 relevés choisis au hasard (annexes 3 et 4) de chaque sous-association de différentes plaines alluviales et des relevés de la Meuse. Cette A.F.C.(figure 14) met en évidence les grandes affinités floristiques des groupements végétaux étudiés. En effet, aucune vallée alluviale ne s'individualise sur l'A.F.C. et nous retrouverons la même structuration le long d'un axe de niveau hydrique.

Afin de confirmer cette approche, une comparaison plus fine a été réalisée par le biais de tableaux synthétiques qui prennent en compte tous les relevés de chaque vallée alluviale.

1.4. QUATRIEME ANALYSE: PRAIRIES EXTENSIVES, PRAIRIES INTENSIFIEES ET PATURAGES:

38 relevés ont été réalisés dans les prairies de fauche exploitées intensivement (avec des doses d'engrais allant de 30U à 120U) et des prairies pâturées ont fait l'objet d'une A.F.C. commune avec les prairies de fauche extensives (figure 15). Celle-ci met en évidence la différenciation de ces trois modes de gestion le long de l'axe 3, qui correspond à une pression anthropique croissante se traduisant par un appauvrissement progressif de la flore.

1.5. CINQUIEME ANALYSE: COMPARAISON DES GROUPEMENTS DECRITS EN 1958 AVEC CEUX DE 1993:

Des A.F.C. comparatives (cf § 4.2.1.) regroupant les relevés réalisés par DUVIGNEAUD en 1958 et ceux réalisés au début des années 1990 ont permis de mettre en évidence les analogies et différences floristiques apparues sur plus de 30 ans.

Ces cinq A.F.C principales ont permis de regrouper les relevés et de réaliser les tableaux phytosociologiques en mettant en évidence la différenciation des groupements

végétaux selon les gradients topographique, anthropique et biogéographique. D'autres A.F.C. "partielles" ont été ensuite réalisées afin d'affiner les résultats.

2. TYPOLOGIE PHYTOSOCIOLOGIQUE ET AFFINITES BIOGEOGRAPHIQUES DES PRAIRIES ET MILIEUX PALUSTRES DE LA VALLEE DE LA MEUSE

2.1. LES GROUPEMENTS DE PRAIRIES DE FAUCHE

L'A.F.C. (figure 12) a mis en évidence la structuration des groupements le long du gradient hydrique. La succession des groupements le long de la topographie se traduit par des différences de cortèges floristiques (tableau synthétique 7) avec le remplacement des espèces méso-xérophiles caractéristiques du *Colchico-Festucetum pratensis* (CFP) par des espèces davantage méso-hygrophiles au niveau du *Senecioni-Oenanthetum mediae* (SOM) et franchement hygrophiles pour le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* (GOF).

2.1.1. Le *Colchico-Festucetum pratensis* (Duvigneaud, 1958)

Cl: *Agrostio-Arrhenatheretea elatioris*, de Foucault 1984

O: *Arrhenatheretalia elatioris*, Pawl. 1928

All: *Arrhenatherion elatioris*, Br-Bl. 1925

2.1.1.1. Position physiographique et écologie

C'est le groupement qui occupe les zones les plus élevées de la plaine alluviale (De FOUCAULT, 1989). Situé le plus souvent sur les berges surélevées de la Meuse, il n'est que rarement et très ponctuellement inondé et très rapidement ressuyé car "le substratum empêche l'eau d'y stagner" (GEHU, 1961). Il est présent dans de nombreuses prairies alluviales et plus communément appelé "Arrhénathéraie à Colchiques". Ce groupement a beaucoup régressé face à une pression agricole croissante; il est très souvent retourné pour faire place à des cultures de maïs.

2.1.1.2. Composition floristique

C'est un groupement typiquement prairial (tableau 8) dominé par les graminées comme *Arrhenatherum elatius**, *Phleum pratense*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Avenula pubescens*... Plusieurs groupes sociologiques s'y côtoient, des mésohygrophiles transgressant des milieux inférieurs (tableau 7) comme *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens* (...), des mésophiles nombreuses (*Centaurea jacea*, *Alopecurus pratensis*, *Crepis biennis*, *Ranunculus acris*...) et des mésoxérophiles (voire xérophiles) comme *Sanguisorba*

minor, *Bromus erectus*, *Primula veris*... C'est souvent la floraison de cette dernière qui permet de repérer "visuellement" le groupement au printemps.

2.1.1.3. Syntaxonomie

Dans la Meuse, trois sous-associations ont été distinguées (tableau 8):

- Une sous-association appelée *CFP brometosum erecti* (Didier et Royer, 1989), de haut niveau topographique (c'est même le groupement le plus sec rencontré dans la plaine alluviale de la Meuse), différenciée par un lot d'espèces à tendance calcicole "xérophile" ou thermophile comme, *Salvia pratensis*, *Veronica teucrium*, *Onobrychis viciifolia*, *Koeleria pyramidata*...et par l'absence des mésophiles tolérantes vis à vis du facteur "eau" (*Filipendula ulmaria*, *Silaum silaus*, *Lychnis flos-cuculi*), qui apparaissent dans les sous-associations suivantes.

- Une sous-association *typicum*, qui lui succède dans le gradient topographique. Les xérophiles disparaissent et les espèces mésophiles supportant les excès d'eau prennent de l'importance. Certaines espèces mésoxérophiles à xérophiles (*Ranunculus bulbosus*, *Sanguisorba minor*, *Bromus erectus*) sont encore bien représentées. Cette sous-association possède deux variantes, une variante sur sols filtrants à *Bromus erectus* accompagnée de *Ranunculus bulbosus* et une variante à *Silaum silaus* sur des sols certainement plus frais.

- Une sous-association appelée *CFP filipenduletosum ulmariae* (Duvigneaud, 1958) de "bas niveau", en contact topographique avec l'association suivante (*SOM*). Elle est différenciée par des mésohygrophiles transgressives des groupements plus humides (*Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Elymus repens*...). Cette sous-association se présente sous deux variantes, une variante type et une variante à *Phragmites communis* qui traduit un début d'enfrichement à partir d'une phragmitaie localisée entre un fossé et la prairie de fauche.

* Nomenclature floristique correspondant à celle de LAMBINON *et al.* (1992)

2.1.1.4. Variations chorologiques de l'association (tableau 9) et des différentes sous-associations (tableau 10)

L'Arrhénathéraie à colchique a été décrite sous des formes voisines dans de nombreuses plaines alluviales du "Nord de la France" (GREVILLIOT & MULLER, 1995a):

GEHU dans la Sambre en 1961 décrit une Arrhénathéraie de vallée à *Colchicum autumnale* (non présentée sur les tableaux 9 et 10). Cette association, par la présence simultanée de *Galium palustre*, *Myosotis scorpioides* et de *Arrhenatherum elatius*, *Tragopogon pratensis*, *Colchicum autumnale* se rapprocherait de la sous-association *filipenduletosum* de la Meuse. Il décrit aussi une Arrhénathéraie à calcicoles (tableau 10), dont le cortège floristique comprend *Pimpinella saxifraga*, *Briza media*, *Ranunculus bulbosus*, *Primula veris*, *Leontodon hispidus*; celle-ci se rapproche de la sous association *CFP brometosum erecti* meusienne. Mais la

présence d'espèces franchement xérophiles comme *Brachypodium pinnatum*, *Centaurea scabiosa*, *Ononis repens* la rapproche davantage du *Mesobromion erecti* que le CFP meusien. GEHU précise que TÜXEN et PREISING (1951) décrivent une Arrhénathéraie à *Briza media* possédant une variante thermophile à *Salvia pratensis* et *Bromus erectus* vraisemblablement plus proche du CFP *brometosum erecti* meusien que celle de la Sambre. Selon lui cette Arrhénathéraie thermophile représente un stade de dégradation (anthropique?) plus avancée que le groupement de pelouse du *Mesobromion erecti* qu'il décrit dans la Sambre.

LERICQ (1965), décrit une Arrhénathéraie alluviale dans la vallée de l'Escaut (tableau 9) où, comme dans la Meuse, "*Silaus* peut transgresser dans sa variante la plus humide". Elle rapproche son groupement du CFP décrit par DUVIGNEAUD dans la Meuse (1958), principalement sous sa sous-association à *Filipendula ulmaria*. Une comparaison des compositions floristiques de la Meuse et de l'Escaut (tableau 10) permet effectivement de confirmer de grandes similitudes avec la sous-association CFP *filipenduletosum*. Cette Arrhénathéraie se distingue du groupement meusien par une raréfaction de *Colchicum autumnale* (probablement en limite d'aire de répartition), l'absence de *Peucedanum carvifolia* (espèce rare dans les vallées alluviales autres que la Moselle et la Meuse, LAMBINON *et al.* 1992), et, comme pour la vallée de la Saône, l'absence de tout un lot d'espèces mésoxérophiles. Celle-ci peut s'expliquer par l'absence de la sous-association la plus sèche.

ROYER (1975) décrit en Champagne méridionale un groupement de petite vallée alluviale à *Narcissus poeticus* qui, selon lui, correspond au CFP *brometosum* ou *typicum* des grandes vallées alluviales.

TRIVAUDEY (1983 et 1989) décrit dans la vallée de la Saône "moyenne" un groupement mésophile à mésoxérophile présent sur le bourrelet d'alluvions sablo-limoneuses de la Saône et le rattache au *Dauco-Arrhenatheretum elatioris* (tableau 9). On peut noter une grande similitude avec le groupement meusien malgré l'absence d'un lot assez important d'espèces mésoxérophiles (*Salvia pratensis*, *Ranunculus bulbosus*, *Pimpinella saxifraga*...) et la présence discrète de quelques espèces plus oligotrophes telles *Succisa pratensis* et *Stachys officinalis*. Dans sa thèse, en 1995, elle décrit un *Colchico-Festucetum pratensis* qui occupe de faibles surfaces où, comme dans la Meuse, des espèces méso-xérophiles s'expriment comme *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Sanguisorba minor*, *Ranunculus bulbosus*, côtoyant des espèces qui sont liées à des substrats plus humides (*Lychnis flos-cuculi*, *Agrostis stolonifera*, *Senecio aquaticus*, *Achillea ptarmica*).

DUVIGNEAUD (1989) décrit dans la Saône "basse" un *Arrhenatheretum alluviale* (tableau 10) qui ne diffère pas sensiblement de la sous-association *typicum* du CFP de la Meuse. On

peut y remarquer l'abondance de *Daucus carota* et la présence de *Gaudinia fragilis* (espèce méridionale).

DIDIER et ROYER (1989) décrivent en Champagne crayeuse (tableau 9) un groupement très proche du CFP meusien. Il se présente sous deux sous-associations "*typicum*" et "*brometosum erecti*" (tableau 10) comme dans la Meuse. Celles-ci ont une composition floristique qui ne diffère que peu de leurs homologues meusiennes. On peut noter la présence de *Gaudinia fragilis*, *Centaurea thuillieri* et de *Viola elatior* (limite septentrionale dans le Sud des Ardennes) qui indiquent l'influence d'un courant d'origine subméditerranéenne ou médioeuropéenne, l'absence (surprenante) de *Trifolium pratense*, d'*Anthoxanthum odoratum* et du même groupe d'espèces mésoxérophiles que dans les vallées précédentes.

FRILEUX *et al.* (1989), dans la vallée de la Seine, décrivent un *Hordeo secalini-Arrhenatheretum elatioris* (tableau 9), où se côtoient deux ensembles sociologiques, des hygrophytes de système alluvial hygrophile et des mésophytes propres au système du haut de vallée, en particulier des espèces de l'*Arrhenatherion elatioris* (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Tragopogon pratensis*).

Ce groupement est assez proche de celui de la Meuse, malgré une tonalité atlantique qui se traduit par l'abondance d'*Oenanthe silaifolia*, *Gaudinia fragilis*, *Centaurea thuillieri*... Cette dernière remplace *Centaurea jacea*, qui est plus continental. Le groupement décrit est à rapprocher (tableau 10) de la sous-association CFP *filipenduletosum* meusienne.

On peut aussi signaler la présence en Belgique d'un homologue au CFP meusien. Ainsi, SOUGNEZ et LIMBOURG (1963) en Fagne et Famenne décrivent un pré de fauche amélioré à *Arrhenatherum elatius* et *Alchemilla xanthochlora* (tableau 9), cette espèce se trouvant en limite Sud de répartition dans cette région. Ce groupement, par la combinaison d'espèces à large amplitude comme *Knautia arvensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Tragopogon pratensis*, de sols secs comme *Sanguisorba minor*, *Galium verum*, *Primula veris* et d'autres espèces qui évitent les sols trop secs comme *Heracleum sphondylium*, *Crepis biennis*, *Bromus hordeaceus* rappelle le groupement meusien. Par contre, la présence dans son cortège floristique d'un lot d'espèces nitrofuges comme *Stachys officinalis*, *Cirsium palustre*, *Succisa pratensis*, *Festuca filiformis*, absentes des groupements meusiens, lui donne une tonalité plus oligotrophe. TRIVAUDEY (1995) rapproche ce groupement de l'Arrhénathéraie submontagnarde à *Alchemilla xanthochlora* (*Alchemillo-Arrhenatheretum elatius*), qui est plus acidophile.

La comparaison des sous-associations définies dans les différentes plaines alluviales conduit à l'établissement de différentielles communes (tableau 10). Ainsi, la sous-association de haut niveau ("*brometosum erecti*") s'individualise dans les différentes régions par la présence

de *Knautia arvensis*, *Salvia pratensis*, *Vicia sativa* et l'absence des espèces plus mésohygrophiles telles *Agrostis stolonifera*, *Lychnis flos cuculi*, *Senecio aquaticus*, etc.

La sous-association moyenne ("*typicum*") se distingue par l'absence et la régression des espèces mésoxérophiles précédemment citées et l'absence de différentielles plus hygrophiles.

La sous-association de bas niveau ("*filipenduletosum*") est différenciée par l'absence des mésoxérophiles et l'importance des mésohygrophiles comme *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Thalictrum flavum*...

En conclusion, on peut noter la grande homogénéité floristique des groupements relevant ou s'apparentant au *Colchico-Festucetum pratensis* (Duv. 58) dans le Nord de la France (tableau 11).

L'originalité du CFP de la vallée de la Meuse se traduit au niveau de l'abondance de *Peucedanum carvifolia* (présent mais peu abondant dans la Seine et la Champagne crayeuse) et la présence d'un lot assez important d'espèces mésoxérophiles à xérophiles (*Onobrychis viciifolia*, *Veronica teucrium*, *Thymus pulegioides*...) absentes ou très rares dans les autres vallées. La présence de la sous-association CFP *brometosum erecti* est assez remarquable, car elle est souvent absente ou appauvrie dans les autres vallées alluviales.

De plus, la Meuse est la seule des plaines alluviales étudiées à présenter la gamme complète des trois sous-associations topographiques du CFP

Représentation des différentes sous-associations du CFP dans chaque vallée alluviale

Sous-unités:	brometosum	typicum	filipenduletosum
Vallées:			
Saône basse		X	
Saône moyenne		X	X
Champagne cray.	X	X	
Seine			X
Escaut			X
Sambre	?		X
Meuse	X	X	X

2.1.2. Le *Senecioni-Oenanthetum mediae* (Bournérias et al., 1978)

Cl: *Agrostio-Arrhenatheretea*, de Foucault 1984

O: *Agrostietalia stoloniferae*, Oberdorfer et al. 1967

All: *Bromion racemosi*, Tüxen 1951

2.1.2.1. Position physiographique et écologie

Situé entre le *CFP* et les groupements plus hygrophiles du *GOF*, il occupe une place charnière dans le gradient topographique; en effet il est régulièrement inondé en Hiver et au tout début du Printemps mais est rapidement ressuyé. Même dans sa sous-association la plus basse l'eau ne stagne en principe pas au delà du mois de Mars (cf § III.3.2.). Le sol est sec en été et la nappe oscille entre 40 cm et plus d'1 m de profondeur (cf § III.3.2.). C'est le groupement qui occupe les plus vastes surfaces de la plaine alluviale de la Meuse.

Cette prairie a une forte productivité grâce à une bonne économie en eau et une fertilisation naturelle par les eaux du fleuve qui permettent le développement optimal de la végétation (BOURNERIAS *et al*, 1978). Elle est en voie de régression face au développement du pâturage et à la banalisation de l'utilisation des engrais, qui en diminuent la diversité spécifique.

2.1.2.2. Composition floristique

Comme le *CFP*, c'est une association prairiale dominée par les graminées; elle est différenciée (tableau 7) par l'absence des méso-xérophiles (*Senecio jacobaea*, *Tragopogon pratensis*, *Primula veris*...) présentes au niveau du *CFP* et par l'apparition de nombreuses espèces mésohygrophiles (*Filipendula ulmaria*, *Rumex crispus*, *Silaum silaus*, *Poa trivialis*...). Les mésophiles transgressives des niveaux supérieurs comme *Leucanthemum vulgare*, *Peucedanum carvifolia*, *Arrhenatherum elatius*...régressent et de nombreuses espèces hygrophiles (*Galium palustre*, *Phalaris arundinacea*, *Polygonum amphibium*...) transgressent des milieux inférieurs (cf tableau synthétique 7).

Les mésohygrophiles, en prenant de l'importance (*Achillea ptarmica*, *Rumex crispus*, *Silaum silaus*), deviennent avec les mésophiles (*Lotus corniculatus*, *Phleum pratense*, *Centaurea jacea*, *Trifolium pratense*...) caractéristiques de ce milieu intermédiaire dans la topographie

2.1.2.3. Syntaxonomie

Trois sous-associations se succèdent le long du gradient topographique dans la Meuse (tableau 12):

- une sous-association de niveau supérieur, *SOM colchicetosum autumnale* subass. nov., qui, par la présence de prairiales mésophiles comme *Leucanthemum vulgare*, *Peucedanum carvifolia*, *Colchicum autumnale*, indique le contact avec le *CFP*. Les espèces hygrophiles sont absentes.
- une sous-association de niveau moyen, *SOM typicum*, qui se différencie surtout négativement par rapport aux deux autres sous-associations. Les espèces mésophiles ont bien régressé et les

espèces hygrophiles sont peu nombreuses (présence de *Galium palustre* seul). Au niveau de cette sous-association on rencontre une variante intéressante à *Alopecurus rendlei*; assez appauvrie par rapport à la variante type elle semble traduire une perturbation du milieu. *Alopecurus rendlei* est une petite graminée annuelle à floraison vernale, rare dans la vallée de la Meuse, mais qui, quand elle est présente, forme des couverts assez denses. Cette variante aurait pu éventuellement être considérée comme un groupement à *Alopecurus rendlei*.

- une sous-association de niveau inférieur, *SOM myosotetosum palustris* subass. nov., en contact topographique avec le groupement suivant (*GOF*). On y rencontre des espèces hygrophiles transgressives des milieux inférieurs comme *Myosotis scorpioides*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*...et quelques prairiales mésophiles (cf tableau synthétique) transgressives des milieux supérieurs et absentes du *GOF* (*Festuca rubra*, *Leontodon hispidus*, *Crepis biennis*...). On peut signaler que cette sous-association est encore assez régulièrement inondée contrairement aux précédentes qui le sont bien plus ponctuellement. Cette sous-association constitue la limite supérieure des inondations habituelles, c'est à dire fréquentes et longues en hiver (cf chapitre 3.2.), se traduisant par la présence d'un lot important d'espèces (16) hygrophiles (*Oenanthe fistulosa*, *Mentha aquatica*, *Myosotis scorpioides*...) qui sont absentes des niveaux supérieurs (tableau 17).

2.1.2.4. Variations chorologiques de l'association (tableau 13) et des différentes sous-associations (tableau 14)

Présent à un niveau charnière dans la topographie et sur de vastes surfaces, le *SOM* a été souvent décrit sous des noms différents dans de nombreuses vallées alluviales.

- *Senecioni-Oenanthetum mediae* Bournérias 78, dans l'aire de répartition d'*Oenanthe silaifolia*.

- *Senecioni-Brometum racemosi* Tüxen et Preising 51, lorsqu'*Oenanthe silaifolia* n'est plus présent (au Nord d'une ligne Rouen-Lille)

- *Ranunculo-Agropyretum repentis* Tüxen 77, qui selon DIDIER et ROYER (1989) constitue une association erronée car trop hétérogène.

Différents auteurs ont décrit des homologues des sous-associations meusiennes dans différentes vallées alluviales:

GEHU dans la Sambre (1961) observe deux formes de la prairie à *Bromus racemosus* et *Senecio aquaticus*, une forme typique fortement hygrophile et une plus mésophile. En comparant la composition floristique de sa prairie à celle de la Meuse, on peut remarquer que les différences entre ses deux variantes sont trop minimes pour en faire deux sous-associations et qu'elles sont toutes deux à rapprocher du *SOM myosotetosum* (tableau 14). Il signale dans cette prairie la présence d'*Oenanthe silaifolia* qui se révèle avoir une fréquence aussi importante que dans la Meuse. Sa composition floristique est très proche de celle de son

homologue meusien; on ne met en évidence que quelques différences assez minimes, mais surprenantes, comme l'absence de *Lotus corniculatus*, *Silaum silaus*, *Agrostis stolonifera* et *Elymus repens*.

LERICQ (1965) dans le bassin de l'Escaut (tableau 14) observe un pré de fauche semi-amélioré mésophile à *Silaum* qui, par la présence de *Colchicum autumnale*, *Arrhenatherum elatius*, *Crepis biennis*, *Tragopogon pratensis*, rappelle le *SOM colchicetosum*. Cependant, malgré une composition floristique très proche, l'absence d'*Oenanthe silaifolia* conduirait à le rattacher plutôt au *Senecioni-Brometum racemosi*.

BOURNERIAS *et al.* dans l'Oise (1978) ont défini le *Senecioni-Oenanthetum mediae*. L'association décrite (tableau 13) possède un cortège floristique très proche de celui de la Meuse (aucune espèce supplémentaire) bien qu'un peu appauvri (absence de *Centaurea jacea*, *Poa pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Galium verum...*), ceci d'autant plus qu'elle correspond au niveau le plus humide du *SOM* meusien (tableau 14).

ROYER et DIDIER (1982) dans la Voire, décrivent un *SOM* qui est assez proche de celui de la Meuse, malgré l'absence de quelques espèces comme *Symphytum officinale*, *Thalictrum flavum*, *Poa pratensis* (tableau 13). Ils y distinguent deux sous-associations (tableau 14), *hordeetosum secalini* (16 relevés) proche du *SOM myosotetosum* meusien, et *ranunculetosum flammulae* (8 relevés) plus oligotrophe (présence de *Succisa pratensis*, *Ranunculus flammula*, *Lotus pedunculatus...*).

DE FOUCAULT (1984) décrit dans l'Ouest de la France trois sous-associations du *SOM* (non présentées dans les tableaux 13 et 14) qui semblent correspondre aux 3 sous-associations meusiennes. Toutefois la présence de quelques espèces méditerranéo-atlantiques comme *Orchis laxiflora*, *Gaudinia fragilis*, *Fritillaria meleagris*, *Euphorbia esula* y détermine une race occidentale particulière. De plus, il signale que *Phleum pratense* y est rare, alors qu'il est plutôt abondant dans la Meuse.

DUVIGNEAUD (1986) décrit dans l'Aisne un *Ranunculo repentis-Agropyretum repentis* (non représenté dans le tableau) dont la composition floristique est très proche du *SOM* de la Meuse. Il distingue deux sous-associations, typique et plus sèche (à *Arrhenatherum elatius*), qui semblent bien correspondre à leurs homologues meusiennes (*typicum*, *colchicetosum*)

DIDIER et ROYER (1989) en Champagne Crayeuse, décrivent un *SOM* assez proche du *SOM* meusien (tableau 13), mais on peut y noter l'absence de *Lychnis flos-cuculi*, *Crepis biennis* et *Leontodon autumnalis*, la fréquence plus faible de *Senecio aquaticus*, *Arrhenatherum elatius*,

Trifolium repens et la présence de *Centaurea thuyllieri*, *Viola elatior*, *Genista tinctoria* et *Inula britannica* (espèce semblant préférer des milieux plus humides dans la Meuse).

Ils distinguent deux-sous associations au *SOM* (tableau 14):

- *typicum*, avec comme différentielles *Mentha aquatica* et *Galium palustre*, qui serait plus proche de la sous association *myosotetosum* meusienne
- *ranunculetosum acri*, qui serait à rapprocher de la sous-association *colchicetosum* de la Meuse.

Quelques relevés centraux, non distingués dans leur analyse (car peu nombreux) et assimilés à leur sous-association *typicum* possèdent, comme les relevés de la sous-association *SOM typicum* de la Meuse, quelques hygrophiles (*Galium palustre* et *Mentha aquatica*) et de nombreuses espèces davantage mésoxérophiles. Ils pourraient constituer un homologue au *SOM typicum* meusien.

FRILEUX *et al.* dans la Seine (1989) décrivent sous le nom de "pré de fauche hygrophile" à *Bromus racemosus*, *Hordeum secalinum*, *Senecio aquaticus*, *Oenanthe silaifolia* un groupement qui se distingue du *SOM* de la Meuse par la présence de *Gaudinia fragilis* et de *Centaurea thuyllieri*, qui y remplace *Centaurea jacea* (tableau 13). Deux sous-associations ont été distinguées, une sous-association hygrophile (présence de *Galium palustre*, *Myosotis scorpioides*...) qui présente des similitudes avec la sous association *myosotetosum* meusienne et une sous-association plus sèche qui serait à rapprocher du *SOM typicum* (tableau 14).

Par ailleurs, SOUGNEZ et LIMBOURG (1963) ont décrit en Fagne et Famenne (tableau 13) un pré de fauche humide à Brome et Colchique, qui malgré la présence d'espèces oligotrophes (*Succisa pratensis*, *Scorzonera humilis*, *Molinia caerulea*...) absentes dans la vallée de la Meuse, rappelle la sous-association *typicum* du *SOM*. Ce groupement pourrait constituer une quatrième sous-association oligotrophe *SOM molinietosum*.

La comparaison des différentes sous-associations peut permettre de définir des différentielles communes à ces sous-associations dans les vallées étudiées (tableau 14).

- la sous-association la plus sèche ("*colchicetosum*") se définit par la présence et l'abondance d'espèces transgressives du *CFP* comme *Colchicum autumnale*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Arrhenatherum elatius* et l'absence d'espèces hygrophiles comme *Myosotis scorpioides*, *Mentha aquatica*, *Oenanthe fistulosa*...
- la sous-association moyenne ("*typicum*") est différenciée surtout négativement par rapport aux deux autres.
- la sous-association basse ("*myosotetosum*") est différenciée par l'absence et la régression des espèces mésoxérophiles à mésophiles (*Crepis biennis*, *Peucedanum carvifolia*, *Leontodon hispidus*...) et la présence d'un lot important d'espèces hygrophiles transgressant du niveau inférieur (*GOF*), *Mentha aquatica*, *Myosotis scorpioides*, *Oenanthe fistulosa*...

En conclusion, on peut noter, ici aussi comme pour le *CFP*, une grande constance dans la composition floristique de ce groupement intermédiaire des vallées alluviales du Nord de la France (tableau 15).

L'originalité du groupement de la vallée de la Meuse se traduit à trois niveaux:

- son appartenance au *Senecioni-Oenanthetum mediae*, qui doit se trouver proche de sa limite orientale d'aire de répartition, se traduisant par la raréfaction d'*Oenanthe silaifolia*.
- la présence de 3 sous-associations bien différenciées et tout particulièrement des sous-associations plus "mésophiles" (c'est à dire *typicum* et *colchicetosum*) qui sont apparemment moins représentées dans les autres vallées alluviales, où la sous-association hygrophile est dominante.

Représentation des différentes sous-associations du SOM dans chaque vallée alluviale

Sous-unités:	colchicetosum	typicum	myosotetosum
Vallées:			
Loire (Ouest)	X	X	X
Champagne cray.	X	?	X
Champagne hum.	X	X	X
Seine	X	X	X
Oise	X	X	X
Escaut	X	X	X
Sambre	X	X	X
Meuse	X	X	X

- une certaine originalité floristique, avec la présence ou l'abondance de certaines espèces comme *Peucedanum carvifolia*, *Thalictrum flavum*, *Crepis biennis* (absente dans l'Ouest)...

2.1.3. Le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* (De Foucault 1984)

Cl: *Agrostio-Arrhenatheretea elatioris*, de Fouc. 1984

O: *Eleocharetalia palustris*, de Fouc. 1984

All: *Oenanthion fistulosae*, de Fouc. 1984

2.1.3.1. Position physiographique et écologique

Le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosare* (*GOF*) représente la dernière association considérée comme prairiale dans le gradient topographique. Entre les cariçaies et la prairie plus mésophile, elle colonise des zones basses de la prairie longuement inondées au printemps, mais généralement sèches en été. La nappe y est souvent haute et peut affleurer en été après de fortes pluies d'orage, tout particulièrement pour la sous-association la plus humide du *GOF*.

2.1.3.2. Composition floristique

C'est un groupement constitué de petits héliophytes (*Eleocharis palustris*, *Oenanthe fistulosa*, *Mentha aquatica*...) mêlés à quelques prairiales supportant bien la stagnation de l'eau comme *Trifolium repens*, *Lychnis flos-cuculi*, *Agrostis stolonifera* (tableau 16)... Il se présente sous la "physionomie" d'une prairie basse à floraison tardivernale à estivale (DAUDON 1993).

Par rapport au SOM (tableau 7), de nombreuses prairiales mésophiles disparaissent (*Crepis biennis*, *Leontodon hispidus*, *Arrhenatherum elatius*, *Cynosurus cristatus*...); en parallèle des espèces hygrophiles et des héliophytes apparaissent (*Equisetum fluviatile*, *Rorippa amphibia*, *Alopecurus geniculatus*...).

2.1.3.3. Syntaxonomie

Selon DE FOUCAULT (1984) le facteur déterminant les variations de l'association sont les durées de submersion; c'est effectivement ce qui nous a permis de distinguer les trois sous-associations suivantes, dans un ordre de durée d'inondation croissante (tableau 16):

- la sous-association *GOF oenanthesum mediae* de Foucault 84, de niveau "supérieur", en contact topographique avec le SOM *myosotetosum*. Les espèces prairiales mésohygrophiles à mésophiles qui transgressent de cette association sont encore abondantes (*Alopecurus pratensis*, *Centaurea jacea*, *Lathyrus pratensis*, *Silaum silaus*...) et les "grands" héliophytes et espèces subaquatiques (*Rorippa amphibia*, *Equisetum fluviatile*, *Glyceria maxima*...) nombreux dans les niveaux inférieurs ne s'expriment que peu. On peut noter que seule cette sous-association est véritablement prairiale; en effet quasiment toutes les espèces prairiales (24) disparaissent dans les niveaux inférieurs. Dans la Meuse, c'est au niveau de cette sous-association que la Gratiolle est la plus fréquente. Selon PAUTOU (1975), cette espèce disparaît quand la hauteur d'eau est trop importante, mais tolère une immersion quasi permanente de l'appareil racinaire. Or la sous-association la plus humide du *GOF* peut se trouver sous 20 à 30 cm d'eau au début du printemps ce qui explique peut-être son absence dans cette sous-association.

- la sous-association *GOF typicum*, surtout différenciée négativement par l'absence des espèces prairiales mésohygrophiles et mésophiles (*Centaurea jacea*, *Alopecurus pratensis*, *Lathyrus pratensis*...) qui étaient nombreuses dans la sous-association précédente. Quelques héliophytes apparaissent comme *Equisetum fluviatile*, *Rorippa amphibia*, *Glyceria maxima*... Au niveau de cette sous-association, on note une variante à *Teucrium scordium* et/ou *Mentha pulegium* présente dans les zones "perturbées" des pâturages humides. TRIVAUDEY dans la Saône (1989), DE FOUCAULT dans l'Ouest (1984) et DAUDON (1993) dans les basses vallées angevines signalent le développement de *Mentha pulegium* dans ce groupement, quand il est soumis au pâturage, mais en font une sous-association différente. En 1995, TRIVAUDEY

indique qu'un léger tassement du sol par les bêtes permet le développement d'un *GOF* à *Mentha pulegium*, alors qu'un pâturage plus intensif induit le développement d'une autre association, le *Rumici-Alopecuretum geniculati* (étudié dans le chapitre suivant).

- la sous-association *GOF eleocharetosum palustris* de Foucault 84, en contact topographique avec les cariçaies et glycériaie, dont la composition floristique ne diffère pas réellement si ce n'est par l'abondance d'une espèce (tableau 27). Cette sous-association se définit surtout négativement par la disparition et/ou la régression des espèces des *Agrostietalia stoloniferae* et des *Agrostio-Arrhenatheretea* (*Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*, *Vicia cracca*, *Cardamine pratensis*) qui étaient encore présentes dans la sous-association *typicum*, et par le développement d'espèces qui traduisent des durées de submersion assez importantes (*Rumex hydrolapathum*, *Oenanthe aquatica*...). Un relevé est particulièrement intéressant avec la présence de *Mentha pulegium* espèce rare de la vallée de la Meuse, qui permet de définir une variante à *Mentha pulegium*, homologue de celle définie pour la sous-association *typicum*.

2.1.3.4. Variations chorologiques de l'association (tableau 17) et des différentes sous-associations (tableau 18)

Ces prairies longuement inondables se rattachent, selon DE FOUCAULT (1984), à deux associations (tableau 17) selon qu'elles appartiennent à de petites ou larges vallées alluviales, l'*Eleocharo-Oenanthetum fistulosae* (*EOF*) et le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*. Le groupement meusien apparaît intermédiaire entre ces deux associations. En effet, DE FOUCAULT définit dans l'Ouest l'*EOF* par rapport au *GOF* par:

- la diminution d'*Achillea ptarmica* (plus fréquent dans le *GOF* de la Meuse, que dans celui de la Loire !)
- la diminution de *Gratiola officinalis* et *Imula britannica* (peu représentés dans la Meuse en 1993, mais peut-être plus abondants par le passé?)
- la diminution de *Mentha arvensis*, remplacé par *Mentha aquatica* (phénomène dont l'importance est difficile à évaluer dans la Meuse à cause de la difficulté à discerner ces deux taxons à l'état végétatif).
- l'apparition de *Carex disticha* (présent dans le *GOF* de la Meuse et dans le *GOF* d'autres vallées alluviales).

Il faut aussi préciser qu'*Eleocharis uniglumis*, espèce caractéristique de l'*EOF*, n'a pas été trouvé dans la Meuse. Dans la Loire, *Carex cuprina* remplace *Carex vulpina*, à tendance subcontinentale. Dans la Meuse les deux *Carex* sont présents mais n'ont pu être distingués sur toutes les stations, c'est pourquoi, pour plus de commodité, ils sont notés sous le nom *Carex vulpina s.l.*

Dans les différentes plaines alluviales du Nord de la France, nous rencontrons le *GOF* ou son homologue, présentant une ou plusieurs sous-associations.

BOURNERIAS *et al.* (1978) décrivent dans l'Oise un *Caricetum vulpinae* (tableau 17) qui ressemble beaucoup au *GOF*, mais se rapproche davantage de l'*EOF* de l'Ouest par l'absence de la Gratiolle et la régression de nombreuses prairiales (*Centaurea jacea*, *Silaum silaus*, *Hordeum secalinum...*).

DE FOUCAULT (1984) définit, pour le *GOF*, trois sous-associations très proches de celles de la Meuse (tableaux 17 et 18), une de niveau inférieur à *Eleocharis palustris* (en opposition à *E. uniglumis* préférant un niveau plus élevé) qui présente des affinités avec la sous-association du même nom de la Meuse (malgré la présence d'espèces atlantiques telles *Carex cuprina*, *Cardamine parviflora...*), une de niveau moyen ou typique, et enfin une de niveau supérieur dont nous avons aussi gardé le nom (*oenanthesum mediae*) malgré une fréquence moindre de l'*Oenanthe* dans la vallée de la Meuse.

TRIVAUDEY dans la Saône (1989) décrit un *GOF* qui présente quelques particularités floristiques par rapport au *GOF* de la Meuse (tableau 17), comme la présence de *Galium uliginosum*, *Myosotis cespitosa* et *Ranunculus flammula*, l'abondance de *Gratiola officinalis* et l'absence de *Symphytum officinalis*. Elle distingue deux sous-associations du *GOF* (tableau 18), une de bas niveau (*alismetosum aquaticae*) et une de haut niveau (*oenanthesum mediae*) qui ont de grandes similitudes avec leurs homologues meusiennes. Dans sa thèse (1995), elle y distingue trois sous-unités, (*oenanthesum mediae*, *typicum*, *alismetosum plantagini-aquaticae*) qui correspondent aux trois unités décrites dans la Meuse.

DIDIER et ROYER (1989) en Champagne Crayeuse (tableau 17) décrivent un *GOF* proche du *GOF* meusien; on peut y noter l'abondance d'*Inula britannica*, et la présence de *Ranunculus flammula*, *Eleocharis uniglumis* et *Myosotis cespitosa*, espèces absentes du cortège floristique du *GOF* meusien. Ils distinguent (tableau 18) une sous-association de bas niveau (à *E. palustris*) très proche floristiquement de celle de la Meuse, ainsi qu'une sous-association de niveau supérieur (*agropyretosum repentis*) équivalente à la sous-association *oenanthesum mediae* de la Meuse et de l'Ouest.

Les mêmes auteurs avaient décrit dans la Voire (ROYER & DIDIER, 1982) un *Caricetum vulpinae* et un groupement à *Poa palustris* et *Oenanthe fistulosa* (tableau 17), qui présentent de très fortes affinités avec le *GOF* meusien, malgré la présence de quelques espèces différentes comme *Ranunculus flammula*, *Myosotis cespitosa*, *Poa palustris*. Le *Caricetum vulpinae* (tableau 18) se rapproche du *GOF typicum* et le groupement à *Poa palustris* du *GOF oenanthesum mediae*.

La comparaison des différentes sous-unités décrites peut aussi permettre de définir des espèces différentielles "communes" aux différentes sous-associations du *GOF* (tableau 18):

- la sous-association de haut niveau ("*GOF oenanthetosum mediae*"), où les espèces prairiales comme *Alopecurus pratensis*, *Centaurea jacea*, *Hordeum secalinum*...servent de différentielles positives et les héliophytes (*Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria maxima*, *Stachys palustris*) de différentielles négatives.
- la sous-association moyenne ("*GOF typicum*"), différenciée par la régression (importante) des prairiales et l'apparition des héliophytes.
- la sous-association basse ("*eleocharetosum palustris*"), différenciée par la disparition de presque toutes les espèces prairiales (*Elymus repens*, *Taraxacum vulgare*, *Poa trivialis*) et le développement d'héliophytes et d'espèces semi-aquatiques (*Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Sparganium erectum*...). Dans plusieurs autres régions comme la Champagne et la Saône, *Eleocharis palustris* n'apparaît pas comme une bonne différentielle de cette sous-association, car il est aussi fréquent dans les autres sous-associations du *GOF*.

Le *GOF* meusien semble assurer, avec la raréfaction de *Gratiola officinalis* et *Achillea ptarmica* et la présence de *Mentha arvensis*, la "transition" (cf tableaux 17 et 19) entre le "*GOF*" typique décrit par DE FOUCAULT dans la vallée de la Loire et l'*EOF* défini par ce même auteur. La distinction entre les deux associations (*EOF* et *GOF*) nous paraît de ce point de vue discutable, ceci d'autant plus que la différence entre une petite et une grande vallée alluviale est très subjective. Sur la base des critères floristiques, on pourrait rattacher les groupements de la vallée de l'Oise, voire même de la Meuse, à l'*EOF* (correspondant à une petite vallée). En observant le tableau 17, on constate bien peu de différences floristiques entre ces deux associations, d'autant plus que celles-ci ne se reproduisent pas dans d'autres vallées alluviales que celles de l'Ouest; dans toutes les autres vallées, nous retrouvons un mélange des caractéristiques floristiques du *GOF* et de l'*EOF* (présence de *Mentha aquatica* et *arvensis*, *Achillea ptarmica*, *Carex disticha*...). C'est pourquoi nous proposons de regrouper ces deux unités en une seule et même association du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*.

2.1.4. Conclusions sur la typologie comparée des groupements prairiaux du Val de Meuse

Les prairies alluviales du "Grand Nord" de la France présentent d'importantes affinités floristiques. Les différences de nomenclature ne doivent pas masquer une grande homogénéité floristique, au moins pour le cortège de base. Chaque vallée présente toutefois quelques originalités floristiques liées à l'influence biogéographique (par exemple méditerranéo-atlantique), à la nature du substrat et des pratiques agricoles (par exemple caractère plus oligotrophe). Ces différences ne sont cependant généralement pas suffisantes pour justifier leur classement dans des associations différentes. Elles peuvent être traduites par les notions de race géographique (atlantique/subatlantique) pour les variations biogéographiques et de sous-association et variante (oligotrophe/eutrophe) pour les variations édaphiques.

Dans la Meuse l'originalité des groupements se traduit par:

- une composition floristique originale, avec la présence d'espèces remarquables comme *Gratiola officinalis*, *Inula britannica*, *Mentha pulegium*, *Teucrium scordium*, *Triglochin palustre*, *Oenanthe silaifolia* (en limite d'aire de répartition) et d'une espèce assez strictement inféodée aux prairies alluviales lorraines, *Peucedanum carvifolia*;
- la rareté des espèces oligotrophes que l'on retrouve dans d'autres vallées alluviales. Certaines espèces, signalées par DUVIGNEAUD en 1958, ont disparu (*Succisa pratensis*, *Ophioglossum vulgatum*, *Linum catharticum*...), alors que d'autres n'ont même jamais été mentionnées dans la plaine alluviale de la Meuse (*Ranunculus flammula*, *Lotus pedunculatus*, *Galium uliginosum*...), ces dernières étant peut-être plus acidiphiles;
- la structuration complète des groupements le long du gradient topographique (succession de 9 syntaxons relevant de 3 associations différentes, exprimant ce gradient topographique);
- le remplacement de tous ces groupements à l'Est du massif vosgien par des groupements plus continentaux du *Cnidion dubii* (PHILIPPI, 1960; CARBIENER, 1978). La vallée de la Meuse (comme celle de la Saône) se trouve ainsi en limite orientale d'expression de ces groupements prairiaux subatlantiques.

2.2. LES GROUPEMENTS DE PRAIRIES PATUREES

En 1958, lors de l'étude des groupements végétaux de la Meuse réalisée par DUVIGNEAUD, seules quelques parcelles très proches des villages étaient pâturées intensivement. Depuis, les parcs se sont développés sur toute la prairie alluviale. Il faut cependant garder en mémoire que dans le Nord de la vallée, plus "traditionnel", la pratique la plus courante reste la fauche suivie d'un pâturage du regain; celui-ci n'est pas appauvrissant vis à vis de la flore, surtout quand la fertilisation reste faible. Dans le Sud de la vallée, les parcs de pâturage continu et/ou printanier sont plus nombreux; de même la pratique de l'ensilage y est plus générale et les parcelles retournées y sont plus fréquentes.

81 relevés phytosociologiques ont été réalisés dans des prairies pâturées de manière assez intensive selon différents modes:

- dès le printemps, avec un chargement important ou toute l'année
- avec ou sans apports d'engrais (jusqu'à 180 Kg d'N par Ha).

Ces relevés apparaissent sur l'A.F.C. globale des prairies (figure 15) à un niveau hydrique (le long de l'axe 1) correspondant au *SOM* et au *GOF1*. Une A.F.C. réalisée à partir

des relevés de pâturages seuls, met en évidence leur structuration le long d'un gradient hydrique (axe 1 sur la figure 16a), et le long d'un gradient trophique (axes 2 et 3, figure 16b). Deux groupements végétaux de pâturage ont ainsi été identifiés; l'*Hordeo-Lolietum perennis* et le *Rumici-Alopecuretum geniculati*.

2.2.1. L'*Hordeo-Lolietum perennis* (De Foucault 1984)

Cl: *Agrostio-Arrhenatheretea elatioris*, de Fouc. 1984

O: *Agrostietalia stoloniferae*, Oberdorfer *et al.* 1967

All: *Cynosurion cristati*, Tüxen 1947

2.2.1.1. Position physiographique et écologie

L'*Hordeo-Lolietum perennis* (HLP) se situe à un niveau moyen dans la topographie, qui correspond au SOM; il subit un pâturage assez intensif, plutôt printanier pouvant être accompagné de fertilisation azotée.

2.2.1.2. Composition floristique

L'*Hordeo-Lolietum perennis* (tableau synthétique 20), occupant une position charnière dans la topographie, est caractérisé par la présence d'espèces mésophiles (*Poa pratensis*, *Ranunculus acris*, *Alopecurus pratensis*, *Centaurea jacea*, *Plantago lanceolata*...) et mésohygrophiles (*Rumex crispus*, *Elymus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Silaum silaus*...).

Le pâturage y représente un facteur très sélectif (GORDON *et al.*, 1990; MATCHES, 1992), qui détermine une composition floristique particulière avec:

- des espèces qui résistent à l'eutrophisation, supportent le piétinement (*Lolium perenne*, *Hordeum secalinum*, *Carex hirta*, *Rumex crispus*, *Trifolium repens*) et deviennent abondantes,
- des thérophytes pionnières (*Poa annua*, *Polygonum aviculare*), qui profitent des trouées dans la végétation pour s'installer,
- des espèces en rosettes (*Plantago major* et *media*, *Potentilla reptans* et *anserina*), adaptées au piétinement et peu accessibles aux dents des bovins, qui sont favorisées,
- des espèces refusées (*Cirsium arvense*, *Urtica dioïca*) ou toxiques (*Ranunculus repens*), qui se développent,

De nombreuses espèces sensibles au piétinement (*Lychnis flos-cuculi*, *Lathyrus pratensis*, *Achillea ptarmica*, *Silaum silaus*..., cf chapitre comparaison pâture/fauche) disparaissent ou régressent.

2.2.1.3. Syntaxonomie

Les A.F.C. (figures 15 et 16a) mettent en évidence la présence de trois sous-associations au niveau du *HLP*, celles-ci correspondant aux trois sous-associations du *SOM*. On distingue le long du gradient topographique:

- le *HLP cynosuretosum cristati* subass. nov. (*HLP1*): Situé au niveau topographique le plus sec, il annonce le *Lolio-Cynosuretum* qui est vraisemblablement (§ III 2.3.1.4.) situé à un niveau topographique supérieur (*CFP*) et non observé dans la vallée de la Meuse. Cette sous-association est différenciée (tableau synthétique 20) par la présence de quelques espèces mésoxérophiles, *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium*, *Peucedanum carvifolia*, accompagnées d'espèces plus mésophiles comme *Rumex acetosa*, *Cerastium fontanum*, *Galium verum* (...). Le *HLP1* (tableau 21) possède trois variantes (A, B et C) qui indiquent des niveaux d'intensification du pâturage avec un chargement et/ou une utilisation d'engrais de plus en plus importants. De nombreuses espèces des prairies de fauche disparaissent ou régressent plus ou moins fortement selon le niveau d'intensification du pâturage. Ainsi, les premières espèces à disparaître sont méso-oligotrophes et sensibles au piétinement (*Galium verum*, *Silaum silaus*, *Festuca rubra*, *Peucedanum carvifolia*). Puis disparaissent les mésotrophes et les espèces un peu moins sensibles au piétinement comme *Festuca pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Poa trivialis*, *Centaurea jacea*. De plus, l'impact prépondérant de la pression de pâturage se traduit par l'apparition d'espèces annuelles ou eutrophes comme *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Rumex obtusifolius* dans les niveaux B et C. Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 20 à 15 quand on passe du niveau A à C. Le facteur déterminant pour la composition floristique des prairies pâturées semble être l'intensité du chargement. En effet, la même dose d'engrais (45 U/ha/an) est utilisée sur les parcs des deux premiers niveaux d'intensification (A et B), alors que la flore y est sensiblement différente.

- le *HLP typicum* (*HLP2*), à un niveau topographique intermédiaire, qui se différencie surtout négativement (tableau synthétique 20), par l'absence des mésoxérophiles de la sous-association précédente et par l'apparition de quelques méso-hygrophiles comme *Lychnis flos-cuculi* ou *Filipendula ulmaria*. Comme pour le *HLP1*, nous y avons distingué trois variantes qui correspondent à trois niveaux d'intensification du pâturage (tableau 22): une variante A où les espèces prairiales méso-oligotrophes (*Lychnis flos-cuculi*, *Achillea ptarmica*, *Rumex acetosa*) sont encore bien représentées, une variante B plus intensivement pâturée où ces espèces disparaissent, et une variante C dont le cortège floristique est encore plus appauvri avec la disparition de nombreuses prairiales comme *Festuca rubra*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Holcus lanatus*...Le nombre moyen d'espèces par relevé diminue pour chaque niveau en passant de 21 à 17, puis à 15.

- le *HLP alopecuretosum geniculati* subass. nov. (*HLP3*), au niveau le plus bas. Cette sous-association est en contact topographique avec l'association suivante, le *Rumici-Alopecuretum geniculati*. Elle se différencie des précédentes (tableau synthétique 20) par la disparition des

prairiales mésophiles (*Trifolium pratense*, *Galium verum*, *Festuca rubra*, *Cynosurus cristati*) et l'apparition d'espèces hygrophiles: *Oenanthe fistulosa*, *Alopecurus geniculatus*, *Galium palustre*, *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Juncus glaucus*. Deux variantes ont été distinguées (tableau 23): une variante A, où certaines prairiales méso-hygrophiles mésotrophes se maintiennent encore (*Achillea ptarmica*, *Mentha arvensis*, *Phalaris arundinacea*, *Symphytum officinale*, *Lotus corniculatus*) et une variante B, où le pâturage est plus intensif et où ces espèces disparaissent. Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 17 à 14 entre ces deux niveaux.

2.2.1.4. Variations chorologiques

Cette association de création assez récente (DE FOUCAULT, 1984) est encore peu décrite pour plusieurs raisons:

- le pâturage intensif en système alluvial est assez récent et ne fait donc l'objet d'études que depuis peu.
- les variations induites par le pâturage dans ces prairies alluviales sont souvent assez discrètes, le facteur sélectif vis-à-vis de la végétation étant surtout l'inondation. Ceci a souvent motivé le rattachement des communautés végétales pâturées au système de prairies de fauche, d'autant plus que les associations de prairies pâturées classiques ne donnaient pas entière satisfaction.
- en l'absence d'association "satisfaisante", c'est à dire dont la combinaison spécifique se rapproche de celle rencontrée dans la plaine inondable, les parcelles pâturées ont souvent été rattachées, par le passé, au *Lolio-Cynosuretum cristati*.

L'*Hordeo-Lolietum perennis* semble assez bien convenir à la définition des prairies pâturées en système alluvial, mais il conviendrait de multiplier les descriptions afin de mieux le définir. Le tableau comparatif 24 met en évidence les affinités et différences entre les différents groupements pâturés décrits dans d'autres plaines alluviales. Les pâturages ont été rattachés à l'*Hordeo-Lolietum perennis* ou au *Lolio-Cynosuretum cristati* selon les plaines alluviales et les niveaux topographiques échantillonnés.

Par rapport aux groupements décrits par DE FOUCAULT (1984) dans l'Ouest, FRILEUX *et al.* (1989) dans la vallée de la Seine et TRIVAUDEY (1995) dans la Saône, le groupement meusien se distingue par l'abondance plus faible d'*Hordeum secalinum*. DE FOUCAULT et FRILEUX décrivent une sous-association "sèche" caractérisée par la présence d'espèces mésoxérophiles (*Rumex acetosa*, *Cerastium vulgatum*, *Crepis biennis*, *Leontodon hispidus*) qui se rapproche de celle décrite dans la vallée de la Meuse. Comme dans le système du Val de Seine, *Cynosurus cristatus* y est plus abondant. Cette sous-association semble annoncer le *Lolio-Cynosuretum cristati* qui n'a pas été observé dans la Meuse, mais qui est décrit par d'autres auteurs dans différentes prairies alluviales. Le HLP de FRILEUX *et al.* (1989) possède une composition floristique très proche de celui de la Meuse.

TRIVAUDEY (1995) dans la vallée de la Saône décrit un *Lolio-Cynosuretum cristati* qui correspond au niveau topographique du CFP avec la présence ponctuelle de *Pimpinella saxifraga*, *Medicago sativa*. Il se distingue bien du HLP par l'absence d'*Hordeum secalinum*. Le groupement décrit par MAGNANON (1992) est rattaché au *Lolio-Cynosuretum cristati* mais semble posséder des caractéristiques intermédiaires entre l'HLP et le LCC. En effet, *Hordeum secalinum* et *Cynosurus cristatus* sont tous deux fréquents et les espèces méso-xérophiles sont quasiment absentes (seul *Ranunculus bulbosus* est présent). BANCE (1988) dans la vallée de l'Andelle décrit un LCC dont le cortège floristique se rapproche de celui de la Saône. Le LCC de ALARD (1990) est bien typique des zones plus sèches et sert de "référence". On peut noter que le LCC se distingue assez bien de l'HLP par l'absence ou la raréfaction des espèces relevant des *Phragmito-Caricetea elatae* et des *Filipendulo-Calystegietea* (*Filipendula ulmaria*, *Phalaris arundinacea*, *Symphytum officinale*, *Polygonum amphibium*...).

On peut signaler la présence dans la Marne (ROYER & DIDIER, 1982) d'un SOM *hordeetosum*, dont la composition floristique ressemble à celle du HLP, mais dont la mise en pâture était certainement plus récente ou ponctuelle.

GEHU (1961) et GRACIEN (1971) décrivent un *Lolio-Cynosuretum* "typique" qui se rapproche de l'*Hordeo-Lolietum "cynosuretosum"* décrit dans la Meuse. GRACIEN note aussi la disparition d'*Arrhenatherum elatius*, espèce "représentée presque exclusivement dans les prairies fauchées". Mais cette espèce est assez fréquente dans le *Lolio-Cynosuretum* de la basse vallée de l'Andelle (BANCE, 1988); peut-être avons nous affaire à des écotypes prairiaux qui résultent d'actions humaines différentes (DELPECH, 1975). En effet des écotypes et sous-espèces d'*Arrhenatherum* ont déjà été décrits par plusieurs chercheurs (MAYER et REBISCHUNG, 1949 et 1951; COLLECTIF, 1978).

Dans l'Oise, BOURNERIAS *et al.* (1978) décrivent des prairies pâturées depuis peu dont le cortège n'est pas encore modifié, mais où quelques espèces commencent à augmenter dans le couvert végétal, comme *Rumex crispus*, *Trifolium repens*, *Ranunculus repens*.

2.2.2. Le *Rumici-Alopecuretum geniculati* (Tüxen, 1950)

Cl: *Agrostio-Arrhenatheretea elatioris*, de Fouc. 1984

O: *Plantaginetalia majoris*, Tüxen 1950

All: *Lolio-Potentillion anserinae*, Tüxen 1947

2.2.2.1. Position physiographique et écologie

Le *Rumici-Alopecuretum geniculati* (RAG), correspond au niveau topographique du GOF (figure 15) et en dérive suite au pâturage intensif qui peut avoir lieu dès le printemps avec un chargement plus ou moins important et des apports possibles d'engrais.

C'est une association qui connaît une répartition sub-atlantique, fréquente dans l'Ouest de la France.

2.2.2.2. Composition floristique

Le *RAG* se distingue du *HLP* (tableau synthétique 20) par la disparition de nombreuses espèces mésophiles comme *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Ranunculus acris*, *Cerastium fontanum*, et l'apparition d'hélophytes comme *Veronica scutellata*, *Eleocharis palustris*, *Rorippa amphibia*.

Le pâturage des zones basses y favorise les espèces adaptées au compactage du sol comme *Alopecurus geniculatus* (qui est très constant et abondant) ou *Plantago major*, ainsi que les thérophytes pionnières comme *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris* qui profitent de la destructuration du tapis végétal pour s'implanter.

2.2.1.3. Syntaxonomie

Deux variantes qui correspondent, soit à deux niveaux d'intensification du pâturage, soit à deux niveaux d'humidité ont été distinguées dans la Meuse (tableau 25). La première variante (A) correspond à des zones où le pâturage a lieu assez tard dans la saison (après assèchement du sol), ce qui permet le maintien de certaines espèces hygrophiles sensibles au piétinement comme *Galium palustre*, *Mentha arvensis*, *Veronica scutellata*. La deuxième variante (B) se rencontre sur des parcs pâturés plus tôt dans la saison et souvent fertilisés, où ces espèces disparaissent et des espèces plus eutrophes comme *Lolium perenne*, *Taraxacum officinale*, *Phleum pratense* ou refusées (*Cirsium arvense*) apparaissent. Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 18 à 14,4 en passant de la variante A à la variante B.

Les deux facteurs, intensification des pratiques agricoles et niveau d'humidité sont difficiles à séparer. En effet, l'intensification du pâturage fait disparaître les espèces hygrophiles fragiles qui sont indicatrices d'un niveau d'humidité plus bas.

On peut signaler la présence d'*Imula britannica* dans un des parcs; cette espèce est décrite comme caractéristique de l'association par TÜXEN (in DE FOUCAULT, 1984). Il n'est donc pas étonnant de la rencontrer dans des zones pâturées.

2.2.1.4. Variations chorologiques

Le *RAG* a été décrit dans de nombreuses plaines alluviales avec des combinaisons spécifiques très proches les unes des autres (tableau comparatif 26).

Ainsi, il a été décrit par DE FOUCAULT (1984) dans l'Ouest, FRILEUX *et al.* (1989) dans la vallée de la Seine, MAGNANON (1992) dans la Loire et TRIVAUDEY (1995) dans la Saône sous des formes très voisines de celles de la Meuse. Il faut cependant noter le cortège

floristique très appauvri du RAG décrit dans l'Ouest par DE FOUCAULT. Chez MAGNANON (1992), le RAG connaît un bon développement, mais possède une variante particulière, halophile, à *Ramunculus sardous* et *Juncus gerardii* qui est absente de la Meuse.

TRIVAUDEY (1995) décrit un RAG où *Potentilla anserina* forme de véritables faciès et qui, selon-elle, constituerait le pôle le plus nitrophile de l'association. Ce type de couvert n'a été rencontré qu'une seule fois dans la Meuse avec un recouvrement de 3 (relevé 1176).

BOURNERIAS *et al.* (1978) dans l'Oise et DUVIGNEAUD dans l'Aisne (1989) n'ont observé que rarement ce groupement (respectivement 3 et 2 relevés). Mais dans l'Oise un groupement à *Glyceria fluitans* et *Alopecurus geniculatus* possède une composition spécifique qui se rapproche de la variante la plus "humide" de la Meuse.

Quelques espèces semblent assez spécifiques du cortège meusien, il s'agit de *Plantago media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Filipendula ulmaria*. Ces espèces ne présentent pas un intérêt particulier, mais il est tout de même surprenant que deux thérophytes comme *Capsella bursa-pastoris* et *Chenopodium bonus-henricus* et une hémicryptophyte (*Plantago media*) soient absents des cortèges floristiques des autres vallées alluviales.

2.3. LES GROUPEMENTS DE ROSELIERES ET DE CARIÇAIES

Ces groupements, où l'eau stagne une grande partie de l'année, ne se différencient que peu de la sous-association la plus humide du GOF. En effet, au regard du tableau phytosociologique sur les "zones basses" (tableau 27), on remarque que leurs combinaisons spécifiques sont très proches (*Phragmitetum* et *Oenanthro-Rorippetum aquaticae* exceptés); seule la dominance d'une espèce justifie leur appartenance non seulement à une autre association, mais aussi à une autre classe (*Phragmitetea australis/Agrostio-Arrhenatheretea*). DE FOUCAULT dans sa thèse (1984) soulignait déjà qu'il faudrait certainement rattacher à l'ordre des *Eleocharetalia palustris* plusieurs "parvo-roselières" (*Caricetum vulpinae*...) placées auparavant dans les *Phragmitetea*. Peut-être faudrait-il en faire de même avec certains groupements de roselières ou de cariçaies tels le *Glycerietum maximae*, le *Caricetum gracilis*...Il serait envisageable de parler de GOF (dans le cas meusien) *eleocharetosum palustris* variante à "...", plutôt que d'association fondée sur la dominance d'une espèce. L'A.F.C. réalisée sur les "zones basses" (figure 13) conforte cette idée; en effet les relevés de cariçaies et roselières ne s'individualisent guère et sont assez proches des relevés du GOF *eleocharetosum palustris*; ils forment un ensemble homogène entre les phragmitaies, l'*Oenanthro-Rorippetum* et le GOF. Cela étant dit, vu le faible nombre de relevés réalisés et afin de simplifier l'étude des groupements végétaux de la Meuse, je me suis conformée aux associations classiquement définies.

Les groupements sont présentés le long d'un gradient d'humidité croissante.

2.3.1. Le *Phragmitetum australis* (Schmale, 1939)

Cl: *Phragmitetea australis*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Phragmition australis*, W. Koch 1926

2.3.1.1. Position physiographique et écologie

La phragmitaie colonise, après abandon, différents types de sol plus ou moins humides. Mais, comme dans la Sambre (GEHU, 1961), la phragmitaie des eaux profondes est rare; par contre elle est plus commune dans les zones plus fréquemment exondées comme les berges du fleuve et les bords de noues et rivières ou des zones abandonnées, pas obligatoirement très humides. Le relevé 1042 traduit bien ce phénomène, il a été réalisé sur une petite prairie en bordure d'une noue ceinturée de *Phragmites* (1043). Cette prairie pourtant mésohygrophile à mésophile (présence d'*Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Agrostis stolonifera*, *Cardamine pratensis*...) doit être irrégulièrement fauchée et les *Phragmites* y progressent à partir de la noue.

2.3.1.2. Composition floristique

C'est un groupement paucispécifique dominé par *Phragmites australis* qui ne laisse s'exprimer que peu de plantes sous son couvert (tableau 28). Il est souvent associé à des nitrophiles (*Urtica dioica* et *Galium aparine*) et des espèces à croissance suffisamment exubérante pour le concurrencer, comme *Filipendula ulmaria* et *Phalaris arundinacea*. Quelques prairiales plus ou moins hygrophiles (*Alopecurus pratensis*, *Valeriana officinalis*, *Caltha palustris*, *Elymus repens*...) peuvent se maintenir et végéter en sous strate quelques temps, mais disparaissent dès que le couvert devient plus dense.

2.4.1.3. Syntaxonomie

Deux variantes sont présentes dans la Meuse, qui traduisent des degrés d'enfrichement différents:

- une variante plus "prairiale", qui montre un début de colonisation par le *Phragmite*.
- une variante marquée par une augmentation du recouvrement de *Phragmites australis* qui limite les possibilités de croissance des autres espèces, et conduit donc à une diminution du nombre d'espèces.

2.3.2. Le *Phalaridetum arundinaceae* (Libb., 1931)

Cl: *Phragmitetea*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Magnocaricion elatae*, W. Koch 1926

2.3.2.1. Position physiographique et écologie

Le *Phalaridetum* constitue la frange externe des noues, il ceinture les cariçaies ou glycériaies; il peut occuper des fossés assez longuement asséchés (BOURNERIAS *et al.*, 1978). Les phalaridaies peuvent être régulièrement fauchées.

2.3.2.2. Composition floristique

La richesse spécifique des phalaridaies est plus importante que celle des phragmitaies bien qu'elles traduisent quand même souvent un premier stade d'enfrichement (tableau 29). Le *Phalaris* est dominant, mais est accompagné de nombreuses espèces prairiales hygrophiles et d'hélophytes (*Ranunculus repens*, *Mentha aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Galium palustre*...).

2.3.2.3. Syntaxonomie

Deux variantes ont été distinguées dans la Meuse:

- une variante plus prairiale, à *Poa trivialis*, qui occupe des fossés au sein des parcs ou des prairies de fauche. La présence de *Poa trivialis*, *Symphytum officinalis*, *Rumex crispus* et *Carex disticha* indique le contact topographique avec le GOF hygrophile.

- une variante typique qui correspond à l'atterrissement de la Glycériaie type à laquelle la phalaridaie succède. Selon GEHU (1961) "*Phalaris arundinacea* écarte *Glyceria aquatica* des niveaux supérieurs où cette plante végète cependant fort bien"; il signale un faciès à *Phalaris* au sein du *Scirpo-Phragmitetum* (grande roselière) en marge des étangs et cours d'eau et précise qu' OBERDORFER (1957) en fait une association distincte.

2.3.3 Le *Caricetum gracilis* (Tx., 1937)

Cl: *Phragmitetea*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Magnocaricion elatae*, W. Koch 1926

2.3.3.1. Position physiographique et écologie

Dans la vallée de la Meuse, cette caricaie est assez fréquente en bordure de noues, entre le *GOF* et les groupements plus humides et au sein de petits fossés prairiaux. DUVIGNEAUD (1958) la présente comme une caricaie d'eaux mésotrophes. Malgré une stagnation importante d'eau elle est exondée en été et peut-être régulièrement fauchée. Plus la fauche est régulière plus le nombre d'espèces augmente. A ce propos PAUTOU (1975) signalait que *Carex acuta*, *Iris pseudacorus*, *Myosotis scorpioides* et *Rorippa amphibia* supportent bien la fauche.

2.3.3.2. Composition floristique

Cette association est dominée (tableau 30) par *Carex acuta* qui est accompagné d'hélophytes comme *Alisma plantago-aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Eleocharis palustris*.... Par rapport au *Phalaridetum* les prairiales hygrophiles comme *Ranunculus repens*, *Galium palustre* ne font plus partie du cortège floristique "normal", mais servent de différentielles à une variante plus sèche. Ceci mais en évidence un degré d'humidité plus important.

2.3.3.3. Syntaxonomie

Dans la Meuse on distingue deux variantes:

- une variante de bord de noue, rarement fauchée, assez pauvre en espèces, où les prairiales hygrophiles et la plupart des petits hélophytes sont absents. Cette variante pourrait être considérée comme typique. Elle est ceinturée par le *Phalaridetum*, qui est lui aussi irrégulièrement fauché

- une variante plus régulièrement fauchée ou pâturée, certainement plus sèche, qui possède des prairiales "supportant des hauteurs d'eau élevées" (PAUTOU, 1975), comme *Trifolium repens*, *Ranunculus repens*, *Mentha aquatica*, *Galium palustre*... dans son cortège floristique. Cette variante est souvent en contact avec le *GOF* hygrophile qui lui succède dans le gradient topographique.

On peut remarquer que les relevés 1128 et 1129 montrent bien la différence d'exploitation des deux variantes; en effet la parcelle où ils ont été réalisés a été partiellement fauchée à la fin du mois de Juin 1993, or la zone de relevé 1128 était fauchée car suffisamment sèche, mais pas celle du relevé 1129.

2.3.3.4. Variations chorologiques

Il est intéressant de noter que GEHU (1961) trouvait dans la Sambre les deux mêmes variantes, une variante typique dominée par le *Carex* et une variante fauchée et/ou amendée.

TRIVAUDEY (1989) indique que la fauche régulière limite son évolution vers les mégaphorbiaies à *Filipendula ulmaria*. Mais dans la Meuse, la Reine des prés et autres espèces des mégaphorbiaies ne semblent pas particulièrement prendre de l'importance dans cette association, même dans la variante type.

2.3.5. Le *Caricetum ripariae* (Knapp et Stoff., 1962)

Cl: *Phragmitetea*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Magnocaricion elatae*, W. Koch 1926

Seuls 3 relevés semblent appartenir à cette association, ce petit nombre ne permet pas de conclure sur l'écologie de cette caricaie dans la Meuse (tableau 31). En accord avec différents auteurs (GEHU, 1961; LERICQ, 1965) il semblerait qu'elle soit la plus humide des cariçaies et de ce fait qu'elle ne soit que très rarement fauchée (BOURNERIAS *et al.*, 1978). De plus GEHU indique que *Carex riparia* supporte très mal le fauchage. Dans la Meuse *Urtica dioïca*, *Phalaris arundinacea*, *Calystegia sepium* et un petit nombre d'espèces traduisent bien un début d'enfrichement.

2.3.6. Le *Glycerietum maximae* (Hueck, 1931)

Cl: *Phragmitetea*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Phragmition australis*, W. Koch 1926

2.3.6.1. Position physiographique et écologie

Dans la Meuse la glycériaie se localise en bordure de noues, rivières ou même au sein de fossés dans des prairies pâturées où l'eau stagne. Elle subit généralement un assèchement estival, mais le sol y reste mouilleux. C'est pourquoi elle peut-être fauchée et surtout broutée. La glycérie semble très bien supporter l'impact des dents des bovins. Elle est souvent située entre le *GOF* et l'*Oenanthro-Rorippetum* avec lequel elle a de fortes affinités (BOURNERIAS *et al.*, 1978), mais constitue un stade d'atterrissement plus important. Dans la Meuse le *Caricetum gracilis* et le *Glycerietum maximae* semblent occuper le même niveau topographique, en bordure des fossés et des noues. L'un remplace l'autre selon les endroits; les conditions pédologiques interviennent peut-être dans l'expression de l'un ou l'autre des groupements. Nous ne les avons jamais rencontrés ensemble.

2.3.6.2. Composition floristique

Cette association de "hautes roselières" (tableau 32) est décrite dans de nombreuses plaines alluviales (DIDIER & ROYER, 1989; TRIVAUDEY, 1983; DAUDON, 1993). Comme le fait remarquer GEHU (1961) "seule *Glyceria maxima* caractérise le groupement". Elle est accompagnée de grands héliophytes comme *Rumex hydrolapathum*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus* qui traduisent un niveau d'humidité important. *Urtica dioïca*, espèce nitrophile, indique la stagnation d'une eau eutrophe.

2.3.6.3. Syntaxonomie

Trois variantes ont été distinguées:

- Une variante prairiale à *Poa trivialis* située dans des fossés à l'intérieur de parcs. Ces fossés sont assez longuement exondés et l'épaisseur d'eau qui y stagne n'est pas très importante. Cette variante est différenciée par *Trifolium repens*, *Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*... (qui traduisent aussi un pâturage humide, tout comme *Cirsium arvense*). On peut remarquer que le recouvrement de la Glycérie y est moins important.
- Une variante d'eau stagnante à *Alisma plantago-aquatica*, en bordure de noue, où la disparition des prairiales s'accompagne de l'apparition d'espèces sub-aquatiques comme *Alisma plantago-aquatica* et *Oenanthe aquatica*.
- une variante typique qui semble traduire un début d'enfrichement, avec un couvert plus dense de Glycérie et la disparition de tous les "petits héliophytes ou hygrophytes" (*Oenanthe fistulosa*, *Caltha palustris*, *Mentha aquatica* ...) des variantes précédentes. Le nombre d'espèces de ces derniers relevés diminue beaucoup. Ce faciès se situe en général en bordure de rivières plus ou moins asséchées.

2.3.7. L'*Oenanthe-Rorippetum aquaticae* (Lohm., 1950)

Cl: *Phragmitetea*, Tx. et Prsg. 1942

O: *Phragmitetalia*, W. Koch 1926

All: *Phragmition australis*, W. Koch 1926

2.3.7.1. Position physiographique et écologie

Cette association borde directement les noues ou les points d'eau, entre les groupements à hydrophytes et les roselières.

2.4.7.2 Composition floristique

Elle est constituée d'hélophytes supportant plus difficilement un assèchement que pour les groupements précédents comme *Sium erectum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Rumex hydrolapathum*... Sa composition floristique est proche de celle décrite par OBERDORFER (1977).

2.3.7.3. Syntaxonomie

Dans la Meuse elle se présente sous deux variantes (tableau 33):

- une variante à *Sparganium ramosum*, qui peut-être exondée en été et que l'on peut rencontrer dans des fossés et mares au sein de parcs. C'est au niveau de cette variante, quand elle est pâturée ou quand le couvert est destructuré, que l'on peut trouver une des espèces rares de la Meuse: *Teucrium scordium*.
- une variante à *Glyceria fluitans*, quasiment jamais exondée dans des fossés, mares ou noues d'eau stagnante.

RELATIONS ENTRE LA
VEGETATION ET LES FACTEURS
ABIOTIQUES

3. RELATIONS ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS ABIOTIQUES

3.1. IMPACT DU SOL SUR LA VEGETATION

3.1.1. Caractéristiques générales des sols de la plaine alluviale de la Meuse

3.1.1.1. Profils pédologiques

a) Présentation générale

Les sols alluviaux, localisés dans le lit majeur des rivières sont donc souvent rajeunis par des dépôts de matériaux neufs à l'occasion des crues (KREBS, 1995). Ils se caractérisent par la présence d'une nappe phréatique circulante, et dont le niveau varie au cours de la saison (DUCHAUFOR, 1988). Dans la Meuse, la texture des sols est de type argilo-limoneuse, avec en moyenne 615,7 g/kg d'argile, 340,7 g/kg de limon et 43,6 g/kg de sable.

b) Profils types des stations prélevées

Deux principaux types de profils de sols ont été rencontrés dans la zone échantillonnée. Ils traduisent des conditions d'aérobic différentes, liées aux battements plus ou moins amples de la nappe.

(a) le sol brun alluvial aéré (avec peu ou sans traces de réduction) sur les berges ou dans les zones surélevées de la plaine alluviale (figure 17); il correspond aux stations qui relèvent du *CFP* et plus rarement du *SOMI*.

Ce sol résulte d'une bonne oxygénation des couches superficielles. Il est caractérisé par:

- une couche organique peu décomposée (A0) peu développée voire absente
- un horizon (A1) humifère grumeleux actif bien développé, de texture limono-argileuse.
- un horizon (B) argilo-limoneux brun.
- un horizon de pseudogley (Bg) gris peu ou pas développé selon les degrés d'hydromorphie du sol. Cet horizon est inexistant lorsque le lit caillouteux calcaire est proche de la surface (50cm).
- un lit caillouteux, avec des granules calcaires de plus en plus nombreux et gros insérés dans une matrice limoneuse et/ou limono-sableuse.

(b) le sol alluvial à gley minéral (DUCHAUFOR, 1970), caractérisé par l'apparition à partir d'une certaine profondeur (variable) de taches d'hydromorphie de couleur rouille (figure 18); il correspond aux stations relevant du *SOM2/3* et du *GOF1/2*.

Ce sol traduit des conditions biens aérées, mais jamais sèches. il est caractérisé par:

- un horizon (A1) humifère plus ou moins développé, de texture limono-argileuse dans la vallée de la Meuse, avec présence exceptionnelle de sable.
- un horizon intermédiaire (G0) caractérisé par la précipitation d'oxydes ferriques sous forme de taches ou de petites concrétions rouille sur fond gris. Cet horizon correspond à la zone d'oscillation de la nappe. De texture limono-argileuse, cet horizon est plus ou moins développé selon l'importance des battements de la nappe.
- un horizon de gley (Gr), où dominent les phénomènes de réduction. Il coïncide avec le niveau le plus bas de la nappe. La teinte est uniforme gris-verdâtre par accumulation de fer ferreux avec parfois quelques concrétions rouille; cet horizon est plus ou moins proche de la surface suivant les durées de stagnation de l'eau de la nappe. Sa texture est limono-argileuse avec apparition de granules calcaires d'environ 1cm.
- un lit caillouteux, avec des granules calcaires de plus en plus nombreux et gros insérés dans une matrice limoneuse.

Toutes les transitions entre ces deux grands types de sols sont observables; elles sont caractérisées par des taches rouille d'hydromorphie qui apparaissent à une profondeur variable (de 50 cm à 1m), une teinte générale du profil grise ou beige clair qui indique une réduction partielle (coexistence du fer ferreux et ferrique).

(c) On peut observer en outre, à la faveur de conditions particulières (mégaphorbiaie à Reine des prés, Phalaridaie et bord direct de noue avec affleurement quasi-permanent de la nappe), un profil de sol semi-tourbeux qui traduit des conditions qui sont plus longuement saturantes en eau (figure 19).

Ce sol se rapproche du Gley humique à hydromull et anmoor; la nappe est subpermanente, l'humus nettement hydromorphe évolue vers une forme semi-tourbeuse (anmoor). Ce sol est caractérisé par:

- un horizon (A1) humifère grumeleux actif peu ou pas développé.
- un horizon (A'1) humifère particulaire peu actif (semi-tourbeux).
- un horizon intermédiaire (G0) caractérisé par des taches ou de petites concrétions rouille sur fond gris de texture limono-argileuse dans la Meuse.
- un horizon de gley (Gr) de teinte uniforme gris-verdâtre par accumulation de fer ferreux avec des concrétions rouille.

Le lit caillouteux présent dans les autres profils à moins de 1 m ne se rencontre jamais dans ce type de profil au dessus des 1 m.

3.1.1.2. Caractéristiques physico-chimiques

Avant d'analyser les résultats obtenus, il faut garder en mémoire que l'analyse chimique des sols fortement humifères (taux de M.O. supérieur à 5,5%) est assez difficile à réaliser (LAMBERT *et al.*, sans date), car la teneur en éléments minéraux varie fortement d'un endroit à l'autre et les acides humiques rendent délicate la lecture des valeurs au spectrophotomètre d'absorption atomique et au colorimètre. C'est pourquoi les données obtenues sont plutôt indicatives.

Les normes utilisées afin d'évaluer les caractéristiques des sols de la Meuse correspondent à celles utilisées au Laboratoire d'Ecologie des Prairies de Michamps pour la Gaume, dont les caractéristiques pédo-climatiques se rapprochent le plus de celles de la Meuse (annexe 5). Le tableau 34 donne les valeurs moyennes obtenus dans les sols de la Meuse, les données totales et écarts types étant présentés en annexe 6.

le pH:

Le pH(H₂O) des sols des prairies de la Meuse varie de 6,1 à 7,9 avec une moyenne de 7,2. Il est donc neutre, mais fluctue selon les zones échantillonnées d'une légère acidité à une plus nette alcalinité. La différence entre les deux pH (H₂O et KCl) varie entre 0,3 et 0,8, ce qui indique des pouvoirs tampons très hétérogènes d'une station à l'autre. Les échelles de pH utilisées sont présentées en annexe 7 (COLLECTIF, sans date).

C oxydable en %

La teneur moyenne en C oxydable du sol est de 11,6%; cependant elle varie énormément de 6 à 47,3 (écart type de 9) selon les milieux et les endroits.

En multipliant le % de C par 1,72 on obtient la teneur moyenne de Matière Organique du sol qui est de 19,9 (10,3-81,3). Selon GODFROID et LEONARD (1990) quand cette valeur est supérieure à 6% la teneur en matière organique (M.O.) du sol est très bonne.

Le taux de matière organique du sol joue des rôles fondamentaux dans le sol, en améliorant les propriétés physiques (granulation des sols lourds et stabilisation de la structure) et physico-chimiques (augmentation de la Capacité d'Echange Cationique par les colloïdes) du sol, l'alimentation des plantes et en stimulant l'activité biologique.

N total en %

La teneur moyenne en N total du sol est de 0,77%. Comme pour le C oxydable, elle varie beaucoup d'un endroit échantillonné à l'autre (de 0,4 à 1). Les réserves susceptibles de procurer une partie de l'alimentation azotée de la plante se trouvent à l'état organique sous forme d'humus qui contient environ 5% d'azote. Sous nos climats tempérés, 1 à 2% des réserves d'azote organique du sol passent chaque année à l'état nitrique disponible pour la

plante (GODFROID et LEONARD, 1990). Cette "minéralisation" se produit surtout d'Avril à Octobre lorsque la température est suffisamment élevée (POWLSON, 1993). La minéralisation de la matière organique libère en moyenne 40 à 80 Kg d'azote par hectare et par an (BUSH, 1983).

Rapport C/N:

Pour une bonne activité organique le C/N doit se rapprocher de 10. La valeur moyenne du C/N des sols prélevés est de 15,5 ce qui indique un excès en C dans le sol par rapport au N, donc une faible vitesse de minéralisation qui peut caractériser des sols longuement saturés en eau. Cependant ce rapport varie beaucoup (écart type de 9,3) et peut prendre des valeurs situées entre 7,9 et 48,3 selon les zones et les groupements échantillonnées.

Eléments majeurs:

K: le potassium a un impact positif sur les rendements des prairies par son interaction positive avec l'azote. Cependant les quantités de potassium dissoutes et échangeables dans le sol sont faibles par rapport aux grands besoins des végétaux (DENUDT, 1975). Dans la zone échantillonnée, la teneur moyenne en potassium du sol est de 14mg/100g (7,1-20) avec un écart-type de 3,5. Selon les normes appliquées à Michamps pour les prairies de la Gaume (dont les caractéristiques pédologiques se rapprochent le plus des prairies meusiennes), cette valeur est considérée comme faible à très faible. Ceci indique donc une carence relative en potassium dans le sol.

P: seule une faible part du phosphore dans le sol participe à la nutrition de la plante (selon GACHON, 1972, 5 à 15%); ce faible pourcentage s'explique par la faible mobilité de l'ion PO_4 dans le sol. La minéralisation de l'humus du sol permet tout de même la solubilisation de certaines formes insolubles (MULDER *et al.*, 1969). La teneur moyenne en phosphore du sol est de 5,8mg/100g avec des valeurs extrêmes très différentes (1,5-12,9), les valeurs les plus faibles (moy. de 2,3 par rapport à 10,3) ayant été observées après le retour du canal dans son lit. Ces différences avant et après la remise en eau du canal peuvent s'expliquer par:

- le lessivage possible des fractions solubles ou échangeables (liées aux argiles du sol) du P_2O_5 suite à la remise en eau du canal qui a induit un retour brutal de l'eau de la nappe dans le sol.

- la minéralisation de la matière organique qui a pu augmenter en période d'aérobie (absence de nappe dans le sol quand le canal était vidé) et la mobilisation de la fraction moins soluble du P.

En moyenne les teneurs en P dans le sol sont bonnes à très bonnes (>12) mais en-dessous de 3 elles deviennent très faibles (normes Michamps). Dans certains cas, on peut donc observer une carence en phosphore dans le sol.

Mg: la teneur en magnésium du sol est en moyenne de 22,1 mg/100g (7,2-36,3) avec des fluctuations importantes. Cette valeur indique un bon approvisionnement en Mg dans le sol sauf pour une station (18) qui semble présenter une carence (7,2).

Na: le sodium possède une teneur moyenne de 6,1mg/100g dans les prairies meusiennes.

Ca: le calcium possède une teneur moyenne de 3055mg/100g de terre, qui est normalement élevée pour des prairies sur sous-sol calcaire.

3.1.2. Variations des paramètres mesurés en fonction de la profondeur de prélèvement

La comparaison des pH (tableau 35) mesurés sur un même profil en surface (7a) et en profondeur (7b) indique une augmentation du pH qui passe de 6,9 à 7,3. Les dépôts plus récents du fleuve ont un pH plus faible que les niveaux profonds plus anciens ayant des valeurs similaires à celles de la matrice du gravier (SANCHEZ PEREZ, 1992).

Les valeurs de Carbone oxydable, Azote total, Phosphore, Magnesium, Calcium diminuent en passant de l'horizon de surface à l'horizon suivant, ceci résultant d'un appauvrissement progressif en éléments nutritifs dans les horizons plus profonds. Le seul facteur qui connaît une augmentation est le Potassium; peut-être est il plus abondant suite à la présence plus importante d'argile qui retient bien le K^+ .

3.1.3. Influence des pratiques agricoles et du type de végétation sur les teneurs des différents éléments du sol

3.1.3.1. Influence de la pression de fauche sur la teneur en M.O. du sol

Le taux de C oxydable au niveau de la phalaridaie (annexe 6) est très important (47,3%) par rapport aux zones basses (entre 7,1 et 10); ce phénomène résulte de la présence d'horizons A1 et A1' (cf profil du Gley humique) d'épaisseur importante (15-20cm). Le taux de matière organique est élevé (81%) résultant d'une accumulation de matériel végétal (*Phalaris arundinacea*) peu ou mal dégradé suite à des fauches qui ne sont que sporadiques et une humidité importante du sol (COLLECTIF, 1976). Le rapport C/N y est très important (48,3). MAGNANON (1991) signale dans la Loire l'existence d'un groupe de sols caractérisés par une

grande richesse en matière organique (jusqu'à 74%), issue des rhizomes de roseau peu décomposés. BILLIARD (1979) observe de la même façon une augmentation de la matière organique dans les mouillères et cariçaies où la pression de fauche est faible. Une petite augmentation s'observe aussi au niveau du CFP3 de l'ACNAT (% de Cox de 12,2), dans une zone qui avait été abandonnée pendant au moins deux ans et où le couvert d'*Arrhenatherum* était densifié, ce qui a permis l'accumulation de matière organique pendant l'automne et l'hiver; elle ne connaît cependant pas la même ampleur grâce à une stagnation moins importante d'eau.

3.1.3.2. Influence des apports d'engrais sur la teneur en éléments minéraux du sol

L'étude des sols de parcelles voisines (2, 18, 16, 17), relevant du *GOF1* et subissant des pratiques agricoles différentes permet de mettre en évidence l'impact des fertilisations sur les teneurs en éléments minéraux du sol (figure 20a). Curieusement les teneurs en N et K^+ diminuent de manière proportionnelle à l'intensité de la fertilisation. Ce phénomène trouve peut-être une explication dans l'épuisement des sols suite à des coupes répétées, qui induisent l'exportation des éléments minéraux (OOMES, 1991; BUTTLER, 1992a; OOMES & VAN DER WERF, *in press*). Ceci s'avère d'autant plus vrai que la fertilisation favorise l'augmentation des concentrations en éléments minéraux dans les plantes (cf, chapitre productivité, TOUSSAINT & LAMBERT, 1992). Les apports sont certainement tout juste suffisants pour compenser les exportations par les foins récoltés (ELBERSE *et al.*, 1983), d'autant plus que ces zones basses ne sont habituellement fauchées qu'une fois par an avec un pâturage en regain possible par la suite. De plus, concernant le K^+ , selon TOUSSAINT et COLLIGNON (1994), il est quasiment impossible de restituer toutes les unités exportées par la récolte du fourrage. Ce phénomène est vérifié dans le cas de la parcelle 16, où les apports en K^+ ne sont que de 45U. Concernant les parcelles 17 et 18 c'est certainement le nombre de coupe plus élevé (3 au lieu de 2) qui favorise une exportation plus importante d'éléments minéraux par la fauche et un épuisement plus rapide des sols. De surcroît, la parcelle 16 subit un pâturage du regain qui peut permettre des apports supplémentaires en éléments nutritifs. Les sols semblent donc bien carencés en N et K^+ . Il est surprenant de noter un appauvrissement plus important en K^+ au niveau de la parcelle 18 par rapport à la parcelle 17, alors que les apports en potassium y sont légèrement plus importants (10U); c'est peut-être l'ancienneté des pratiques agricoles ou leur régularité qui induisent ce phénomène. En effet, les sols possèdent une mémoire chimique importante qui peut interférer avec les pratiques agricoles actuelles (PEETERS & LAMBERT, 1989; HASSINK, 1992; LAMBERT *et al.*, sans date).

Parallèlement à la diminution de la teneur en N dans les sols, le rapport C/N augmente.

Les teneurs en Magnésium et Sodium dans le sol ont aussi tendance à diminuer suite aux fertilisations; ce phénomène résulte peut-être de la disparition, suite aux fertilisations, de certaines espèces méso-oligotrophes souvent considérées (à tort?) comme de mauvaises fourragères. En effet, elles peuvent enrichir les fourrages en certains éléments (DENUDT, 1975).

Pour le *SOM3* (figure 20b), comme pour le *GOF1*, les teneurs en N et K dans les sols diminuent avec l'utilisation des engrais. Ceci indique une exportation plus importante de matière végétale suite à des coupes plus fréquentes. Les conclusions sont vraisemblablement les mêmes que pour le *GOF1*.

3.1.4. Conclusions

Le type de végétation et surtout sa fauche plus ou moins régulière influencent la teneur en Carbone oxydable dans le sol. Si le matériel végétal n'est pas régulièrement exporté chaque année, le taux d'humus dans le sol augmente nettement.

La fertilisation si elle n'est pas bien gérée, peut mener à:

- un déséquilibre du rapport C/N dans le sol suite à une diminution de la teneur en azote.
- une carence en potassium d'autant plus que les sols meusiens possèdent déjà des teneurs très faibles en cet élément.

Ces analyses de sols, réalisées sur des parcelles gérées de manières différentes, mettent en évidence les dangers d'une surexploitation au niveau de l'appauvrissement du sol en éléments nutritifs indispensables à la plante, et la nécessité d'une fertilisation raisonnée.

3.2. IMPACT DES FACTEURS HYDROLOGIQUES SUR LA VEGETATION

3.2.1. Impact des durées d'inondation

Les groupements végétaux se structurent bien le long du gradient de durées d'inondations (figure 21). Le *CFP* n'est que très exceptionnellement et ponctuellement inondé (Février 1995) alors que le *GOF* peut encore être sous eau au début du printemps (Mai 1994). En effet, même lors des crues exceptionnelles de Janvier et Février 1995, la sous-association la plus sèche du *CFP* (*CFP1*) n'a été sous eau que 15 jours et sous 10 cm d'eau au maximum, alors que le *GOF* a passé plus de 4 mois immergé et connaît, au moins pour le *GOF3*, des remontées de nappe fréquentes en été après une forte pluie d'orage.

Les quatre années de suivi se différencient bien quant à l'ampleur, la durée et la fréquence des inondations (figure 21). En effet, les inondations n'ont été que très ponctuelles en 1992/93 alors qu'elles ont connu une ampleur et une durée exceptionnelles en 1994/95, l'année 1993/94 marquant une transition entre les deux. Aux printemps 1994 et 1995 le même

phénomène d'inondations tardives a été observé. Il n'y a pas eu du tout d'inondation au courant de l'hiver 1995/96.

3.2.2. Impact du niveau de la nappe

Un réseau de piézomètres a été mis en place en 1994 sur les prairies de Mouzay et Luzy-Cesse. Les piézomètres ont été installés par rapport au type de végétation et à la présence d'une nappe alluviale au printemps (Avril 1994) à moins de 80 cm de profondeur. En effet, pour les groupements secs (*Colchico-Festucetum pratensis* et *Senecioni-Oenanthetum mediae colchicetosum*), la nappe se situe à plus de 80cm de profondeur dès le printemps.

Les groupements végétaux se succèdent le long d'un gradient de profondeur de la nappe alluviale. La figure 22 montre bien que les battements de la nappe sont en corrélation avec les différents groupements végétaux.

Le toit de la nappe au niveau du *CFP* se situe toujours en dessous des 1m en été. Le *GOF* et le *SOM* se différencient bien au niveau de l'affleurement extrême du toit de la nappe pendant la période étudiée (à quelques cm sous le niveau du sol pour le *GOF* contre plus de 20 cm pour le *SOM*). Les sous-associations des différents groupements végétaux semblent plutôt se distinguer par le niveau extrême de descente de la nappe en été. Les différences floristiques observées sur le terrain peuvent donc traduire l'influence du niveau de la nappe et la tolérance plus ou moins importante de la végétation vis à vis d'une asphyxie de durée variable de leur système racinaire (PAUTOU, 1975).

3.2.3. Impact différencié des deux facteurs hydrologiques sur la végétation

Les espèces des prairies alluviales sont donc soumises à la double influence des inondations et du niveau de la nappe (VAN DIGGELEN & GROOTJANS, 1991; PRACH, 1992; AUBLE *et al.*, 1994). Ces facteurs hydrologiques déterminent la richesse et la diversité floristiques des zones alluviales (VAN DER VALK & DAVIS, 1981; BOUTIN & KEDDY, 1993). C'est la tolérance ou la sensibilité d'une ou plusieurs espèces vis à vis de ces deux facteurs qui déterminent leur composition floristique.

Les tableaux 36 a à c réalisés à partir des groupements végétaux de la Meuse mettent en évidence la relation entre leur composition floristique et les deux facteurs qui déterminent le niveau d'humidité du sol. On peut ainsi définir des groupes d'espèces (DELPECH, 1989a et 1982) qui traduisent finement les conditions hydriques des différents groupements végétaux; elles forment des groupes fonctionnels, qui réagissent de la même manière aux variations des conditions d'humidité du milieu (KELLY, 1996; SHAO *et al.*, 1996). Certaines espèces sont plus tolérantes aux inondations et d'autres à la saturation des sols en eau, leurs réponses dépendant des caractéristiques physiologiques de la plante (TINER, 1993).

Les inondations constituent un premier facteur très sélectif, vis à vis d'une végétation adaptée à des périodes de submersions plus ou moins longues (TINER, 1991). Ce facteur n'intervenant habituellement qu'en hiver lors du repos de végétation, il influence surtout la composition floristique "globale" des groupements végétaux. C'est au niveau des groupements extrêmes (*CFP* et *GOF*) que ce facteur doit-être le plus sélectif mais son action au niveau de la flore n'est pas facile à distinguer de celle de la nappe. C'est certainement plutôt la rareté des inondations que la quasi-absence de nappe alluviale qui favorise l'expression de nombreuses espèces méso-xérophiles à xérophiles (*Salvia pratensis*, *Veronica teucrium*, *Onobrychis viciifolia*, *Bromus erectus*, *Sanguisorba minor*...) au niveau du *CFP* (tableau 36a).

Les battements de la nappe ont un impact plus "fin" sur la flore en sélectionnant les espèces sur toute la période de végétation (du printemps à l'automne) par rapport à sa tolérance vis à vis des stress hydrique ou anoxique.

En effet, la tolérance variable de la végétation vis à vis d'une asphyxie plus ou moins longue de leur système racinaire (PAUTOU, 1975; ARMSTRONG, 1979) est un facteur particulièrement sélectif vis à vis de la végétation. Les conditions d'anaérobiose prolongées sont restrictives vis à vis de la végétation (TINER, 1993; ENGELAAR *et al.*, 1995) et les espèces des plaines alluviales sont plus ou moins adaptées à des sols saturés en eau grâce à la présence d'aérenchyme dans leurs racines (JUSTIN & ARMSTRONG; 1987, LAAN *et al.* 1989a). C'est certainement le cas des héliophytes caractéristiques du *GOF* et absents au niveau du *SOM* comme *Glyceria maxima* et *fluitans*, *Equisetum fluviatile*, *Rumex hydrolapathum* (tableau 36c).

Le niveau le plus bas de la nappe peut aussi déterminer la présence ou l'absence des espèces qui sont tolérantes vis à vis d'une sécheresse plus ou moins prolongée. DENNY (1993) signalent qu'un stress de quelques jours peut déterminer la disparition de certaines espèces. Ainsi, par exemple, les différentielles du *SOM* vis à vis du *CFP* (*Galium palustre*, *Phalaris arundinacea*, *Achillea ptarmica*) ne se maintiennent que lorsque la nappe reste suffisamment proche de la surface (tableau 36b), par rapport aux exigences de chaque plante. Au contraire, *Crepis biennis*, *Galium verum*, *Festuca rubra*, *Ranunculus acris* sont absentes des cortèges floristiques du *GOF* suite à la présence d'une nappe trop longtemps proche de la surface (tableau 36b). D'ailleurs, selon BLOM *et al.* (1994), des espèces mésophiles *Arrhenatherum elatius*, *Daucus carota*, *Plantago media* et *Rumex acetosa* survivent difficilement à la submersion prolongée de leurs racines. La disparition des espèces mésophiles et méso-xérophiles résulterait, selon ROGERS et DAVIES (1973), qui citent l'exemple de *Dactylis glomerata*, d'une mauvaise régulation de l'entrée du Calcium dans les racines, qui détermine l'éclatement de leurs cellules.

3.3. TRADUCTION DE LA DOUBLE INFLUENCE DE LA NAPPE ET DES INONDATIONS AU NIVEAU DE LA STRUCTURATION DES GROUPEMENTS VEGETAUX

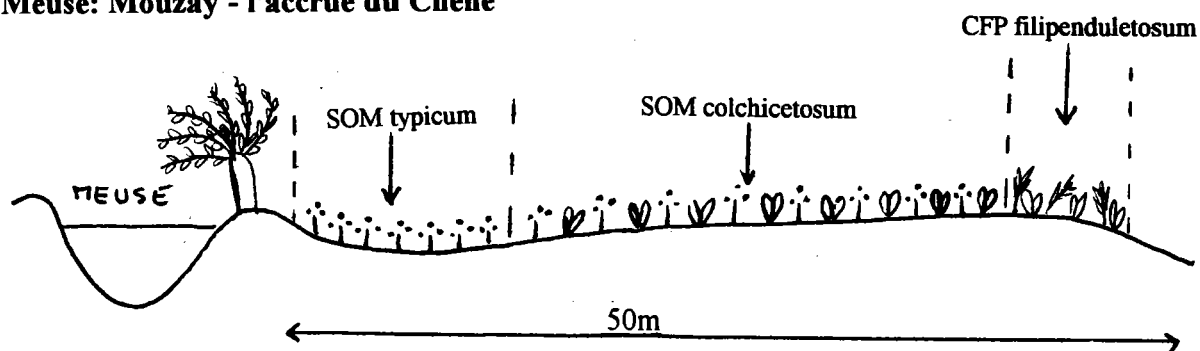
3.3.1. Présentation de toposéquences

Les groupements végétaux se succèdent le long d'un gradient topographique qui permet des durées d'inondations différentes et qui détermine des fluctuations de la nappe à des profondeurs différentes par rapport à la surface. Les toposéquences suivantes illustrent la succession des groupements dans le paysage alluvial.

3.3.1.1. "Accrûe du Chêne"

Le long de la Meuse, sur les berges surélevées par les alluvionnements annuels, on trouve une rangée de Saules; en contrebas, dans la zone où l'eau stagne le plus longtemps, se développe le *SOM typicum*. Puis on arrive insensiblement au niveau supérieur du CFP en passant par le *SOM colchicetosum*. Le CFP *filipenduletosum*, qui est facilement repérable au moment de la floraison de *Sanguisorba minor*, occupe une "micro-bosse", qui favorise l'écoulement rapide de l'eau après les inondations.

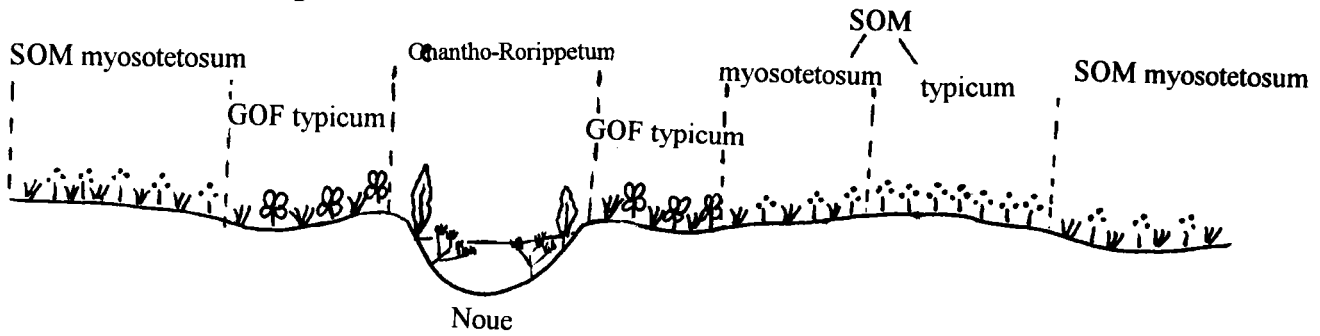
Meuse: Mouzay - l'accrûe du Chêne



3.3.1.2. "Le pré marais"

Les berges d'une noue toujours en eau sont colonisées par l'*Oenanthro-Rorippetum aquaticae*, qui est un groupement sub-aquatique; sur les zones en contrebas des berges, le *GOF typicum* assure la transition rapide avec le *SOM myosotetosum*. Le *SOM typicum* se développe sur une micro-butte, il est en contact topographique avec le *SOM myosotetosum* sur les deux côtés.

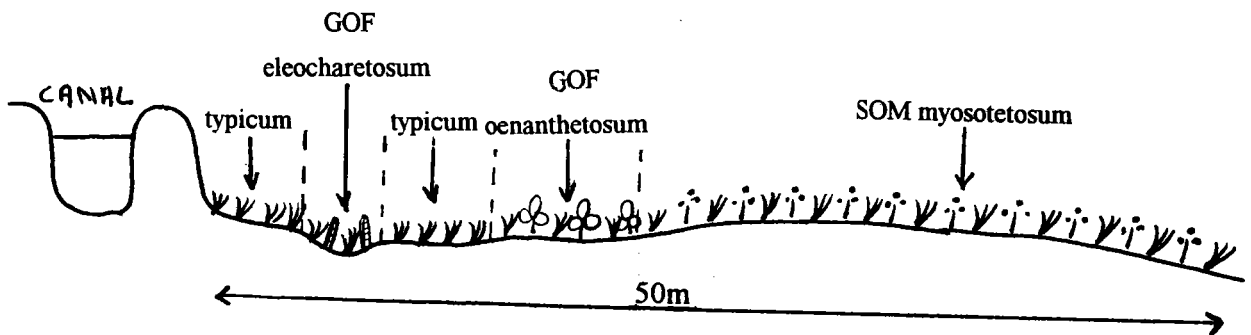
Meuse: Mouzay- Le pré marais



3.3.1.3. "La Capucine"

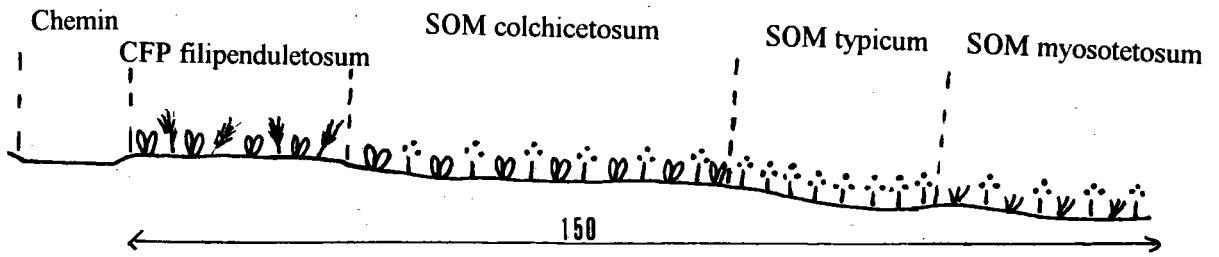
Le transect a été matérialisé sur la photographie de la page voisine. On y note une tache plus foncée caractérisant le *GOF eleocharetosum palustris*. C'est *Equisetum fluviatile* qui donne une couleur vert foncé au groupement, quand il est abondant, c'est à dire souvent après des inondations tardives (printemps 1994 et 1995). Cette sous-association est localisée dans les zones les plus basses de la prairie. Le *GOF typicum* assure la transition avec le niveau suivant, le *GOF oenanthetosum mediae*, où l'on trouve davantage de prairiales, transgressives du niveau supérieur, le *SOM myosotetosum*.

Meuse: Mouzay - la Capucine



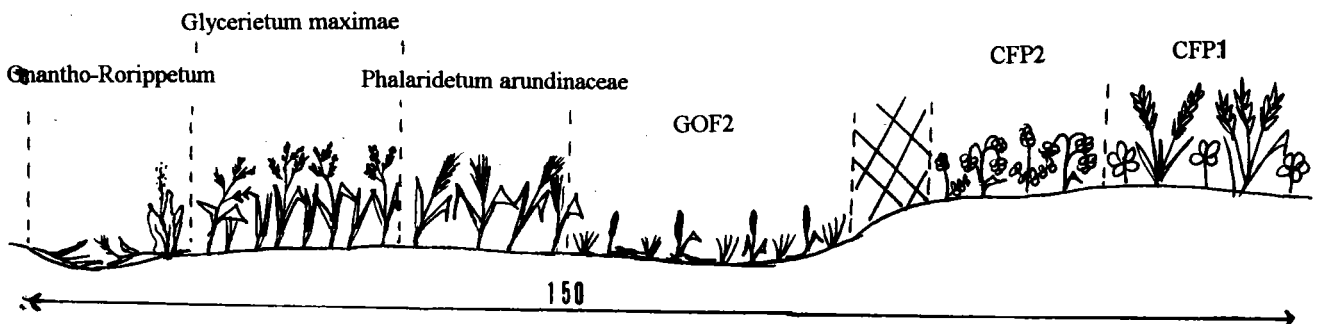
3.3.1.4. "Le Sep"

En bordure de chemin, on rencontre le *CFP filipenduletosum*, localisé sur les cailloutis calcaires d'une ancienne terrasse; insensiblement on passe au *SOM colchicetosum*, qui lui même assure la transition avec le *SOM typicum*. En progressant encore dans la prairie dans une zone plus basse et plus fréquemment inondée, car sur le trajet d'un ancien chenal, l'on rencontre le *SOM myosotetosum*.



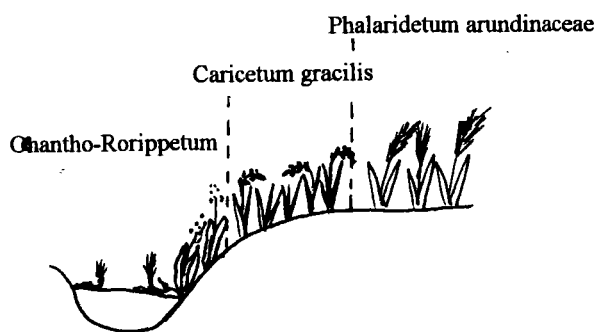
3.3.1.5. Charny-Sur-Meuse

L'*Oenanthro-Rorippetum aquaticae* à *Glyceria fluitans*, situé dans une petite mare, quasiment toujours en eau, au sein d'un parc, succède le *Glycerietum maximae* suivi par le *Phalaridetum arundinaceae* et le GOF2 tous deux situés dans les zones plus sèches qui peuvent être fauchées; après une transition floristique brutale, on rencontre le *Colchico-Festucetum typicum* et *brometosum erecti*. Dans cette zone, de nombreuses terres, qui relevaient vraisemblablement du CFP, sont retournées.



3.3.1.6. Bras-Sur-Meuse

Le bord d'un ruisseau est occupé par l'*Oenanthro-Rorippetum aquaticae* var. à *Sparganium ramosum*, auquel succède, sur des berges assez abruptes, le *Caricetum gracilis* puis, lorsque la pente de la berge devient plus douce on rencontre le *Phalaridetum arundinacea*. Le premier groupement a "les pieds dans l'eau" quasiment toute l'année (en année normale), le second est sous l'influence des fluctuations du niveau d'eau du ruisseau et le sol y est imbibé d'eau, le dernier est nettement plus sec et peut éventuellement être fauché en année sèche.



3.3.1.7. Conclusions

Ces diverses toposéquences montrent bien la zonation des associations le long d'un gradient topographique. Celui-ci influence les durées d'inondations et les battements de la nappe au niveau des différents groupements. Ainsi on passe bien du *Oenanthro-Rorippetum aquaticae* situé au niveau le plus bas de plaine alluviale, au *Colchico-Festucetum pratensis*, qui correspond au niveau le plus haut de la plaine, par des variations de topographie.

Il faut cependant préciser que, pour mettre en évidence la relation entre le passage d'un groupement à un autre et la variation de topographie, le relief a été bien exagéré sur les dessins. En fait, au niveau du terrain, la variation de topographie est imperceptible; d'ailleurs DUVIGNEAUD (1986) parle de "micro-relief". Souvent c'est plus grâce à la variation de la flore, à la stagnation de l'eau, ou même à la date de fauche que l'on se rend compte des variations topographiques.

3.3.2. Cartographie de la végétation sur les zones de Mouzay et Luzy St Martin

Une cartographie de la végétation a été réalisée au 1/5000 au courant du printemps et de l'été 1994 sur deux grandes prairies-tests dans la vallée de la Meuse (MOUZAY et LUZY) grâce à une clef de cartographie établie à partir du tableau synthétique des groupements végétaux (annexe 8). Ces deux zones ont été choisies par rapport à leur intérêt écologique (présence de la Gratiolle et du Râle de genêts), au grand nombre de parcelles bénéficiant de contrats "article 19", à la structuration différente des groupements végétaux ainsi qu'aux modes d'exploitation visiblement différents.

Les cartographies réalisées au 1/5000 et réduites au 1/10 000 (figures 23a et b) révèlent bien les différences entre les deux zones.

Sur la zone de Mouzay, ce sont les groupements mésophiles (surtout *SOMI et 2*) qui s'expriment le plus, le *GOF* étant relégué dans des zones basses, ponctuelles, qui constituent des noues et des fossés. Le *CFP* est souvent localisé en frange des parcelles cultivées, ce qui indique bien le retournement préférentiel des zones "hautes" par les agriculteurs. Peu de

parcelles sont pâturées toute l'année (*HLP* peu présent), ceci s'expliquant par l'éloignement de la prairie par rapport aux villages. Les fossés de drainage, groupements bas (*GOF*) et les noues entrent en communication et forment un réseau lors des inondations. Celui-ci permet le ressuyage plus rapide des prairies lors de la décrue.

Sur la zone de Luzy, les groupements hygrophiles (*SOM3* et *GOF1*) s'expriment sur de plus vastes surfaces, le *CFP* n'est pas du tout présent et le *SOM1* ne connaît qu'un développement très limité en bordure de Meuse. Les groupements relevant du *HLP* sont nombreux, ceci constituant l'aboutissement logique de la multiplication des parcs sur cette zone, phénomène absent à Mouzay où seul le pâturage du regain est usuel. Une seule parcelle est retournée, conséquence logique de l'expression des groupements "bas" sur cette zone, traduisant des inondations plus fréquentes et plus longues. Les fossés d'évacuation des eaux de crue sont peu nombreux, ce qui oblige leur stagnation sur la prairie.

L'uniformisation des groupements et l'expression des unités hygrophiles (*SOM3* et *GOF1*) sur la plaine de Luzy semblent indiquer un aplanissement de la prairie alluviale sur cette zone par rapport à Mouzay. En effet, sur cette dernière les groupements se succèdent plus régulièrement le long du gradient topographique. De plus, le faible développement des fossés de décrue sur Luzy par rapport à Mouzay peut faciliter, par le maintien d'inondations plus longues dans la prairie, l'expression des groupements hygrophiles.

3.4. LES GROUPEMENTS VEGETAUX PRAIRIAUX BIOINDICATEURS DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DIFFERENCIE DE DEUX SECTEURS ALLUVIAUX DE LA MEUSE

Cette partie fait l'objet d'un article soumis pour publication à *Journal of Vegetation Science* (GREVILLIOT *et al.*, soumis).

3.4.1. Introduction

Les relations entre la dynamique de la végétation et les fluctuations hydriques dans les zones humides sont souvent mal connues, d'autant plus que, comme le souligne DENNY (1993), les influences sur la végétation des zones inondées sont nombreuses (géomorphologie, hydrologie, chimie, microclimat). De ce fait, de nombreux auteurs insistent sur les erreurs qui ont été commises dans la gestion de l'eau lors des essais de restauration de ces zones (HENRY & AMOROS, 1995a; VAN DIGGELEN *et al.*, 1991 et 1995). Ainsi, le niveau d'humidité du sol dépend de nombreux facteurs tels, la nature des alluvions et sa granulométrie (AMOROS *et al.*, 1988), la présence d'une nappe alluviale et son fonctionnement: distance par rapport à la rivière et type de relation avec la rivière (AMOROS *et al.*, 1988; BRINSON, 1993; HENRY & AMOROS, 1995b), les fréquences, durées et niveaux des inondations (BOURNERIAS *et al.*,

1978; ADMIRAAL *et al.*, 1993; AUBLE *et al.*, 1994), les variations de la microtopographie du sol (HENRY *et al.*, 1994; GREVILLIOT & MULLER, 1995b), la régulation du niveau de la rivière (HENRY & AMOROS, 1995b), etc.

Les relations entre la végétation et les fluctuations du niveau d'eau ont été étudiées dans de nombreuses plaines alluviales de France (CARBIENER, 1969; PAUTOU, 1975; MAGNANON, 1991) et d'autres pays comme, l'Allemagne (DIERSSEN 1989), les Etats-Unis (BERNARD *et al.*, 1990; TINER, 1993), l'Angleterre (DENNY, 1993), et les Pays-Bas (BARENDREGT *et al.*, 1986).

La végétation de ces zones inondables est structurée en fonction du gradient hydrique déterminé essentiellement par les variations de la topographie du lit majeur (DUVIGNEAUD 1986, FRILEUX *et al.* 1989; PRACH, 1992). Toutefois dans cette relation interviennent deux éléments (CARBIENER 1969, PAUTOU 1975, EVERTS *et al.*, 1989):

- la durée des inondations hivernales, résultant de l'affleurement de la nappe phréatique ou du débordement de la rivière.
- le niveau du toit de la nappe au cours de la période de végétation.

Ce sont ces deux paramètres qui vont déterminer le "niveau hydrique" et induire un type de végétation. Une comparaison de deux sous-bassins (selon la définition de AMOROS & PETTS, 1993) au fonctionnement hydrologique différent, déterminé par un substrat géologique différent, a été réalisée dans la plaine alluviale de la Meuse afin d'étudier leurs interférences et la prépondérance éventuelle d'un facteur au niveau du déterminisme de la végétation:

- dans le premier, le cours de la Meuse s'inscrit sur un socle calcaire perméable dans lequel la nappe alluviale peut circuler et y présente de fortes fluctuations.
- dans le deuxième, la rivière passe sur un substrat argileux imperméable; la nappe alluviale y est confinée dans les alluvions récentes et ses fluctuations sont faibles.

3.4.2. Précisions sur l'hydrogéologie et l'hydrologie de la zone d'étude

Le cours de la Meuse lorraine s'inscrit essentiellement sur les calcaires de l'Oxfordien, sauf au niveau de Mouzay-Stenay où il traverse les argiles de la Woèvre (figure 24). Le lit majeur est occupé par des alluvions limono-argileuses anciennes et récentes.

Les formations lithologiques et leurs capacités aquifères déterminent les possibilités de l'écoulement souterrain (MENTRE-HILDEBRAND, 1986). Dans la zone étudiée trois types de formations apparaissent:

- très perméables: les alluvions, où se situe la nappe alluviale superficielle, sont constitués de 0,2 à 1 m de limons qui recouvrent 3 à 4 m de matériel calcaire à granulométrie grossière enrobée dans une matrice sablo-limoneuse où peuvent s'intercaler des lits argileux.

- perméables: les calcaires fissurés ou karstifiés de l'Oxfordien moyen et supérieur constituent le réservoir souterrain du bassin de la Meuse jusqu'à l'amont de Mouzay et en aval

de Stenay; ce réservoir est en liaison hydraulique avec les alluvions de la Meuse et forme une sous-nappe alluviale.

- imperméables: les marnes et argiles de la base de l'Oxfordien, qui correspondent aux argiles de la Woëvre.

Malgré l'absence d'affluents notables, la Meuse possède un débit non négligeable ($50\text{m}^3/\text{s}$ en moyenne sur l'année à Stenay) qui s'accroît vers l'aval (HARMAND, 1992). Cette particularité est due à un système aquifère complexe constitué par un réservoir souterrain fissuré ou fracturé (les calcaires de l'Oxfordien moyen et supérieur) qui peut être considéré comme une sous-nappe alluviale et une nappe alluviale située dans les alluvions (MENTRE-HILDEBRAND, 1986). Le bon renflouement d'eau souterraine de l'Oxfordien de la plaine alluviale assure à la rivière un débit d'étiage constant au cours des périodes sèches (de Juillet à Septembre inclus). La recharge de la nappe a lieu en Automne par infiltration dans les calcaires (FABER, 1994). Mais, ces apports aquifères, provenant des nappes calcaires oxfordiennes, ne se retrouvent qu'en aval de Stenay et en amont de Dun-sur-Meuse (KREBS, 1995).

3.4.3. Méthodologie

3.4.3.1. Zones d'étude

Le travail a été réalisé sur deux zones de prairies alluviales situées en aval de Verdun à la limite avec le département des Ardennes. Les deux ensembles sont séparés par une dizaine de kilomètres.

a) La zone de Mouzay sur les argiles de la Woëvre

Dans ce secteur, la Meuse décrit un tracé sinueux, jalonné de nombreux méandres abandonnés. Le fond de la vallée, large de 3 km et plat, est rempli d'alluvions quaternaires épaisses (jusqu'à 18m), constituées de graviers calcaires surmontés par une soixantaine de centimètres de limons. Il contient une nappe dont le mur est formé par les argiles du Callovien (ou de la Woëvre, figure 24). La nappe alluviale, sub-affleurante, se trouve confinée dans les alluvions anciennes et récentes et forme un hydrosystème avec le fleuve et le canal. Ce secteur est fréquemment inondé en hiver et au printemps. Les eaux s'en retirent assez rapidement grâce aux anciens chenaux et aux drains artificiels (figure 25) qui entrent en relation lors des crues (MONTAGNE, 1995) qui se répandent dans la plaine, au profit d'un coude, en amont de Mouzay. Cependant, la forte hydromorphie des sédiments de surface indique que dans ce fond, le niveau piézométrique est souvent proche de la surface. Par ailleurs, dans cette zone, les circulations de l'eau sont perturbées par le passage du canal de l'Est branche Nord, qui forme un barrage aux écoulements de surface et de nappe.

b) La zone de Luzy-St-Martin sur les calcaires de l'Oxfordien supérieur

La Meuse, au tracé plus rectiligne draine un fond de vallée moins large (de 500 à 800m) dégagé dans les calcaires du Bathonien supérieur et tapissé d'alluvions épaisses de 5 à 6m (figure 24). Du fait de la nature perméable et parfois karstifiée du substratum (MENTRE HILDEBRAND, 1986), les eaux de la nappe alluviale communiquent avec celles des calcaires. Cet ensemble constitue un hydrosystème unique en relation avec la Meuse. Les mouvements du niveau piézométrique y sont plus amples et l'hydromorphie des limons de surface est moins prononcée. Cependant, en période de débordement de la Meuse, la submersion se prolonge en raison de la quasi-absence d'anciens chenaux et de l'existence de levées alluviales qui surélèvent les berges de la Meuse, ce qui retarde l'évacuation des eaux (RIZA, 1993).

3.4.3.2. *Suivi des inondations et du niveau de la nappe*

13 stations tests, relevant des différents groupements végétaux, ont été suivies au cours des hivers 1992/93, 1993/94 et 1994/95 sur les zones de Luzy et Mouzay. Une cartographie des zones inondées a été réalisée ponctuellement lors des crues.

Un réseau de piézomètres a été mis en place en 1994 sur les prairies de Mouzay et Luzy-Cesse. Les piézomètres ont été installés par rapport au type de végétation et à la présence d'une nappe alluviale au printemps (Avril 1994) à moins de 80 cm de profondeur. En effet, pour les groupements les plus secs (*Colchico-Festucetum pratensis* et *Senecioni-Oenanthetum mediae colchicetosum*) la nappe se situe à plus de 80cm de profondeur dès le printemps.

3.4.3.3. *Comparaison des groupements végétaux de Luzy et de Mouzay*

Les relevés phytosociologiques réalisés dans les deux zones d'étude ont été comparés afin d'analyser l'impact du fonctionnement hydrique différent sur la composition floristique des groupements végétaux identiques.

3.4.4. Résultats

3.4.4.1. *Relations entre les durées d'inondation et les groupements végétaux*

Malgré une zonation identique des groupements le long du gradient d'inondation, un fonctionnement différent des deux secteurs alluviaux au niveau des durées et hauteurs

d'inondations apparaît sur la figure 26. Ainsi, pour un même groupement, le niveau d'inondation du 5 Avril est plus important sur la prairie de Luzy par rapport à celle de Mouzay. Par contre le 26 Avril, la décrue est totale sur la zone de Luzy, alors que le niveau d'eau a légèrement augmenté à Mouzay (par rapport au 12/04) suite à une pluviosité abondante. En dessous d'un certain niveau de la Meuse, le système nappe/sous-nappe calcaire de la prairie alluviale de Luzy draine rapidement les eaux de crue alors que le sous-sol argileux de la zone de Mouzay ainsi que le niveau constant du canal permettent une stagnation plus longue de l'eau. Celle-ci est encore favorisée par la déconnexion du réseau de chenaux de décrue en dessous d'une certaine hauteur d'eau sur la plaine alluviale.

La cartographie fine des inondations sur la prairie de Mouzay à différentes dates (figures 27 a et b) a mis en évidence l'importance du réseau de noues et de canaux dans la circulation de la crue, les inondations semblent linéaires et suivent d'anciens chenaux. La proximité d'une noue ou d'une zone basse détermine l'inondation des groupements secs adjacents. En effet, lors des crues importantes de Janvier et Février 95 certaines zones relevant du *CFP filipenduletosum* proches ou en bordure quasi directe d'une noue étaient inondées (5cm) alors que certaines zones appartenant au *SOM colchicetosum*, plus éloignées de la noue, étaient exondées. Or, sur la zone de Luzy (figures 28 a et b), le réseau de noues est peu développé; la plaine alluviale semble globalement plus plane et plus basse. Les inondations sont de ce fait moins "linéaires" et plus expansives.

La cartographie met en évidence dans les 2 secteurs des zones qui ne sont pas inondées; il est intéressant de constater que ces parcelles sont souvent retournées et semées en Maïs. Les agriculteurs ont donc logiquement retourné les zones les plus sèches.

3.4.4.2. Relation nappe alluviale et végétation

Les groupements végétaux se succèdent le long d'un gradient qui correspond à la profondeur croissante du toit de la nappe alluviale (cf chapitre précédent).

Cependant, sur les argiles de la Woëvre (zone de Mouzay), la nappe était présente à moins d'un mètre quasiment tout l'été 1994, pour les stations relevant du *SOM myosotetosum* et du *GOF*.

Par contre, sur les calcaires de l'Oxfordien (zone de Luzy), la nappe était plus basse pour les mêmes groupements. De plus, la hauteur de la nappe y fluctue très rapidement et passe sous la barre des 1m plus vite qu'à Mouzay.

Les figures 29 a et b mettent en évidence le fonctionnement hydrique différent des deux sous-bassins. Du 26 Octobre au 8 Décembre, la nappe sous *GOF2* et *GOF1*, se trouve à une profondeur plus grande à Luzy par rapport à Mouzay. C'est seulement à partir du 22

Décembre, lorsque le système nappe et sous-nappe alluviale est rechargé, que la hauteur d'eau devient plus importante à Luzy. De même, la nappe présente sous le *SOM3* descend en dessous de la barre des 1 m très tôt dans la saison à Luzy alors qu'elle est toujours présente en été (Juin-Juillet) à Mouzay.

La figure 30 montre bien, pour le même groupement végétal (*GOF1*), l'évolution estivale différente du niveau de la nappe entre Luzy et Mouzay. Du 26 Mai au 14 Juin, période au cours de laquelle les précipitations ont été assez importantes (43 mm), la nappe sous *GOF1* de Luzy est plus proche de la surface que celle de Mouzay; par contre après 15 jours sans précipitations, le niveau de la nappe est brusquement descendu à Luzy alors que la décroissance est restée faible à Mouzay. Le même phénomène a été observé sur deux jours "secs" consécutifs qui avaient été précédés par un épisode pluvieux. La nappe est descendue de près de 10 cm à Luzy, alors qu'elle est restée stable sur Mouzay.

3.4.4.3. *Intégration des deux facteurs hydrologiques (inondation et nappe alluviale) au niveau des différences floristiques entre les deux zones*

Les groupements végétaux observés sur les deux sous-bassins de Luzy et Mouzay ont été rapportés aux mêmes associations végétales, les cortèges floristiques y étant globalement identiques (tableau synthétique 7). Cependant, sur une A.F.C. (figure 31) réalisée uniquement à partir d'une cinquantaine de relevés phytosociologiques relevant de ces deux zones, les groupements de Luzy se détachent assez nettement sur la partie inférieure de l'axe 2 de ceux de Mouzay. Certaines espèces comme *Gratiola officinalis*, *Alopecurus geniculatus*, *Eleocharis palustris*, *Hordeum secalinum*, *Oenanthe silaifolia* semblent déterminer l'individualisation des relevés de Luzy, d'autres (*Iris pseudacorus*, *Carex acuta*, *Carex vulpina*, *Festuca arundinacea*, *Symphytum officinalis*...) celle de Mouzay. Les tableaux phytosociologiques 37 et 38 mettent en évidence les différences floristiques entre les deux prairies alluviales. De nombreuses espèces connaissent une répartition différente entre Luzy et Mouzay. Ainsi, de nombreuses espèces comme *Carex vulpina*, *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, *Equisetum fluviatile*, apparaissent être spécifiques à Mouzay alors que d'autres (*Gratiola officinalis*, *Oenanthe silaifolia*, *Alopecurus geniculatus*) sont uniquement présentes au niveau des cortèges floristiques de Luzy. La répartition différentes des espèces sur les deux secteurs est déterminée par l'action des deux facteurs hydriques, les inondations (hauteurs et durées) et les battements de la nappe. Les cortèges spécifiques du *GOF1* du *SOM3* et *SOM1* montrent des différences bien nettes entre les deux zones étudiées, alors que celles-ci sont moins importantes pour le *SOM2* (tableaux 37 et 38). En effet, le *SOM2* occupe une position charnière dans la topographie, en transition entre l'influence importante de l'eau (nappe et inondations) et une relative sécheresse estivale que l'on trouve au niveau du *SOM1* et du *CFP*.

Le tableau 39 comparatif de la composition floristique des groupements végétaux de Luzy et Mouzay a été réalisé à partir des tableaux phytosociologiques. Les espèces à répartition différente traduisent, par leur présence ou leur absence, la sensibilité probable à un ou deux de ces facteurs, niveau de la nappe en été et hauteur des inondations en hiver. En 1975, PAUTOU soulignait déjà, pour un certain nombre d'espèces, l'importance de ces deux facteurs dans le déterminisme de groupes écologiques. Pour certaines espèces, les résultats sont concordants entre la vallée de la Meuse et celle du Rhône. En effet, *Caltha palustris*, *Phalaris arundinacea*, *Thalictrum flavum*, qui sont présents à Mouzay et absents ou peu abondants sur Luzy, semblent sensibles à la profondeur de la nappe estivale qui ne doit pas descendre sous les 75 cm (PAUTOU, 1975). Or, à Luzy, la nappe descend sous les 90cm au niveau du *GOF* en été. Pour les autres espèces qui possèdent une répartition différentes entre Luzy et Mouzay nous pouvons déterminer le facteur qui induit leur présence ou absence (tableau 39). *Gratiola officinalis* semble supporter de fortes hauteurs d'eau hivernales (jusqu'à 1m) et une chute rapide de la nappe alluviale dans la Meuse, ce qui est contraire aux conclusions de PAUTOU, pour le Rhône, qui dit qu'elle ne supporte pas une hauteur d'eau trop importante. Dans la Meuse, il apparaît que cette espèce au développement végétatif tardif (elle apparaît dans le couvert végétal presque un mois après les autres espèces) apprécie et profite des trouées créées dans la végétation lors des inondations longues (BULLOCK *et al.*, 1995).

Globalement, le cortège floristique du *SOM* de Luzy est appauvri en espèces hygrophiles et mésohygrophiles, par rapport à celui de Mouzay, alors que le *GOF* est enrichi en espèces plus mésophiles.

Dans des zones de transition floristique entre deux sous-associations nous pouvons observer un mélange des deux cortèges floristiques. C'est pourquoi ces zones sont notées *SOM2/3* (composition floristique intermédiaire entre le *SOM2* et le *SOM3*, idem pour le *SOM3/GOF1*). La nappe montre finement les transitions entre les groupements. La figure 32 nous indique clairement la répartition des groupements végétaux le long du gradient "nappe" (moyenne sur 9 mois) sur la zone de Mouzay:

- Le *SOM2/3* qui possède une composition floristique intermédiaire entre le *SOM typicum* et le *SOM myosotetosum* possède une nappe alluviale qui fluctue entre -37cm et -110 cm (au moins) alors que la nappe du *SOM3* oscille entre -22 et -75 cm. La chute importante de la nappe sous le *SOM2/3* semble avoir un impact important sur de nombreuses espèces hygrophiles (*Mentha aquatica*, *Myosotis scorpioides*, *Carex acuta*, *Oenanthe fistulosa*, *Stellaria palustris*, *Iris pseudacorus*...) du cortège floristique (tableau 7) du *SOM3* qui régressent fortement et possèdent une vitalité réduite dans ces stations intermédiaires entre le *SOM2* et le *SOM3* et disparaissent du *SOM2*.

- Le *SOM3* est caractérisé par une nappe qui fluctue entre -25 cm et -75 cm par rapport au *SOM3/GOF1*, où la nappe est plus proche de la surface au Printemps-Automne (-5 cm) et descend moins en Été (-55 cm). Celle-ci, plus proche de la surface du sol aux intersaisons et

descendant moins en été, détermine l'apparition discrète d'hélophytes dans le *SOM3/GOF1* comme *Equisetum fluviatile*, *Glyceria maxima* et *Glyceria fluitans* et la régression d'espèces plus mésophiles comme *Ranunculus acris*, *Crepis biennis*, *Rumex acetosa* qui se maintiennent difficilement dans le couvert végétal suite à une hydromorphie du sol trop importante.

- Le *GOF2*, qui sert de référence, voit sa nappe fluctuer entre 0 et -50 cm en été. La différence de battement de la nappe entre le *GOF1* et le *GOF2* est faible; ceci se remarque aux différences de cortèges floristiques qui sont faibles aussi. Seules quelques espèces mésohygrophiles disparaissent dans le *GOF2* comme *Lathyrus pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Lotus corniculatus* et quelques espèces "subaquatiques" apparaissent (*Rorippa amphibia*, *Alisma plantago-aquatica*).

3.4.5. Discussion

3.4.5.1. Comportement de la flore vis-à-vis du facteur hydrique

DIERSSEN (1989) en Allemagne insiste sur l'importance du niveau d'eau sur les communautés végétales et l'impact des drainages et irrigations. Aux Etats-Unis, BERNARD *et al.* (1990) soulignent l'importance de la nappe phréatique et de la structure du sol sur la taille et l'importance des différentes associations végétales.

Il est maintenant établi depuis longtemps (DUVIGNEAUD, 1958; GEHU, 1961; LERICQ, 1965) que la végétation des prairies alluviales est zonée le long d'un gradient de durée d'inondation, qui influence une composition floristique "globale" différente. Les espèces des prairies alluviales sont adaptées à des perturbations régulières par le flux des inondations (TINER, 1991; HENRY *et al.*, 1995). Celles-ci peuvent aussi intervenir de manière importante dans le niveau de trophie de la végétation. En effet, les eaux de la nappe ne sont en général que peu chargées en nutriments (BUTTLER, 1992b; COLLECTIF, 1995; KREBS, 1995) et ce sont surtout les apports par les eaux de crue (en dehors des apports agricoles et par la pluie) qui déterminent le niveau trophique du sol.

Cependant, il apparaît que le niveau de la nappe détermine plus finement la présence ou l'absence de certaines espèces. Ainsi, DENNY (1993) indique que de petites fluctuations de 2cm de hauteur de la nappe peuvent induire une modification de la flore.

Les différences floristiques observées sur le terrain peuvent donc traduire l'influence du niveau de la nappe; celle-ci se traduit de deux façons:

(1) La tolérance variable de la végétation vis-à-vis d'une asphyxie plus ou moins longue de leur système racinaire (PAUTOU, 1975; ARMSTRONG, 1979). Les conditions d'anaérobiose prolongées sont restrictives vis-à-vis de la végétation (TINER, 1993; ENGELAAR *et al.*, 1995) et les espèces des plaines alluviales sont plus ou moins adaptées à des sols saturés en eau grâce à la présence d'aérenchyme dans leurs racines (JUSTIN & ARMSTRONG, 1987; LAAN *et al.* 1989a). Celui-ci favorise la conservation d'un pool d'oxygène dans la rhizosphère

permettant la nitrification (LAAN *et al.*, 1989b; BOTH *et al.*, 1992). Ainsi, *Glyceria maxima* et *Rumex crispus* semblent être particulièrement bien adaptés à des sols saturés en eau (ENGELAAR *et al.*, 1991 et 1995) par la présence d'une population importante de bactéries nitrifiantes dans leur rhizosphère. Selon certains de ces auteurs (BLOM *et al.*, 1994) les espèces adaptées à la submersion développent rapidement des racines supplémentaires qui sont plus riches en aérenchyme que les racines primaires, *Inula britannica* est selon eux particulièrement bien adapté à des conditions saturantes en eau.

(2) Le niveau le plus bas de la nappe peut aussi déterminer la présence ou l'absence des espèces qui sont tolérantes vis-à-vis d'une sécheresse plus ou moins prolongée. DENNY (1993) signale qu'un stress de quelques jours peut déterminer la disparition de certaines espèces. Par exemple, dans la Meuse, ce phénomène se traduit par la disparition de certaines espèces (*Carex acuta*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*) du SOM3 de Luzy par rapport à celui de Mouzay.

Ainsi, certaines espèces des zones humides sont très sensibles aux changements du régime hydrique (DENNY, 1993). L'élévation de la hauteur de la nappe, son rabaissement en période estivale ou les durées d'inondations peuvent déterminer la place d'une espèce en particulier dans la communauté végétale. Cette notion de grande sensibilité des espèces vis-à-vis de la gestion de l'eau est reprise par HENRY *et al.* (1994) qui indiquent que des fluctuations annuelles du régime hydrique peuvent induire des changements dans la composition spécifique de la végétation. Mais d'autres auteurs (VAN DIGGELEN *et al.*, 1991) insistent sur la latence de la végétation vis-à-vis de la variation des facteurs hydriques; c'est ainsi que les espèces peuvent ne pas toujours refléter fidèlement les conditions actuelles de l'environnement.

En définitive, il apparaît clairement que les espèces des plaines alluviales sont soumises à la double influence des inondations et du niveau de la nappe (VAN DIGGELEN *et al.*, 1991; AUBLE *et al.*, 1994). C'est la tolérance ou la sensibilité d'une ou plusieurs espèces vis-à-vis de ces deux facteurs qui détermine la composition floristique de ces prairies. Ainsi, certaines espèces sont plus tolérantes aux inondations et d'autres à la saturation des sols en eau, leurs réponses dépendent des caractéristiques physiologiques de la plante (TINER, 1993). Les inondations constituent un premier facteur très sélectif vis-à-vis d'une végétation adaptée à des périodes de submersions plus ou moins longues, ce facteur n'intervenant habituellement qu'en hiver lors du repos de végétation. Les battements de la nappe ont un impact plus discret sur la flore en sélectionnant les espèces sur toute la période de végétation (du printemps à l'automne) par rapport à sa tolérance vis-à-vis des stress hydrique ou anoxique.

C'est pourquoi les inondations agissent de manière prépondérante sur les espèces des zones intermédiaires (SOM2) alors que les battements de la nappe influencent plutôt, d'une part la composition floristique des zones surélevées (SOM1) où la nappe en période estivale est en dessous des 1m, d'autre part celle des zones basses (GOF1 et SOM3) où la nappe peut rester

près de la surface une longue période de l'année. En effet, dans les zones intermédiaires, la nappe fluctue à un niveau moyen, elle ne reste pas très longtemps ni trop proche de la surface du sol ni trop éloigné.

Cette distinction se traduit au niveau de la flore par une différence moins grande entre le *SOM2* de Luzy et celui de Mouzay et des différences floristiques importantes entre les *GOF1*, *SOM3* et *SOM1* des deux zones (tableaux 37 et 38). En effet, seulement trois espèces (*Hordeum secalinum*, *Phalaris arundinacea*, *Oenanthe silaifolia*) différencient clairement le *SOM2* de Luzy par rapport à celui de Mouzay dont une (*Hordeum secalinum*) peut traduire le niveau trophique plus important sur cette zone par rapport à l'autre (CERE, 1995). Au contraire, de nombreuses espèces des *GOF1*, *SOM3* et *SOM1* (*Symphytum officinale*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Cerastium fontanum*, *Leontodon autumnalis*, *Carex vulpina*...) ont une répartition différente entre Luzy et Mouzay.

3.4.5.2. Fonctionnement des deux hydrosystèmes

La nappe et les inondations à Luzy semblent plus sensibles aux variations des précipitations qu'à Mouzay. Elles répondent de manière plus importante aux variations hydriques. En effet, au courant de l'été et au début de l'automne, la nappe chute plus rapidement. D'autre part une fois qu'elle est "remplie", le niveau hydrique monte plus vite. Dans le *GOF*, la hauteur d'eau d'inondation est supérieure d'une dizaine de centimètres à Luzy par rapport à Mouzay (figure 33). Ces quelques centimètres de différence peuvent indiquer que le *GOF* de Luzy se trouve peut-être plus bas que le *GOF* de Mouzay par rapport au niveau de la Meuse, c'est à dire que la plaine est plus "basse" par rapport au niveau de la Meuse.

Ainsi, les fluctuations de la nappe et du niveau d'inondation à Luzy semblent plus directement liées aux variations du niveau de la Meuse que sur Mouzay. En effet, en Février-Mars 1995, le niveau d'inondation a brusquement chuté sur Luzy, au niveau du *SOM3* et du *GOF1*, quand l'échelle sur le cours d'eau indiquait 14 le 16 Mars (figures 34 a à d). La Meuse en dessous d'un certain niveau draine la nappe alluviale; en effet les eaux d'inondation à Luzy ne sont pas en relation directe avec le fleuve (absence du réseau de canaux sur Luzy) et leur évacuation se fait par le biais du système nappe et sous-nappe alluviale. Pour que ce système fonctionne, il faut que la Meuse voie son niveau baisser sous le niveau de la nappe, qui se décharge alors dans le fleuve. Sur Mouzay par contre, une fois le réseau des eaux d'inondation interrompu, l'eau "stagne" plus longtemps et disparaît progressivement, certainement davantage par évapotranspiration que par le système de nappe alluviale. Ce phénomène s'explique aussi, au niveau de la prairie de Mouzay, par la présence du canal dont le niveau est réglé "artificiellement" et ne baisse pas avec la même ampleur que la Meuse. Alors que celle-ci régule seule le niveau de la nappe au niveau de Luzy. En effet au niveau des piézomètres de Mouzay, la nappe alluviale semble être en relation avec le canal; ce phénomène a été observé en Mars 1995 (01/03 au 16/03) période pendant laquelle l'échelle au niveau de la Meuse est

passée de 22 à 14 et le niveau du canal a peu varié; au niveau de Luzy, les hauteurs d'eau d'inondation ont baissé de 20cm en moyenne sur tous les groupements, alors qu'elles sont restées quasiment au même niveau sur Mouzay (figures 34 a à d).

De plus, après la 3^{ème} crue de la Meuse, un phénomène de "saturation" de la nappe s'observe au niveau de Luzy où les hauteurs d'eau ne descendent plus aussi rapidement alors que sur Mouzay la hauteur d'eau chute de manière importante et se stabilise très vite (figures 35 a et b).

Dans la vallée de la Meuse, les différences observées dans le fonctionnement hydrologique des secteurs de Mouzay et Luzy résultent donc de plusieurs phénomènes:

- des formations lithologiques différentes qui déterminent des capacités d'aquifère différentes
- l'absence ou la présence, au sein de la prairie, d'un réseau de canaux de drainage qui peut entrer en relation avec le fleuve (GIREL, 1994).
- la liaison de la nappe alluviale avec le canal ou la Meuse dont les fonctionnements hydrauliques sont très différents.

La végétation intègre non seulement la "quantité" d'eau mais aussi sa qualité et, comme le soulignent VAN DIGGELEN *et al.* (1991), la restauration de la composition floristique des prairies alluviales passe aussi par une bonne gestion de la qualité de l'eau.

IMPACT DES PRATIQUES
AGRICOLES SUR LA VEGETATION

4. IMPACT DES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA VEGETATION

4.1. APPROCHE SYNCHRONIQUE DE L' IMPACT DU PATURAGE, DE LA FERTILISATION ET DE LA PRESSION DE FAUCHE SUR LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PRAIRIES DE FAUCHE

L'impact de la pression anthropique sur la composition floristique des prairies alluviales reste un sujet encore peu étudié, tout particulièrement en ce qui concerne les fertilisations. En effet, l'impact du pâturage sur la flore a déjà été étudié dans des travaux assez récents (DE FOUCAULT, 1984; FRILEUX *et al.*, 1989; DAUDON, 1993; PLANTUREUX *et al.*, 1987 et 1993; TRIVAUDEY, 1995; GREVILLIOT & MULLER, sous-presse) mais les groupements de prairies pâturés ne sont que rarement comparés aux prairies de fauche homologues. De la même manière, l'impact sélectif des engrais sur la diversité floristique des prairies de fauche alluviales n'a été souvent abordé que de manière succincte (MAGNANON, 1991; BROYER & PRUDHOMME, 1995) et les données manquent souvent de précision.

4.1.1. Impact du pâturage sur la végétation: comparaison synchronique des prairies de fauche et des prairies pâturées

Une A.F.C (figure 15, chapitre typologie) regroupant les relevés de prairies de fauche appartenant au *CFP filipenduletosum*, *SOM* et *GOF oenanthetosum* et les relevés de l'*Hordeo-Lolietum perennis* et du *Rumici-Alopecuretum geniculati* a permis de mettre en évidence les équivalents "fauchés" du *HLP* et du *RAG*.

Elle indique que l'*Hordeo-Lolietum perennis* correspond au *SOM*. Les différentes sous-associations décrites pour l'*Hordeo-Lolietum perennis* correspondent aux différentes sous-associations du *SOM*. En effet, les espèces indicatrices des mêmes niveaux hydriques (cf § suivant) y sont retrouvées. Le *Rumici-Alopecuretum geniculati* correspond au *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae oenanthetosum mediae*. En effet, on retrouve certaines des espèces différentielles de ces deux groupements de prairies de fauche au niveau des pâturages, comme *Ranunculus acris*, *Galium verum*, *Rumex acetosa*, *Cerastium fontanum* pour le *HLP* et *Oenanthe fistulosa*, *Alopecurus geniculatus*, *Eleocharis palustris* pour le *RAG*.

Le *HLP* meusien se caractérise par la diminution du nombre moyen d'espèces par relevé (34 pour les prairies de fauche et 18 pour les prairies du *HLP*), la disparition et/ou la régression d'espèces prairiales mésotrophes (tableau synthétique 40) comme *Achillea ptarmica*, *Galium palustre*, *Lotus corniculatus*, *Festuca rubra*, *Crepis biennis*, *Avenula pubescens*, *Mentha aquatica*, la progression d'espèces plus eutrophes de pâtures comme *Lolium perenne*, *Hordeum secalinum* et d'espèces refusées (*Cirsium arvense*), l'apparition d'espèces adaptées aux sols compactés (comme *Plantago major*) et d'espèces annuelles comme *Poa annua* et *Capsella bursa pastoris*.

Les relevés des prairies pâturées sont comparés à une partie (choisie au hasard) des relevés de prairies de fauche correspondants.

4.1.1.1. Comparaison du SOMI fauché et de son homologue pâturé (tableau 41)

Une A.F.C. (figure 36) regroupant les relevés de prairies de fauche fertilisées ou non et des pâturages correspondant au niveau hydrique du SOMI met en évidence l'individualisation de deux grands lots qui correspondent d'un côté aux prairies de fauche et de l'autre aux pâturages. Les parcs se distinguent bien des prairies de fauche par une composition floristique particulière, c'est-à-dire la présence de *Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare*,..., et l'absence d'*Avenula pubescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Lychnis flos-cuculi*... Les parcs sont composés de trois groupes (A,B,C) qui correspondent à trois niveaux d'intensification du pâturage (cf § III 2.2.) et dont la flore se simplifie de plus en plus avec la disparition progressive de nombreuses prairiales (*Festuca rubra*, *Leontodon hispidus*, *Poa trivialis*, *Rumex acetosa*, *Alopecurus pratensis*, *Senecio aquaticus*, *Rumex crispus*...).

La comparaison des groupements fauchés et pâturés met en évidence un appauvrissement de la diversité spécifique avec un nombre moyen d'espèces par relevé qui passe de 36 pour le SOMI à 21 pour le HLP1. Cette diminution se traduit au niveau de la flore par la disparition de nombreuses espèces de prairies de fauche.

Ainsi, la sous-association pâturée est surtout caractérisée par l'absence des caractéristiques de l'*Arrhenatherion elatioris* (*Arrhenatherum elatius*, *Bromus racemosus*, *Colchicum autumnale*, *Avenula pubescens*...), la forte régression de quelques autres espèces du SOM (*Leucanthemum vulgare*, *Achillea ptarmica*, *Elymus repens*, *Festuca rubra*...) et de nombreuses prairiales sensibles au piétinement (*Crepis biennis*, *Silaum silaus*, *Lathyrus pratensis*...). Seules quelques espèces pionnières annuelles (*Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris*...) ou de milieux piétinés (*Bellis perennis*, *Trifolium fagiferum*, *Plantago major* et *P. media*) apparaissent. Des espèces "eutrophes" ou refusées (*Lolium perenne*, *Cynosurus cristatus*, *Cirsium arvense* et *C. oleraceum*, *Rumex obtusifolius*, *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata*...) qui peuvent être présentes dans les prairies de fauche, avec un recouvrement et une fréquence plus faibles, augmentent dans les prairies pâturées ou amendées.

DUVIGNEAUD (1958) observait l'extension de *Lolium perenne* et *Trifolium repens*, la régression de *Bromus racemosus* et la vitalité "sérieusement amoindrie" de *Peucedanum carvifolia*, *Leontodon hispidus*, *Galium verum* dans des parcelles relevant récemment amendées et mises en parc. La modification de la végétation suite à la mise en place d'un pâturage intensif est donc très rapide.

4.1.1.2. Comparaison du SOM2 fauché et de son homologue pâturé (tableau 42)

La comparaison des groupements pâturé et fauché (correspondant au niveau hydrique du *SOM typicum*) met en évidence un appauvrissement spécifique net des pâturages (moyenne du nombre d'espèces par relevé de 18 par rapport à 31 pour les prairies de fauche correspondantes). Cet appauvrissement est d'autant plus marqué que le niveau d'intensification du pâturage est important (A, B, C).

Les pâtures se définissent surtout négativement par rapport aux prairies de fauche. En effet, tout un lot d'espèces liées à la pratique de la fauche disparaît (*Galium palustre*, *Bromus racemosus*, *Arrhenatherum elatius*...); d'autres régressent fortement, d'autant plus que la pression de pâturage est élevée (*Achillea ptarmica*, *Lychnis flos-cuculi*, *Vicia cracca*, *Rumex acetosa*, *Filipendula ulmaria*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*...); seules quelques espèces favorisées par le piétinement ou l'ouverture du couvert apparaissent (*Poa annua*, *Trifolium fragiferum*, *Plantago major*, *Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum aviculare*, *Bellis perennis*, *Juncus glaucus*...). L'abondance ou la dominance plus importante de certaines espèces favorisées, ou plutôt résistantes au pâturage, permet de distinguer, positivement, les parcs des prairies fauchées; ces espèces "caractéristiques du pâturage" sont, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Hordeum secalinum*, *Cynosurus cristatus*, *Potentilla anserina*, *Cirsium arvense*.

Plus l'intensité du pâturage est importante, plus le nombre d'espèces par relevé chute et plus les espèces prairiales régressent et disparaissent (cf § III 2.2.).

L'échantillonnage sur le terrain ayant été réalisé de manière "aléatoire", c'est-à-dire sans préjuger du niveau hydrique, et vu le grand nombre de parcs relevés dans cette unité (32), le *SOM2* semble constituer le groupement le plus pâturé. Ceci est logique, car il est situé à un niveau intermédiaire de la topographie, qui permet un pâturage assez précoce (sol vite ressuyé); de plus ce sont les zones sèches comme le *SOM1* et le *CFP3* qui subissent de manière préférentielle une fertilisation (cf chapitre suivant).

4.1.1.3. Comparaison du SOM3 fauché et de son homologue pâturé (tableau 43)

Suite au pâturage, le nombre moyen d'espèces par relevé passe de 34 à 15, la simplification de la flore est encore plus importante que pour les sous-associations précédentes. Ce phénomène s'explique certainement par l'impact très sélectif du pâturage en milieu humide, qui agit sur les "petites" espèces fragiles du *SOM3* (*Galium palustre*, *Mentha aquatica* et *arvensis*, *Myosotis scorpioides*), et provoque la destructuration du couvert végétal.

L'impact du pâturage sur la composition floristique du *SOM3* se traduit par la disparition de nombreuses espèces de prairies de fauche sensibles au piétinement et à l'eutrophisation du milieu, comme *Lathyrus pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Myosotis*

scorpioides, *Bromus racemosus*, *Crepis biennis*, etc. Trois espèces apparaissent; elles révèlent l'impact du pâturage sur la flore à travers l'eutrophisation (*Lolium perenne*), le broutage sélectif (*Cirsium arvense*) et le piétinement (*Alopecurus geniculatus*); d'autres voient leurs fréquences augmenter, comme *Phleum pratense*, *Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum*, *Plantago major*...

4.1.1.4. Comparaison du GOF1 et du Rumici-Alopecuretum geniculati (tableau 44):

Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 30 à 15 suite au pâturage du GOF. La perte de biodiversité est importante pour la même raison que pour l'association précédente.

Un lot important d'espèces de prairies de fauche hygrophiles et mésohygrophiles mésotrophes et méso-oligotrophes disparaissent comme *Mentha aquatica*, *Carex disticha*, *Achillea ptarmica*, *Lychnis flos-cuculi*, *Carex vulpina*, *Anthoxantum odoratum*, *Bromus racemosus*, *Silaum silaus*, etc; d'autres régressent fortement (*Galium palustre*, *Myosotis scorpioides*, *Centaurea jacea*, *Alopecurus pratensis*...). Comme pour le HLP, les espèces qui apparaissent et/ou deviennent plus fréquentes traduisent l'eutrophisation du milieu (*Lolium perenne*, *Agrostis stolonifera*, *Rumex crispus*), l'adaptation au piétinement et à la dent des bovins (*Alopecurus geniculatus*, *Plantago media* et *major*, *Potentilla anserina*, *Trifolium fragiferum* et *repens*, *Ranunculus repens* qui est toxique) et l'ouverture du couvert végétal qui permet aux thérophytes (*Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Polygonum aviculare*) de s'installer. Ce dernier phénomène s'exprime bien dans la fréquence et l'importance du sol nu dans les parcelles pâturées.

4.1.1.5. Discussion et conclusion sur l'impact du pâturage sur la végétation

Le tableau synthétique 40 met en évidence les différences floristiques entre les prairies pâturées et fauchées. Peu d'espèces apparaissent ou sont favorisées par le pâturage (*Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum aviculare*, *Poa annua*, *Plantago major*) elles présentent de plus peu d'intérêt floristique. Par contre de nombreuses espèces de prairies de fauche régressent fortement ou disparaissent de la même manière dans tous les types prairiaux, comme *Colchicum autumnale*, *Arrhenatherum elatius*, *Lychnis flos-cuculi*, *Vicia cracca*, *Achillea ptarmica*, *Mentha aquatica*, *Symphytum officinale*, *Filipendula ulmaria*... D'autres voient leurs fréquences diminuer plus faiblement comme *Senecio aquaticus*, *Trifolium pratense*, *Centaurea jacea*, *Lotus corniculatus*... Cet appauvrissement important de la flore est déterminé par la sensibilité morphologique et physiologique des plantes à la variation de leurs conditions de vie faisant suite au pâturage.

Ainsi, la tolérance des plantes vis-à-vis du pâturage est déterminée par les facteurs biologiques, comme (1) les caractéristiques morphologiques des plantes (TER HEERDT *et al.*, 1991; MATCHES, 1992; WILLMS & QUINTON, 1995), (2) la vitesse de renouvellement de la surface foliaire (KUSS, 1986; GORDON *et al.*, 1990) des espèces, (3) la composition initiale de la végétation. Les caractères morphologiques qui favorisent la tolérance vis-à-vis du pâturage peuvent être, le développement par stolons et rhizomes, la faible proportion de pieds reproducteurs (MATCHES, 1992) et l'éloignement des méristèmes floraux de la dent des bovins (GORDON *et al.*, 1990).

Selon SUN (1992), les espèces qui sont adaptées au pâturage mettent en place deux stratégies différentes, la résistance au piétinement avec des vitesses de croissance lentes et le recouvrement avec des vitesses de croissance rapides. Par exemple, *Plantago major* et *Plantago media* développeraient une stratégie de résistance, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum* et *Alopecurus geniculatus* une stratégie d'accroissement du recouvrement par le biais d'une reproduction végétative rapide au moyen de rhizomes ou de stolons.

MATCHES (1992) indique la sensibilité de certaines espèces aux pâturage à travers la réduction de leur abondance dans un parc. Deux des espèces qui lui paraissent être les plus affectées, *Trifolium pratense* et *Holcus lanatus* connaissent une régression identique dans les parcs de la Meuse, alors que *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Trifolium repens* se maintiennent assez bien, voire même très bien dans ces couverts.

4.1.2. Etude de l'impact des fertilisations sur les prairies de fauche

38 relevés ont été réalisés au sein du CFP3, SOM et GOF1 sur des parcelles fertilisées plus ou moins intensément, dont les niveaux de fertilisation (de 30 à 160 unités d'engrais/ha/an) étaient connus. Sur l'A.F.C. (figure 15) générale des prairies, les relevés effectués dans les "prairies de fauche intensives" se distinguent assez bien de ceux des prairies de fauche extensives le long de l'axe 2 qui correspond à un axe de trophie.

Les relevés des prairies de fauche intensives sont comparés à une partie (choisie au hasard) des relevés de prairies de fauche extensives correspondants.

La fertilisation, en augmentant le niveau trophique du sol (WEDIN & TILMAN, 1990; TILMAN & OLFF, 1991), peut influencer les espèces de la communauté végétale selon 4 modes, (1) leur apparition, (2) leur disparition, (3) la variation de leur fréquence d'apparition dans la totalité des relevés végétaux (classes, I, II,II etc), (4) la différence d'abondance dans le couvert végétal (coef. d'A-D, 1 à 5).

4.1.2.1. Comparaison de la composition floristique du CFP3 et de son homologue fertilisé

Le tableau 45 traduit l'impact de la fertilisation du CFP3 au niveau de sa richesse et de sa composition spécifique. Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 31 à 23. Seules deux ou trois espèces semblent favorisées par l'application des engrais, *Hordeum secalinum*, *Lolium perenne* et *Dactylis glomerata*, l'action positive des engrais sur ces espèces se traduisant au niveau de la fréquence d'apparition et/ou plus habituellement par une abondance et donc un recouvrement plus importants (*Dactylis glomerata* et *Lolium perenne*).

Deux niveaux de fertilisation y sont distingués:

- Un niveau (A), pour lequel l'impact sur la composition floristique reste discret. Le nombre moyen d'espèces par relevé ne diminue que de 4 (31 à 27); en effet, seules quelques espèces à caractère oligotrophe disparaissent comme *Briza media*, *Senecio jacobaea*, *Avenula pubescens*, *Leontodon hispidus*, alors que d'autres voient leurs fréquences diminuer (*Peucedanum carvifolia*, *Filipendula ulmaria*, *Poa trivialis*). Les niveaux de fertilisation appliqués sont hétérogènes (de 30 à 100U d'N/ha/an); ceci s'explique probablement par un changement récent des pratiques agricoles, tout particulièrement pour les relevés 1126, 2040, 2041. Le relevé 1035, qui constitue une transition entre le niveau A et B, indique l'évolution probable de la végétation de ces relevés après plusieurs années de fertilisation à 100U.

- un niveau (B), qui connaît des fertilisations de 120 et 160U d'N/ha/an. La flore y est très appauvrie avec 23 espèces par relevé pour des fertilisations de 120U et seulement 11 pour 160U. Tout un lot d'espèces mésotrophes disparaît comme *Centaurea jacea*, *Elymus repens*, *Symphytum officinale*, *Crepis biennis*, *Phleum pratense*... Le recouvrement de certaines espèces (*Centaurea jacea*, *Silaum silaus*...) baisse assez sensiblement.

Au niveau des espèces "compagnes", dont les fréquences ne varient pas suite à l'application des engrais, on peut tout de même noter une nette diminution du recouvrement de *Galium verum*, *Ranunculus acris*, *Lotus corniculatus*, *Colchicum autumnale*, *Arrhenatherum elatius*,... Ces espèces possèdent donc des populations moins importantes dans des zones engraisées et à long terme et/ou avec des doses plus importantes, cela laisse présager d'une disparition progressive.

On peut noter la fréquence plus importante de *Cardamine pratensis* dans les zones fertilisées par rapport aux prairies extensives. Ce phénomène est surprenant, mais résulte vraisemblablement d'un artéfact d'échantillonnage. En effet, les relevés des prairies fertilisées ont été réalisés assez tôt le printemps avant l'ensilage ou la fauche précoce, alors que la Cardamine était encore bien visible (en fleurs ou fin floraison); plus tard elle peut facilement échapper à l'échantillonnage. Mais cette espèce pourrait aussi plus facilement valoriser les engrais, car elle pousse avant les autres espèces et n'est que peu concurrencée par les graminées, cette hypothèse semble pourtant, au regard des résultats obtenus sur le dispositif de suivi de l'ACNAT, moins probable.

Pour le CFP3, on peut signaler qu'avec des doses d'engrais de 30U certaines espèces oligotrophes, très peu aptes à la concurrence interspécifique (*Briza media*, *Leontodon hispidus*...), disparaissent déjà. Selon HEDIN et LE CACHEUX (1951) certaines espèces méso-xérophiles mettent plus de deux semaines pour germer, ceci pourrait expliquer leur régression de ces milieux quand ils sont fertilisés. En effet, le développement plus rapide d'autres espèces plus compétitives rendent leur reproduction par graines difficile. De surcroît, le comportement de ces espèces des "sols infertiles" a été étudié par de nombreux auteurs qui avancent différentes hypothèses afin d'expliquer leur régression sur les sols engraisés. Ainsi, elles se distinguent du point de vue morphologique par la taille de leurs graines qui sont plus petites (BERENDSE *et al.*, 1992a), une concentration excessive des nutriments (quand ils sont abondants) dans les organes de réserve (Mc JANNET *et al.*, 1995), une vitesse de croissance lente (TILMAN et WEDIN, 1991 a et b), l'allocation de la biomasse vers les racines plutôt que vers les feuilles (OLFF, 1992).

4.1.2.2. Comparaison de la composition floristique du SOM1 et de son homologue fertilisé

Les A.F.C. (figures 36 et 37) permettent globalement l'individualisation de trois groupes de relevés (A, B et C) réalisés dans les prairies intensifiées de niveaux trophiques différents, par rapport aux relevés réalisés dans des prairies extensives. Cette séparation est déterminée par des différences floristiques, comme la présence de *Galium verum*, *Phalaris arundinacea* et *Achillea ptarmica* dans les prairies "extensives" et la fréquence d'apparition plus importante de *Lolium perenne*, *Rumex crispus* et *Alopecurus pratensis* dans les prairies fertilisées. La fréquence plus importante de *Cardamine pratensis* peut résulter du même phénomène que pour le CFP3.

Le tableau 46 met en évidence les différences floristiques observées pour le SOM1 lorsqu'il subit des apports d'engrais. Le nombre moyen d'espèces par relevé passe de 36 à 25, avec une chute importante lorsque les doses d'engrais appliquées atteignent 100U/ha/an. Une seule espèce nouvelle apparaît dans les parcelles fertilisées (*Cynosurus cristatus*); par contre de nombreuses espèces méso-oligotrophes à mésotrophes (*Ranunculus acris*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*...) disparaissent ou régressent plus ou moins selon le niveau d'intensification des pratiques agricoles. Deux seuils de fertilisation du SOM1 (A, C) sont observés, avec la disparition progressive de tout un cortège floristique. Avec des doses de 60U d'Azote/ha/an, seules quelques prairiales méso-oligotrophes disparaissent (*Achillea ptarmica*, *Avenula pubescens*...). Le passage à 75 U (niveau de transition) puis à 100 U d'N/ha/an est plus sélectif vis-à-vis de la végétation, de nombreuses espèces prairiales mésotrophes disparaissant, comme *Lotus corniculatus*, *Peucedanum carvifolia*, *Lychnis flos-cuculi*, *Crepis biennis*, *Rumex acetosa* alors que d'autres régressent fortement (*Vicia cracca*, *Galium verum*,

Symphytum officinale). La dose de 30 U d'N/ha/an ne semble pas avoir d'impact sur la composition floristique du *SOM1* (rel 39 et 54) et sur le nombre moyen d'espèces par relevé.

Les espèces qui régressent ou disparaissent sous l'influence des engrais traduisent plusieurs facteurs:

- la fertilisation qui favorise des espèces compétitrices, comme *Alopecurus pratensis* et *Lolium perenne*, au détriment de petites espèces comme *Glechoma hederacea*, *Potentilla reptans*, *Prunella vulgaris* et des légumineuses (*Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus...*), dont l'abondance diminue au dessus d'un certain seuil d'apport d'azote.

- une pression de fauche accrue (nombre de coupes plus important) sur les espèces de mégaphorbiaie comme *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale* et sur les graminées sociales, comme *Arrhenatherum elatius*, favorisé par la diminution de la pression de fauche (cf dispositif expérimental de l'ACNAT).

On peut signaler que *Ranunculus repens* voit son recouvrement augmenter dans de nombreuses stations suite à l'application des engrais.

4.1.2.3. Comparaison de la composition floristique du *SOM2* et de son homologue fertilisé

L'A.F.C. (figure 38) réalisée à partir des relevés appartenant au *SOM2* fertilisé et non fertilisé permet d'individualiser les relevés recevant des engrais à gauche de l'axe 1. Comme pour le *SOM1*, cette individualisation est déterminée par une différence de cortège floristique (cf A.F.C).

Le tableau comparatif (tableau 47) met en évidence des compositions floristiques assez différentes entre le *SOM2* fertilisé et son homologue non fertilisé.

Aucune espèce nouvelle n'apparaît dans le couvert végétal du *SOM2* fertilisé; cependant certaines espèces sont favorisées par les engrais. Ainsi on peut observer:

- une augmentation de la fréquence d'apparition dans les relevés des espèces comme *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*, *Cirsium arvense*.

- une augmentation de l'abondance dans le couvert végétal pour *Alopecurus pratensis*, *Hordeum secalinum*, *Taraxacum officinale*, *Festuca pratensis* et *Lolium perenne*. C'est souvent le cas pour des espèces dont la présence est naturellement plutôt ponctuelle (*Hordeum secalinum*) ou au contraire systématique (*Alopecurus pratensis*, *Taraxacum officinale*).

Lolium perenne et *Festuca pratensis* présentent les deux types de comportement.

Le nombre moyen d'espèces par relevé chute de 31 à 19. Deux niveaux de fertilisation peuvent être distingués:

- un niveau relativement doux (A), où les espèces prairiales qui disparaissent réellement sont peu nombreuses (*Bromus racemosus*, *Phalaris arundinacea*, *Achillea ptarmica*, *Galium palustre*) par rapport à celles qui régressent (*Symphytum officinale*, *Lotus corniculatus*, *Rumex acetosa...*). Ces parcelles connaissent des niveaux de fertilisation assez hétérogènes (de 30 à

100U d'N/ha/an) dont l'impact identique sur le cortège floristique peut traduire l'irrégularité d'application des engrais, le caractère récent des pratiques (rel. 21 et 2037) et/ou la possibilité d'une sous-estimation des apports d'engrais par l'agriculteur enquêté (rel. 20).

- un niveau nettement plus intensif (B), où beaucoup d'espèces mésotrophes disparaissent comme *Trifolium pratense*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lathyrus pratensis*, *Phleum pratense*, *Crepis biennis*... Ces parcelles subissent toutes des doses d'engrais au moins égales à 120 U d'N/ha/an. Ce niveau de fertilisation semble très sélectif au niveau de la végétation; en effet, 12 espèces disparaissent dans ces prairies qui ne présentent, en moyenne, plus que 16 espèces par relevé.

Silaum silaus voit son recouvrement diminuer sensiblement dans le couvert végétal sans que sa fréquence d'apparition diminue.

4.1.2.4. Comparaison de la composition floristique du SOM3 et de son homologue fertilisé

L'A.F.C. réalisée à partir des relevés correspondant au niveau d'humidité du SOM3 (figure 39) met en évidence l'individualisation des prairies engraisées le long de l'axe 1. Le relevé recevant 30 U d'N/ha/an (1153) ne se distingue pas (sur l'A.F.C) des relevés non engraisés. Comme pour les A.F.C. précédentes, c'est la flore qui détermine la localisation des relevés sur les axes. Ainsi, certaines espèces sont liées aux prairies extensives (*Lychnis flos-cuculi*, *Achillea ptarmica*, *Iris pseudacorus*...) et les prairies intensives se caractérisent plutôt "négativement" par leur diminution ou leur absence; en effet, seul *Lolium perenne* y apparaît.

Le tableau 48 traduit la différence de cortèges floristiques entre les prairies relevant du SOM3 lorsqu'elles sont fertilisées ou non. Seules deux espèces (*Alopecurus pratensis* et *Elymus repens*) présentent des abondances plus importantes dans les parcelles engraisées.

Le relevé (1153) réalisé dans une parcelle recevant 30U d'N/ha/an présente une richesse spécifique qui reste importante (33 espèces/35 pour les prairies extensives); ce niveau de fertilisation semble donc ne pas trop affecter la diversité spécifique des prairies alluviales.

A partir de 45U d'N/ha/an de nombreuses espèces, méso-hygrophiles et mésophiles mésotrophes (*Myosotis scorpioides*, *Galium palustre*, *Crepis biennis*, *Holcus lanatus*...) ou relictuelles des mégaphorbiaies (*Lythrum salicaria*, *Thalictrum flavum*) disparaissent, alors que d'autres régressent (*Lychnis flos-cuculi*, *Achillea ptarmica*, *Rumex acetosa*...). Là encore il s'agit de rester prudent quant aux doses d'engrais "avouées" par les agriculteurs, qui peuvent être volontairement sous-estimées.

Filipendula ulmaria, *Lotus corniculatus* et *Silaum silaus* possèdent des fréquences d'apparition identiques dans les parcelles engraisées par rapport à celles qui sont fertilisées, mais y sont moins abondantes. Elles traduisent au niveau de leur recouvrement l'impact sélectif des engrais, et vont vraisemblablement disparaître si le niveau de fertilisation augmente ou s'il se prolonge.

Ces espèces sensibles à l'intensification des pratiques agricoles traduisent, comme pour le *SOMI*, la double influence des fertilisations et de la fréquence de coupe plus importante.

4.1.2.5. Comparaison de la composition floristique du *GOF1* et de son homologue fertilisé

Le tableau 49 met en évidence les différences floristiques entre le *GOF1* extensif et son homologue fertilisé. La fertilisation semble être valorisée par de nombreuses espèces de ces zones basses comme *Rumex crispus*, *Agrostis stolonifera*, *Trifolium repens*, *Alopecurus pratensis* dont la fréquence et, pour certaines (*Agrostis stolonifera*), l'abondance augmentent sensiblement.

Deux niveaux de fertilisation ont été distingués:

- un niveau (A) où les doses d'engrais appliquées varient de 60-90U d'N/ha/an; la richesse spécifique ne chute pas vraiment (26 contre 30 pour les prairies non fertilisées). Ceci s'explique vraisemblablement par la difficulté d'appliquer tous les ans des engrais dans ces zones basses longuement inondées au printemps. En effet, la fertilisation y est souvent rendue impossible par le maintien des eaux d'inondation jusque tard le printemps (fin Avril en 1995). Ainsi, il n'est pas rare d'observer un agriculteur fertiliser toute la parcelle en évitant les petits fossés et noues relevant du *GOF*. Malgré une richesse spécifique qui reste globalement stable, certaines espèces ont tendance à disparaître ou régresser comme *Crepis biennis*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Carex vulpina*, *Anthoxanthum odoratum*...

- un niveau (B) où les doses d'engrais atteignent 100U d'N/ha/an et la richesse spécifique chute beaucoup (17 espèces par relevé contre 30). Ces parcelles connaissent certainement une fertilisation plus systématique; cela se traduit par la disparition de nombreuses espèces prairiales comme *Lychnis flos-cuculi*, *Vicia cracca*, *Trifolium pratense*, *Achillea ptarmica*, *Lotus corniculatus*, *Myosotis scorpioides*...

Comme pour les autres groupements, l'abondance de certaines espèces diminue avec la fertilisation comme pour *Lathyrus pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Centaurea jacea* et *Oenanthe fistulosa*.

On peut noter que les deux niveaux de fertilisation observés se distinguent par leur localisation géographique, le niveau (A) correspondant à la prairie de Mouzay où les inondations stagnent plus longuement (cf. § III 3.4.4.), celles-ci rendant la fertilisation printanière souvent difficile, le niveau (B) autour de Luzy qui connaît un ressuyage plus rapide des eaux d'inondation.

L'application de 30U d'N/ha/an du *GOF1* semble sans effet sur la végétation, d'autant plus qu'elle doit être très irrégulière.

Au niveau du *GOF1*, on rencontre trois des espèces qui présentent un intérêt patrimonial dans la Meuse, *Gratiola officinalis*, *Stellaria palustris* et *Oenanthe silaifolia* (=

media) et sont protégées au niveau national (la première) ou régional (les deux autres). Ces espèces possèdent des comportements différents vis-à-vis de la fertilisation:

- *Gratiola officinalis* est absent d'une parcelle fertilisée avec 90U d'N/ha/an située entre deux parcelles non fertilisées où cette espèce est abondante. L'observation du cycle biologique de la Gratiolle a permis de mettre en évidence son apparition très tardive dans le couvert végétal (fin avril en 1993 soit un mois après le développement de la végétation et la floraison de *Cardamine pratensis*). La fertilisation stimulant la pousse en densité et en hauteur des graminées (principalement) il est aisé de réaliser l'impossibilité pour *Gratiola officinalis* de se développer dans un couvert déjà "fermé". En effet, certains auteurs ont mis en évidence, pour certaines espèces, la difficulté de germer sous le couvert végétal (DYER, 1995). Les apports d'engrais semblent donc particulièrement prohibitifs pour cette espèce qui profite des trouées dans la végétation pour se développer.

- *Stellaria palustris* ne semble pas être sensible aux apports d'engrais; que ce soit au niveau du GOF1 (rel. 1034) ou du SOM3. Cette espèce a été rencontrée dans des parcelles subissant des apports de 60 à 100 U d'N/ha/an lors de la cartographie de la végétation. Cette espèce n'est pas aussi tardive que *Gratiola officinalis*, elle a été notée dès la première semaine d'Avril 1993 dans le couvert végétal.

- *Oenanthe silaifolia* donne l'impression d'être favorisé par les engrais (elle est plus fréquente dans les zones fertilisées que dans les zones extensives); mais ce phénomène résulte d'un "artefact"; en effet, les parcelles fertilisées étudiées sont situées dans la zone de Luzy où l'Oenanthe est abondante alors que les autres relevés ont été réalisés tout le long de la Meuse où elle est nettement moins abondante (cf chapitre III 3.4.4.). Cette espèce ne régresse donc pas suite à des apports de 75 à 90Ud'N/ha/an; par contre il se peut qu'elle ne supporte pas des doses plus importantes (supérieures à 100U) d'engrais.

On peut noter que la fréquence d'*Oenanthe fistulosa* ne baisse pas avec les engrais; seule son abondance semble peut-être légèrement affectée (?); ceci a aussi été observé dans la Nied (en 1996) sur des parcelles fertilisées.

4.1.2.6. Discussion et conclusion sur l'étude synchronique de l'impact des fertilisants sur la végétation

Les modifications du cortège floristique suite à l'application des engrais se traduisent au niveau de la fréquence d'apparition des espèces, mais aussi au niveau de leur recouvrement dans le couvert végétal qui intègre plus rapidement l'influence des engrais.

De nombreux auteurs (DELPECH, 1975; ELBERSE *et al.*, 1983; BOBE, 1987; BERENDSE *et al.*, 1992b; OOMES, 1992; THOMET & KOCH, 1993; Mc JANNET *et al.*, 1995, MOUNTFORD *et al.*, 1996, WILLEMS & VAN NIEUWSTADT, 1996) soulignent la diminution de la diversité spécifique suite à l'augmentation de la fertilisation; cependant dans les systèmes étudiés par ces auteurs les doses appliquées sont souvent très importantes (100-

120U d'N/ha/an au minimum). Ainsi, PRACH (1993) en Tchécoslovaquie a mis en évidence le remplacement (entre 1959 et 1984) de prairies humides à haute richesse spécifique par des prairies dominées par *Alopecurus pratensis* suite à l'augmentation du niveau trophique (augmentation des engrais), il signale que ce phénomène est particulièrement répandu dans son pays où des groupements du *Molinion* font place à des groupements relevant de l'*Agropyro-Rumicion*.

Or, l'application de 45U d'Azote/ha/an sur les prairies alluviales meusiennes induit déjà une perte importante au niveau de la biodiversité prairiale. Dans la vallée de la Saône, la dose de 50U d'engrais induit une perte de la diversité spécifique dans les prairies avec une augmentation du couvert graminéen (BROYER & PRUDHOMME, 1995). Dans la Meuse, la dose de 30U produit un résultat plus discret qui dépend certainement de la régularité d'application (tous les ans ou non) et de la sensibilité des espèces du cortège floristique du groupement considéré. Ainsi, pour le *CFP3* qui est peu soumis à la fertilisation naturelle par les eaux du fleuve (inondations peu fréquentes), tout un cortège d'espèces oligotrophes (*Briza media*, *Leontodon hispidus*, *Senecio jacobaea*) particulièrement sensible à l'élévation du niveau trophique du sol et toujours présent dans les prairies non engraisées, disparaît lorsqu'on les fertilise même légèrement (30U). D'ailleurs dans l'étude de DUVIGNEAUD en 1958, ces espèces étaient plus fréquentes (GREVILLIOT & MULLER, 1995b).

Suite à la fertilisation, certaines espèces disparaissent ou régressent de la même manière dans tous les groupements, comme (tableau synthétique 50):

- certaines prairiales méso-oligotrophes, *Galium verum*, *Achillea ptarmica*, *Myosotis scorpioides*, *Crepis biennis*, *Galium palustre*...
- de nombreuses légumineuses qui connaissent une diminution de leur abondance et de leur fréquence (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*...); celles-ci sont favorisées dans les parcelles non fertilisées par leur mécanisme de fixation symbiotique de l'azote, mais régressent rapidement dès que les doses d'azote appliquées deviennent importantes (LAISSUS & MARTY, 1973; SCARISBRICK & IVINS, 1970; BOND, 1976).
- des espèces relictuelles des mégaphorbiaies *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Thalictrum flavum*...ou sociales (*Arrhenatherum elatius*) défavorisées par l'augmentation de la pression de fauche.

Ces espèces pourraient donc être utilisées comme des indicatrices de fertilisation par leur absence ou la diminution de leur abondance ou de leur fréquence (GREVILLIOT *et al.*, soumis).

La disparition ou régression de nombreuses espèces peut résulter de deux phénomènes qui sont liés:

- l'augmentation de la fertilisation, qui favorise les espèces compétitives à port dressé capables de maximiser leur croissance végétale (GRIME & HUNT, 1975; GRIME, 1979; WILSON & TILMAN, 1993) au détriment des espèces en rosettes ou basses comme *Potentilla reptans*, *Glechoma hederacea*, *Galium palustre*, *Myosotis scorpioides* (qui se développent lentement et

à l'ombre, GRIME & JEFFREY, 1965; LOACH, 1970; GOLDBERG & MILLER, 1990) ou de celles qui ne valorisent pas les apports minéraux comme *Peucedanum carvifolia*, *Silaum silaus*, *Galium verum*, *Achillea ptarmica* et *Anthoxanthum odoratum* (MAHMOUD, 1973; MAHMOUD & GRIME, 1976). Selon différents auteurs (TILMAN & WEDIN, 1991 a et b; WILSON & TILMAN, 1991), la disparition des espèces méso-oligotrophes et oligotrophes dans les zones engraisées serait liée à la compétition pour la lumière, alors que pour les sols non fertilisés la compétition a lieu pour les ressources. En effet, les espèces compétitrices peuvent pousser même à l'ombre (OLFF, 1992), car elles possèdent, pour beaucoup, des organes de réserve importants sous forme de stocks de carbohydrates (GRIME, 1979, WOLF, 1979).

- l'avancement de la date de fauche qui permet de réaliser jusqu'à deux coupes supplémentaires et défavorise des espèces de "mégaphorbiaies" et de cariçaies, comme *Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Phalaris arundinacea*, *Lythrum salicaria*, *Thalictrum flavum* qui ne supportent pas une fréquence de coupe trop élevée (SMITH & JONES, 1991).

La disparition de nombreuses espèces, qui servent pour beaucoup de différentielles dans la définition des différentes unités de végétation, induit une difficulté à distinguer les groupements voisins. DELPECH (1975) et DE FOUCAULT (1989) insistent sur ce phénomène de convergence floristique, qui aboutit à des ressemblances floristiques suite à la disparition des caractéristiques d'association, d'alliance et d'ordre. Ce phénomène est très net au niveau du *SOM3* et du *GOF1* engraisés (cf chapitre productivité). Ainsi, on peut très facilement hésiter sur l'appartenance phytosociologique d'une parcelle fertilisée "humide"; en effet, des espèces comme *Rumex acetosa*, *Holcus lanatus*, *Crepis biennis*, *Cerastium fontanum*, *Phleum pratense*, différentielles mésophiles du *SOM3* vis-à-vis du *GOF1*, régressent ou disparaissent (tableau synthétique 7 et tableaux comparatifs 48 et 47); seuls *Ranunculus acris* et *Festuca rubra*, encore bien représentés au niveau du *SOM3* fertilisé, permettent de distinguer ces deux unités. De surcroît, les différentielles hygrophiles du *GOF1* vis-à-vis du *SOM3* ne possèdent pas une présence assez régulière (tableau synthétique 7) pour pouvoir trancher.

A ce propos, il est surprenant de noter le maintien de *Festuca rubra* au sein du couvert végétal, alors que cette espèce est plutôt connue pour être indicatrice de niveau trophique bas (ELBERSE *et al.*, 1983). Selon ELBERSE *et al.* (1983), sa réponse vis-à-vis des fertilisations est variable, pouvant aller d'une augmentation à une régression (HEGG *et al.*, 1992). Dans les Pays-Bas, WILLEMS et VAN NIEUWSTADT (1996) notent même son augmentation dans le couvert d'une prairie calcaire avec des applications de 110 N, 350 P, 110 K kg/ha/an, ce qui est énorme. Peut-être avons nous affaire à des écotypes différents, qui sont plus ou moins adaptés à la fertilisation.

Certaines des espèces, sensibles au niveau de fertilisation, ont été suivies dans l'étude, qui a duré 20 ans, menée par ELBERSE *et al.* (1983) sur une prairie recevant différents

niveaux de fertilisation. Comme dans la Meuse, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* et *Arrhenatherum elatius* voient leurs fréquences augmenter dans les parcelles recevant une fertilisation NPK, alors qu'au contraire *Festuca rubra*, *Trifolium pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Achillea ptarmica*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa* y régressent plus ou moins fortement.

Le comportement de *Holcus lanatus* face à l'application des engrais est sujet à des variations selon les sites étudiés; ainsi cette espèce régresse dans l'étude d'ELBERSE (1983), alors qu'elle devient dominante dans celle de MOUNTFORD *et al.* (1993); dans la Meuse aussi elle répond différemment aux engrais selon les milieux: augmentation au niveau du GOF et baisse pour les autres groupements. Selon MOUNTFORD *et al.* (1996) cela serait en partie dû à des variations dans les conditions de vie de l'espèce d'un site à l'autre.

Le cortège floristique du CFP3 présente, pour certaines espèces communes au SOM, une résistance plus importante vis-à-vis des engrais. En effet, de nombreuses espèces mésotrophes, qui régressent dans le SOM1 (*Centaurea jacea*, *Arrhenatherum elatius*, *Galium verum*, *Lotus corniculatus*, *Colchicum autumnale*, *Ranunculus acris*) pour des doses de 100-120U d'N/ha, se maintiennent encore dans le couvert du CFP3 (120-160U), où seules leurs abondances diminuent. Ce phénomène trouve peut-être une explication dans les "apports fertilisants" des eaux d'inondations au niveau du SOM1, qui sont, suite à des inondations moins fréquentes, plus ponctuels et plus rares au niveau du CFP3. Le niveau trophique du SOM1 est donc "naturellement" plus élevé que celui du CFP3. Par contre les espèces oligotrophes (*Briza media*, *Avenula pubescens*...) du CFP régressent très rapidement suite à l'application de faibles doses d'engrais (30U).

4.1.3. Impact comparé des engrais et du pâturage sur la composition floristique des prairies de fauche

Le tableau synthétique 50 met en évidence l'impact différent des deux facteurs d'intensification des pratiques agricoles (fertilisations et pâturage), sur la flore, par rapport à celle des prairies gérées de manière extensive. Les espèces réagissent différemment; elles peuvent:

- **conserver quasiment les mêmes fréquences d'apparition** dans les relevés réalisés dans des parcelles fertilisées, pâturées ou gérées en fauche uniquement. Ces espèces semblent indifférentes vis-à-vis des facteurs "anthropiques"; on y rencontre de nombreuses graminées comme *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Hordeum secalinum*, *Festuca pratensis*... Il faut cependant analyser ces résultats avec précautions. En effet, ces graminées font partie du fond floristique "classique" des prairies alluviales; c'est pourquoi leurs fréquences sont conservées. Par contre, leurs abondances peuvent varier; ainsi les coefficients d'abondance de *Dactylis glomerata* et d'*Alopecurus pratensis* augmentent très nettement (cf tableaux 62 à 65) suite à la fertilisation du CFP pour l'une et du SOM pour l'autre.

- augmenter suite au pâturage et à l'application des engrais, comme *Lolium perenne*.

- devenir plus fréquentes, voire apparaître dans les pâtures, comme *Capsella bursa-pastoris*, *Poa annua*, *Alopecurus geniculatus*...

- régresser dans les parcs et les prairies fertilisées. Souvent l'intensité de régression d'une espèce est plus importante suite au pâturage, comme on peut le voir pour *Leucanthemum vulgare*, *Galium verum*, *Rumex acetosa*, *Filipendula ulmaria*, *Trifolium pratense*...

- régresser ou disparaître dans les pâturages uniquement. Ainsi, *Cerastium fontanum*, *Festuca rubra*, *Elymus repens*, *Poa pratensis*, *Centaurea jacea*, *Silaum silaus* voient leurs fréquences se maintenir dans les prairies de fauche; cependant les effectifs de *Centaurea jacea* aurait tendance à amorcer une décroissance dans les parcelles fertilisées et ceux d'*Elymus repens* au contraire à augmenter (cf coefficients d'A-D).

- adopter un comportement différent dans les prairies de fauche fertilisées selon les groupements étudiés. Ainsi, *Agrostis stolonifera* régresse dans les zones "hautes" fertilisées et aurait tendance à augmenter au niveau du *GOF1*; ceci semble logique, car c'est une espèce tardive et "basse", plutôt hygrophile, qui valorise bien les engrais dans les zones humides, alors qu'elle est concurrencée par des espèces plus précoces et plus hautes (*Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*) dans les zones mésophiles. D'autres espèces possèdent des effectifs qui varient sans logique apparente selon les groupements (*Lathyrus pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon autumnalis*, *Vicia cracca*), celles-ci pouvant peut-être présenter des sensibilités différentes aux quantités d'engrais appliquées selon les niveaux d'humidité.

Globalement le pâturage est plus restrictif vis-à-vis de la végétation que la fauche même avec application d'engrais. Ceci se traduit au niveau de la richesse spécifique qui est en moyenne de 17,3 pour les pâturages contre 22 pour les prairies engraisées. La différence n'est pas très grande; ceci est dû essentiellement aux quelques espèces "banales" (*Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*...) qui apparaissent dans les parcs et qui "contre-balancent" les pertes par rapport aux prairies fertilisées.

4.1.4. Impact de la diminution de la pression de fauche sur la composition floristique des prairies de fauche, développement d'une mégaphorbiaie dominée par *Filipendula ulmaria*

La mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria* est observée sur des parcelles où la pression agricole est nulle ou peu soutenue fauche n'ayant lieu qu'une fois par an ou tous les deux ans sans pâturage du regain). La dominance de la Reine des prés y détermine son appauvrissement floristique.

Cette formation, dominée par *Filipendula ulmaria*, pourrait être rattachée au *Thalictro flavi-Althaeetum officinalis* (Mol. et Tallon, 1950). Cependant, sur l'A.F.C. globale des

prairies, les relevés qui y sont réalisés ne s'individualisent pas de ceux des associations de prairie de fauche correspondantes (*SOM* et *GOF*), ce qui nous a conduit à la maintenir sous forme de faciès dans ces unités phytosociologiques.

Le tableau 51 met en évidence les cortèges floristiques différents de la mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria* que l'on rencontre dans la vallée de la Meuse. La composition floristique des relevés réalisés traduit deux gradients, de déprise plus ou moins importante et d'humidité.

Ainsi, cette formation dérive du *GOF1* ou du *SOM* par la diminution plus ou moins forte de la pression anthropique (fauche ou pâture). Le gradient de déprise se traduit par la chute du nombre d'espèces par relevé (le nombre d'espèces par relevé passe de 30 à 13) et l'augmentation du recouvrement de *Filipendula ulmaria*. Ainsi, plus la pression de fauche devient faible, plus la flore de la mégaphorbiaie se simplifie.

Le gradient d'humidité s'exprime par la présence d'espèces hygrophiles (*Galium palustre*, *Myosotis scorpioides*, *Caltha palustris*...) ou d'espèces plus mésophiles (*Rumex acetosa*, *Poa pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Glechoma hederacea*) voire méso-xérophiles (*Colchicum autumnale*, *Dactylis glomerata*, *Galium verum*).

La comparaison des relevés réalisés au niveau du *GOF1* dans des parcelles dont la pression de fauche est différente permet de suivre ce phénomène. Ainsi, lorsque la gestion agricole cesse totalement (rel. 1173), les indicatrices basses (*Myosotis scorpioides*, *Stellaria palustris*, *Mentha aquatica*, *Galium palustre*) du niveau d'humidité ont tendance à disparaître et il devient difficile de rattacher la mégaphorbiaie à un groupement initial. Ainsi, seule la présence de *Glyceria maxima* peut permettre de rattacher le relevé 1173 au *GOF*. Les relevés 1173 et 1200 dérivent vraisemblablement tous deux du *GOF1*, le premier après cessation totale de l'exploitation, qui se traduit par la dominance de *Filipendula ulmaria* (5) et le maintien de peu d'espèces prairiales (*Elymus repens*, *Alopecurus pratensis*, *Vicia cracca*, *Taraxacum officinalis*), le second avec la conservation d'une coupe unique tous les ans ou plus probablement tous les deux ans. Dans le relevé 1022, le recouvrement de la Reine des prés est plus faible (3-4) et permet le maintien de nombreuses prairiales (*Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus*, *Centaurea jacea*, *Trifolium repens*, *Potentilla anserina*...). Cette parcelle présente un début d'enfrichement, probablement suite au recul de la date de fauche ou de l'irrégularité de cette pratique.

Les relevés 1172 et 1171, qui ont été réalisés dans des zones plus sèches (*SOM1/2*) appartenant à la même parcelle, correspondent à des parcelles exploitées plus régulièrement (une coupe mi-Juillet chaque année) et présentent de ce fait une diversité spécifique encore assez importante. Celle-ci se révèle par la présence de nombreuses prairiales comme *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Ajuga reptans*, *Cardamine pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Glechoma hederacea*, qui possèdent cependant un recouvrement assez faible (+ ou 1 souvent); elles traduisent la dynamique d'expansion de *Filipendula ulmaria*, qui n'est encore présent qu'à des recouvrements de 3-4 dans le couvert. C'est au niveau de cette parcelle que l'on trouve deux espèces, *Carex flacca* et *Valeriana*

dioica, régulièrement rencontrées par DUVIGNEAUD en 1958 et qui ont bien régressé dans les études réalisées de 1992 à 1996 (cf § 4.2.1.).

Les dispositifs de suivi expérimentaux mis en place dans la vallée de la Meuse (cf § 4.2.2.) permettent de mettre en évidence la dynamique d'installation de ces formations qui sont, de par une pression de fauche plus importante, très ponctuelles et assez rares dans la vallée de la Meuse. De surcroît, TRIVAUDEY (1995) dans la Saône, DE FOUCAULT (1984) dans la Loire et DIDIER et ROYER (1989) dans l'Aube et la Seine mentionnent la présence de formations identiques (dominées par *Filipendula ulmaria* ou *Thalictrum flavum* selon les vallées) dans des zones où la pression agro-pastorale est peu soutenue ou nulle.

4.2. APPROCHE DIACHRONIQUE DE LA DYNAMIQUE PRAIRIALE

4.2.1. Etude diachronique historique: comparaison des groupements végétaux observés en 1958 avec ceux de 1993

Cette partie a fait l'objet d'une publication préliminaire dans les *C.R.Ac.Sc.* (GREVILLIOT & MULLER, 1995b)

4.2.1.1. Introduction

L'étude diachronique globale de la dynamique de la végétation a été réalisée à partir du travail de DUVIGNEAUD en 1958. La comparaison avec les relevés réalisés à cette époque a permis d'analyser l'évolution de la flore et des groupements végétaux prairiaux entre 1958 et 1993. En effet, cette étude présente l'état de la végétation de la plaine meusienne avant l'intensification des pratiques agricoles, qui s'est traduite par l'utilisation des engrais, la multiplication des parcs et le développement d'une fauche plus précoce.

En 1958, DUVIGNEAUD avait décrit trois grands types de groupements végétaux prairiaux et un type palustre associé:

- le "pré à *Bromus erectus*", qui occupe de vastes surfaces sur les parties de la plaine alluviale les plus éloignées du fleuve. Son cortège floristique se rapproche d'un *Mesobrometum*. C'est pourquoi l'auteur rattache ce groupement au *Mesobromion erecti*.
- la "prairie à *Colchicum autumnale* et *Festuca pratensis*", qui occupe la plus grande partie de la plaine alluviale et lui "impose sa physionomie particulière". DUVIGNEAUD y a distingué 3 sous-associations, sèche à *Sanguisorba minor*, typique et humide à *Filipendula ulmaria*.
- la "prairie humide à *Filipendula ulmaria*", qui signale les "parties déprimées de la plaine alluviale". Elle se présente sous 2 sous-associations, typique, "où les hautes herbes ont un développement végétatif exubérant", et à *Caltha palustris* et *Ranunculus repens*, où les hautes herbes ne forment plus que des colonies au sein des prairiales.
- les cariçaies des dépressions humides où *Carex disticha* peut être bien représenté.

4.2.1.2. Première A.F.C. sur la dynamique de la végétation

Une première A.F.C. (figure 40 a et b) regroupant une partie des relevés réalisés par DUVIGNEAUD (appartenant aux 3 groupements prairiaux précédemment décrits) et une partie de nos relevés (relevant du *CFP*, *SOM*, *GOF* et *HLP*) a permis de mettre en évidence les grands traits des modifications de la végétation entre 1958 et 1993.

Cette A.F.C. révèle la "disparition" d'un type de végétation, le pré à *Bromus erectus*. En effet seuls trois relevés réalisés en 1992-93 (1111, 1110 et 1115) semblent avoir une composition floristique se rapprochant de ce type.

Elle met aussi en évidence l'apparition d'un groupement de prairies pâturées. En effet, en 1958 seuls deux relevés avaient été réalisés dans des parcelles pâturées depuis peu. Ce pâturage récent n'avait pas encore permis à la végétation de se modifier en fonction de ce facteur.

4.2.1.3. Deuxième A.F.C. sur la dynamique de la végétation, groupements bas

Une deuxième A.F.C. (figure 41), mettant en jeu 23 relevés appartenant aux *SOM myosotetosum* et *GOF* de 1992/93 et 18 relevés de DUVIGNEAUD (1958) rattachés par cet auteur à la "prairie à *Filipendula ulmaria*" et aux cariçaies à *Carex disticha*, a été réalisée.

Cette A.F.C. permet de mieux comprendre les rapports entre les groupements prairiaux hygrophiles décrits en 1958 et ceux de 1993. Le *GOF eleocharetosum* et *typicum* forment avec les cariçaies à *C. disticha* un ensemble bien distinct des autres relevés sur la gauche du graphique. La "prairie à *Filipendula ulmaria*", dans sa variante la plus proche d'une mégaphorbiaie (rel. 0171 à 0176: relevés typiques), s'individualise aussi assez nettement. On peut cependant noter la présence au sein de ce groupe d'un relevé de 1993 appartenant au *SOM myosotetosum*. La prairie à *Filipendula ulmaria* dans sa variante la plus "prairiale" (à *Caltha palustris*) se situe à la convergence du *GOF* et du *SOM myosotetosum*.

4.2.1.4. Comparaisons floristiques des unités définies en 1958 avec celles de 1993

Les A.F.C. réalisées mettent en évidence l'hétérogénéité de la "prairie à Colchique et Fétuque des prés" de DUVIGNEAUD, qui recouvre les *CFP* et *SOM* de 1993. Le *CFP* défini par DUVIGNEAUD semble donc avoir une amplitude écologique trop large. Les sous-associations décrites relèvent de deux alliances différentes, l'*Arrhenatherion elatioris* et le *Bromion racemosi*. D'autres auteurs (SOUGNEZ & LIMBOURG, 1963; DIDIER & ROYER,

1989) avaient déjà abouti à cette constatation en comparant leurs tableaux à ceux de DUVIGNEAUD.

La "prairie à *Filipendula ulmaria*" de DUVIGNEAUD, quant à elle, recouvre des relevés appartenant à deux associations différentes, le *SOM myosotetosum* et le *GOF oenanthetosum*.

Les cariçaies constituent les homologues du *GOF2* et 3.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 52:

Le "décalage" entre la prairie à Colchique et Fétuque des prés et le *CFP* est net. En effet:

- la sous-association à *Sanguisorba minor* (Duv.) correspond en grande partie au *CFP brometosum erecti* (Grev.); quelques relevés relèvent du *CFP typicum*.
- la sous-unité *typicum* englobe le *CFP typicum* et *filipenduletosum*.
- la sous-unité à *Filipendula ulmaria* (Duv.) correspond au *SOM colchicetosum* et dans une moindre mesure au *SOM typicum*.

La prairie à *Filipendula ulmaria*, qui relève plus d'une mégaphorbiaie (cf § III 2.1.), recouvre les relevés du *SOM* et du *GOF*.

Le pré à *Bromus erectus* ne possède pas d'homologue en 1993.

a) Liens dynamiques entre les "unités sèches" décrites à 35 ans d'écart

La composition floristique du *CFPI* défini en 1993 semble se situer "entre" celle du "pré à *Bromus erectus*" et de la "prairie à Colchique et Fétuque des prés" variante à *Sanguisorba* (tableau 53). En effet, certaines espèces mésoxérophiles comme *Veronica teucrium* et *Onobrychis vicifolia* ne sont présentes que dans le "pré à *Bromus erectus*" et le *CFPI* alors que d'autres espèces, mésohygrophiles (*Filipendula ulmaria*, *Rumex crispus*, *Poa trivialis*) sont absentes du "pré à *Bromus erectus*", mais font partie des cortèges floristiques de la "prairie à Colchique et Fétuque des prés" variante à *Sanguisorba* et du *CFPI*. De plus, de nombreuses espèces xérophiles (*Ononis spinosa*, *Origanum vulgare*, *Arabis hirsuta*, *Anthyllis vulneraria*...) présentes dans le "pré à *Bromus*" sont absentes des relevés réalisés dans la vallée de la Meuse en 1993. Le *CFP brometosum* décrit dans la Meuse en 1993 possède donc une partie des caractères floristiques des deux groupements décrits en 1958.

Les hypothèses que l'on peut soulever au vu des différences entre les relevés réalisés en 1958 et en 1993 se résument surtout à des méthodes d'échantillonnages différentes, à la disparition possible du "pré à *Bromus erectus*" et à l'augmentation probable du niveau trophique en 35 ans:

- Le *CFPI* décrit en 1993 correspondrait, malgré l'absence de quelques mésohygrophiles (*Symphytum officinale*, *Cardamine pratensis*, *Silaum silaus*) et mésoxérophiles (*Anthyllis vulneraria*, *Arabis hirsuta*, *Agrimonia eupatoria*) à la "prairie à

Colchique", variante à *Sanguisorba* de DUVIGNEAUD. Ces différences de cortèges floristiques s'expliqueraient par la méthode d'échantillonnage de DUVIGNEAUD. En effet, il réalisait ses relevés sur des surfaces 100 m² dans la "prairie à Colchique", sous-unité à *Sanguisorba* et pouvait donc prendre en compte en même temps des espèces plus mésohygrophiles transgressives de la sous-association typique et des mésoxérophiles transgressives du "pré à *Bromus erectus*". Le "pré à *Bromus erectus*", quant à lui, aurait totalement disparu en 1993 suite au retournement et à la mise en culture des terres les plus sèches (sur les prairies de Pagny-la-Blanche-Côte, Charny-sur-Meuse et Consenvoye, les zones les plus hautes sont maintenant retournées).

- le *CFPI* pourrait être issu, suite à l'augmentation du niveau trophique, soit du "pré à *Bromus erectus*", et soit de la "prairie à Colchique et Fétuque", variante à *Sanguisorba*. En effet, les espèces xérophiles et/ou oligotrophes (*Anthyllis vulneraria*, *Viola hirta*, *Linum catharticum*, *Arabis hirsuta*, *Briza media*, *Rhinanthus minor*, *Carex tomentosa*, *Succisa pratensis*..), moins compétitives que les autres, ont régressé voire disparu suite à l'augmentation des apports azotés. TUXEN et PREISING en 1951 ont décrit une arrhénathéraie très proche du *CFPI* meusien qui, selon GEHU (1961), dériverait du "pré à *Bromus erectus*" par une pression anthropique plus forte. Dans ce cas, le *CFPI* dériverait du "pré à *Bromus erectus*" par des apports d'engrais. L'amendement a donc conduit à un appauvrissement de la flore. Au niveau de la "prairie à Colchique et Fétuque", variante à *Sanguisorba*, la présence d'espèces plus mésotrophes voire eutrophes (*Alopecurus pratensis*, *Hordeum secalinum*, *Lolium perenne*) par rapport au "pré à *Bromus erectus*" laisse présager d'inondations plus fréquentes, qui contribuent à une dérive nitrophile de la végétation.

En définitive, les deux hypothèses sont certainement toutes deux vérifiées; dans certains cas, le "pré à *Bromus erectus*" a bien disparu suite au retournement des terres les plus sèches dans d'autres, il a été transformé par les amendements. Un relevé réalisé dans la prairie de Pagny-sur-Meuse où nous avons trouvé *Thymus pulegioides*, certainement au même endroit que DUVIGNEAUD l'avait trouvé en 1958, dérive peut-être du "pré à *Bromus erectus*" suite à un niveau trophique plus important en 1993 par rapport à 1958. Le *CFPI* de la Meuse 1993 constitue donc vraisemblablement l'aboutissement dynamique, suite à la fertilisation, de la "prairie à Colchique" à *Sanguisorba minor* et du "pré à *Bromus erectus*" décrits par DUVIGNEAUD en 1958. D'ailleurs, DUVIGNEAUD (1982b) signale la disparition progressive d'un groupement relevant du *Mesobromion* (le pré à *Bromus erectus* et *Thalictrum minus*) dans le vallée de la Moselle suite à la mise en culture et à l'utilisation des engrais et ELLENBERG (1952) indique déjà que la fertilisation permet le passage des *Brometalia erecti* aux *Arrhenatheretalia elatioris*.

Ceci est d'autant plus plausible que les études menées en 1995 (cf § III 4.1.2.1.) confirment la grande sensibilité des espèces mésoxérophiles-oligotrophes (*Briza media*,

Leontodon autumnalis, *Senecio jacobaea*) du cortège floristique du CFP vis-à-vis de l'augmentation des fertilisations.

b) Liens dynamiques entre les unités basses définies à 35 ans d'écart

L'A.F.C. sur les zones basses met en évidence la correspondance topographique entre le SOM et le GOF de 1996 et la "prairie à *Filipendula ulmaria*" de 1958. Cependant au sein des relevés de la "prairie à *Filipendula ulmaria*" réalisés par DUVIGNEAUD (1958), on peut distinguer deux gradients, de déprise et/ou d'humidité (tableaux 54 a et b):

Ainsi, DUVIGNEAUD distinguait deux variantes dans sa "prairie à *Filipendula*" (tableau 54 a). Une variante "fauchée" à *Caltha palustris* où les prairiales mésohygrophiles sont encore nombreuses et une variante type où le couvert de Reine des prés est dense et où de nombreuses espèces régressent. Celles-ci sont de deux types, des prairiales, comme *Silaum silaus*, *Cardamine pratensis*, *Cerastium fontantum*, et des petits héliophytes comme *Eleocharis palustris*, *Oenanthe fistulosa*, *Mentha aquatica* qui sont étouffés par le couvert trop dense de *Filipendula ulmaria*.

Cependant, on peut distinguer deux variantes différentes, au sein de la "prairie à *Filipendula ulmaria*" de DUVIGNEAUD, qui recouvrent les deux niveaux hydriques des groupements définis en 1993 le SOM3 et le GOF1. Ces deux variantes, sèche et humide, recouvrent indifféremment les deux variantes de déprise, type et à *Caltha*, définies par DUVIGNEAUD (tableau 54 b). La variante proche du SOM3 se caractérise par la présence d'espèces mésophiles comme *Arrhenatherum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra* et l'absence ou la régression des héliophytes comme *Stellaria palustris*, *Galium palustre*, *Oenanthe fistulosa*, *Eleocharis palustris*. La variante plus proche du GOF1 se caractérise par l'absence des espèces mésophiles précédentes et l'abondance des petits héliophytes.

C'est la diminution de fréquence et/ou le retard de la fauche du SOM3 et du GOF1 qui a donc conduit à la formation des "prairies" à *Filipendula ulmaria*. En effet, DUVIGNEAUD indiquait dans son travail sur la Meuse l'irrégularité de la fauche sur ces parcelles: "au cours des années normales, les "prairies à *Filipendula*" sont fauchées régulièrement. Lors des années pluvieuses (...) ces prairies peuvent ne pas être fauchées". La présence, sous le couvert de la "prairie à *Filipendula ulmaria*", d'espèces appartenant aux cortèges floristiques du CFP et du SOM *colchicosum* (*Dactylis glomerata*, *Briza media* et *Colchicum autumnale*) indique une liaison dynamique probable avec toutes les sous-unités hydriques du SOM. Le SOM dériverait donc de la "prairie à *Filipendula ulmaria*" par la mise en place de pratiques agricoles plus régulières, fauches plus nombreuses ou pâturage du regain. Ceci est confirmé, par de nombreux auteurs (DE FOUCAULT, 1984; TRIVAUDEY, 1989; FRILEUX *et al.*, 1989; DAUDON, 1993) qui pensent eux aussi que le SOM et une partie du GOF dérivent, par développement d'une fauche régulière, des mégaphorbiaies alluviales de grandes vallées. De

plus, l'observation, dans la Meuse de nos jours, d'une formation dominée par la Reine des prés (cf § 4.1.4) dont la composition floristique est équivalente de celle de la "prairie à *Filipendula ulmaria*" confirme ce lien dynamique.

c) Origine dynamique du GOF:

La comparaison des groupements définis par DUVIGNEAUD (1958) et l'A.F.C. réalisée permettent de mettre en évidence la double origine "dynamique" du GOF, unité phytosociologique de création assez récente (DE FOUCAULT, 1984):

- Le GOF *oenanthesum media* est issu de la fauche des mégaphorbiaies et "prairies tourbeuses", dominées par des hautes herbes comme *Filipendula ulmaria*, *Thalictrum flavum*, *Symphytum officinale*... (GEHU, 1961; SOUGNEZ & LIMBOURG, 1963; LERICQ, 1965). Ces formations hautes étouffent les prairiales hygrophiles (*Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*, *Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*...) et petits héliophytes (*Eleocharis palustris*, *Oenanthe fistulosa*, *Mentha aquatica*...) caractéristiques du GOF. La reprise d'une fauche régulière permet l'ouverture du couvert et le développement des espèces plus basses.

- Les GOF *typicum* et *eleocharetosum palustris* semblent au contraire dériver des cariçaies à *Carex disticha* ou *vulpina*. DE FOUCAULT en 1984 se demandait déjà si ces "parvo-roselières" appartenaient bien à la classe des *Phragmitetea*.

4.2.1.5. Evolution de la richesse spécifique entre 1958 et 1993

Un appauvrissement floristique important apparaît entre 1958 et 1993; celui-ci se traduit surtout par la disparition ou la régression de nombreuses espèces oligotrophes et méso-oligotrophes (tableau 55 a) comme *Succisa pratensis*, *Viola hirta*, *Linum catharticum*, *Carum carvi*, *Festuca lemanii*, *Carex tomentosa*, *Dactylorhiza fistulosa*, *Ophioglossum vulgatum*... Beaucoup de ces espèces (*Succisa pratensis*, *Viola hirta*, *Linum catharticum*, *Thymus pulegioides*, *Primula veris*, *Carex flacca*...) sont signalées comme caractéristiques des "vieilles prairies non fertilisées" par WELLS *et al.* (1976) et EJRNAE & BRUUN (1995).

Valeriana dioïca et *Carex flacca* ont été rencontrés, en 1994, dans une parcelle dont la composition floristique est proche de celle de la prairie à *Filipendula ulmaria* lors de la cartographie de la végétation. Les 2 relevés (1171 et 1172) du tableau 51 de la mégaphorbiaie à Reine des prés montrent les groupements dans lesquels on peut rencontrer ces deux espèces. Ce sont des milieux exploités de manière très extensive avec des caractéristiques pédologiques particulières, c'est-à-dire un sol qui se rapproche du gley humique à hydromull et anmoor où la nappe est subpermanente, l'humus nettement hydromorphe évoluant vers une forme semi-tourbeuse (anmoor).

Rhinanthus minor, qui a bien régressé depuis 1958, est apparu brutalement lors des campagnes de terrain de 1995 et 1996, où il a été rencontré ponctuellement, alors qu'il n'avait jamais été observé les années précédentes. Peut-être les conditions climatiques particulières de ces dernières années lui ont-elles été favorables ? Selon PLANTUREUX (1983), il s'agit d'une espèce de milieux pauvres en azote et surtout en phosphore, qui se développe sur des parcelles sèches en milieu basique et humides en milieu acide.

Suite à la disparition ou la régression importante de nombreuses espèces oligotrophes et méso-oligotrophes dans les relevés de 1993 par rapport à ceux de 1958, les coefficients de trophie des groupements végétaux augmentent (tableau 55 b). Celui-ci traduit la "dérive nitrophile" de la végétation.

4.2.1.6. Conclusions

En 35 ans, la végétation prairiale de la vallée de la Meuse a beaucoup évolué tant dans sa diversité floristique (diminution de l'originalité floristique) que dans la modification des groupements végétaux.

En ce qui concerne la comparaison de la diversité spécifique des groupements décrits en 1958 et en 1993, le fait le plus marquant est la disparition de nombreuses espèces oligotrophes, que l'on peut mettre en parallèle avec l'apparition de *Festuca arundinacea*, espèce plus eutrophe totalement absente des relevés de DUVIGNEAUD. Les prairies actuelles doivent donc logiquement "subir" un apport azoté plus important que par le passé. Cette augmentation de la teneur en azote dans le sol a probablement plusieurs origines :

- l'intensification de l'agriculture, avec l'apparition, puis l'augmentation des apports d'engrais. Aujourd'hui les doses annuelles d'azote appliquées sur les prairies de la vallée de la Meuse se situent entre 0 et 180 kg d'azote/ha, avec une moyenne de 42 dans la zone de Luzy-Mouzay.
- l'augmentation des apports d'azote par les crues suite à la dégradation de la qualité des eaux d'inondation (BUTTLER, 1992b; PRACH & RAUCH, 1992). En effet, les teneurs moyennes en nitrates sont passées de 0,63 mg/l en 1971 à 8,2 mg/l environ en 1991 (données Agence de bassin.).
- les apports atmosphériques, qui d'après les estimations disponibles (NYS, 1989; THIMONIER *et al.*, 1992) atteignent entre 30 et 40 kg d'azote/ha/an dans le Nord-Ouest de la Lorraine, apports deux fois plus élevés que ceux des années 1950 (ASMAN *et al.*, 1987) et jugés suffisants pour provoquer des modifications floristiques sensibles dans les écosystèmes prairiaux (BOBBINK *et al.*, 1992; WILLEMS *et al.*, 1993). Les changements de la flore suite à l'augmentation de la charge azotée dans l'atmosphère ont été étudiés dans plusieurs pays, surtout nordiques (VAN BREEMEN & VAN DIJK, 1988). La plupart de ces travaux ont été réalisés sur des landes et des forêts. Il semble cependant évident que cet apport puisse avoir un effet non négligeable sur la composition floristique des prairies, surtout pour les types

oligotrophes. En Suède, une étude sur l'impact des apports d'azote atmosphérique sur des prairies calcaires a montré que la charge critique pour la flore des prairies serait de l'ordre de 14 à 19 kg d'azote/ha/an (BOBBINK *et al.*, 1992).

Ces différents facteurs agissent simultanément et concourent à une augmentation de l'approvisionnement azoté. Celui-ci a changé les modalités de compétition entre les plantes. En favorisant les espèces à croissance rapide, il a induit une "dérive nitrophile" de la composition floristique et provoqué la disparition ou raréfaction de nombreuses espèces oligotrophes (ELLENBERG, 1988).

Il y a ainsi eu "disparition" du "pré à *Bromus erectus*" *sensu* DUVIGNEAUD, c'est-à-dire présentant une composition floristique très différente du *CFP*.

Dans l'étude de DUVIGNEAUD, le *SOM* n'a pas d'existence réelle; il est soit rapporté à la prairie à Colchique et Fétuque des prés (var. à *Filipendula ulmaria*) pour les sous-associations *colchicetosum* et *typicum*, soit masqué par le développement des "hautes herbes" de la mégaphorbiaie à *Filipendula*. On peut noter au niveau de cette association qu'il n'y a pas eu autant de perte dans la diversité floristique que pour le *CFP*. En effet, les espèces oligotrophes y sont peu nombreuses. L'explication réside peut-être dans un apport plus fréquent et plus important de limons par les inondations dans ces unités basses. En effet, en 1958 aucune parcelle n'est fertilisée, mais les inondations apportent chaque année des fertilisants naturels; or seules les associations les plus basses sont fréquemment et longuement inondées, ce qui pourrait expliquer le nombre plus restreint d'espèces oligotrophes dans ces milieux.

En 1958 le *GOF* ne s'exprime pas réellement; il est masqué par la mégaphorbiaie ou assimilé aux cariçaies à *Carex disticha*, qui se rapprochent plus du *GOF typicum* et *eleocharetosum*. DUVIGNEAUD indique que le fauchage régulier des cariçaies favorise l'expression des espèces du groupe du *Filipendulo-Petasion* et que *Carex disticha* est le *Carex* qui semble le moins souffrir de la fauche. Cette constatation confirme l'idée d'une relation entre *GOF* et cariçaies par le développement de pratique agricoles plus régulières.

4.2.2. Etude diachronique expérimentale sur carrés permanents

4.2.2.1. Introduction

La mise en place des mesures agri-environnementales dans les vallées alluviales soulèvent souvent des problèmes concernant les niveaux de fertilisation à autoriser et les dates de fauche à appliquer sur les parcelles. Pour l'avifaune, les indicateurs biologiques retenus sont clairs (l'envol des jeunes) et la mise en place de pratiques compatibles avec le cycle biologique des espèces semble être un argument incontournable vis-à-vis du monde agricole. Par contre, il

est difficile de répondre aux interrogations des agriculteurs quant à l'utilité de ces mesures vis-à-vis des modifications de la flore. En effet, dans les plaines alluviales la dynamique de la végétation suite à la diminution des engrais et au changement des dates de fauche est encore mal connue et peu étudiée.

C'est pourquoi deux dispositifs de carrés permanents ont été mis en place dans la vallée de la Meuse afin d'évaluer l'impact sur la dynamique de végétation de:

(1) l'extensification des pratiques agricoles (recul de la date de fauche et diminution des doses d'engrais) sur des parcelles contractualisées "article 19".

(2) l'intensification des pratiques agricoles sur des parcelles rachetées par le C.S.L. Un suivi de la modification de la flore a été réalisé pour 3 types de fertilisation (0, 60U N, 60U NPK) et 4 différentes dates de fauche (1^{er} et 15 Juin, 1^{er} et 15 juillet) qui correspondent à des doses moyennes appliquées dans la zone étudiée et aux dates de fauche de l'article 19 et d'une fauche précoce.

Les modifications de la flore suite à l'intensification des pratiques agricoles (fertilisation, drainage) ont fait l'objet de suivis expérimentaux dans de nombreux pays, en France (DELPECH, 1975, 1978, 1989d), aux Pays-Bas (OOMES et MOOÏ, 1981; ELBERSE *et al.*, 1983; BERENDSE *et al.*, 1994; GROOTJANS *et al.*, 1996; WILLEMS et VAN NIEUWSTADT, 1996), en Angleterre (SMITH & JONES, 1991; BULLOCK *et al.*, 1995; MOUNTFORD *et al.*, 1996), aux USA (GIBSON *et al.*, 1993), mais souvent dans des systèmes très intensifiés (150 à 400 kg d'N/ha/an aux Pays Bas) et/ou très différents du système "prairie alluviale".

Les engrais stimulent la productivité des prairies en favorisant les espèces à croissance rapide comme *Alopecurus pratensis*, *Lolium perenne*, *Arrhenatherum elatius* (ELBERSE *et al.*, 1983; OBERLE *et al.*, 1989; TOUSSAINT & LAMBERT, 1992; MOUNTFORD *et al.*, 1993) au détriment des espèces basses ou à croissance lente (OLFF, 1992; WILLEMS *et al.*, 1993). L'extensification des pratiques agricoles (réduction ou arrêt de la fertilisation) doit permettre la restauration de la richesse spécifique des prairies. Selon certains auteurs (OOMES, 1992; OOMES & ALTENA, 1994; OOMES & KEMMERS, 1994), il faut réduire la matière sèche produite jusqu'à 6-7 t/ha/an avant de pouvoir espérer voir réapparaître certaines espèces dans le couvert végétal. Cependant, la diminution des doses d'engrais appliquées n'entraîne pas obligatoirement et rapidement l'augmentation de la richesse spécifique (MULLER *et al.*, in press; OOMES & VAN DER WERF, in press). En effet, celle-ci dépend de plusieurs facteurs:

(1) la présence d'une banque de graine viable (DUTOIT, 1995; Mc DONALD *et al.*, 1996)

(2) la proximité de prairies "extensives" qui peuvent réensemencer ces zones ou d'un autre moyen d'apport de graines (inondations)

(3) une structure du couvert prairial favorable à la germination des semences (BULLOCK *et al.*, 1995).

(4) la date de fauche, qui agit en favorisant les espèces dont les graines sont mûres (WELLS, 1980; OOMES & MOOÏ, 1981).

De surcroît, les effets résiduels des fertilisations peuvent encore se faire sentir quatre ans après leur arrêt (MOUNTFORD *et al.*, 1996) par la présence dans le sol de résidus, tout particulièrement phosphorés (MARRS, 1993), qui peuvent encore agir sur la structure et la densité du couvert.

Les changements dans la végétation prairiale résultent de diverses influences, dont les plus importantes sont certainement les changements dans l'environnement et les interactions entre les espèces (WILSON *et al.*, 1995). Ainsi, selon BAKKER *et al.* (1996), les mécanismes qui gouvernent les modifications de la flore sont de nature externe (inondation, niveau trophique, pâturage, pluviométrie...) et/ou interne (compétition inter-spécifique). Les facteurs externes agissent indirectement sur les facteurs internes de succession en augmentant la quantité de litière qui s'accumule (coupe tardive), en appauvrissant le sol (arrêt des fertilisations et exportation des végétaux), en diminuant la quantité de lumière au sol (fertilisation intensive), en augmentant l'humidité du sol (inondations, précipitations abondantes), ou en favorisant l'apparition des trouées dans le couvert (pâturage)... Ces variations de l'environnement affectent indirectement la communauté en entraînant des mécanismes de colonisation, expansion, apparition ou extinction d'espèces. Par la suite, la communauté elle-même va influencer les facteurs externes; ainsi une espèce dominante va pouvoir agir sur le sol et les cycles des nutriments (BOBBINK & WILLEMS, 1987; BOBBINK *et al.*, 1988).

Les variations dans la communauté résultent donc des compétitions végétales, définies par GRIME (1979) comme "the tendency of the neighbouring plants to utilize the same quantum of light, ion of mineral nutrient, molecule of water or volume of space" [la possibilité, pour des plantes voisines, d'utiliser le même quantum de lumière, ion d'un élément minéral, molécule d'eau ou volume d'espace] et l'espèce la mieux adaptée au milieu devient dominante. Cependant les relations entre espèces, et leur remplacement les unes par les autres restent des phénomènes encore peu étudiés, surtout lorsqu'elles se succèdent par paires, c'est-à-dire lorsque A est supplanté par B (HERBEN, 1996).

4.2.2.2. Résultats du suivi de la dynamique de la végétation sur les carrés de l'article 19 où une extensification des pratiques a été réalisée

Le suivi Daget-Poissonet réalisé permet d'obtenir des résultats en Fréquence (F) et en Contribution Spécifique au rendement (CSi) qui traduit l'importance (en volume) d'une espèce dans le couvert. Les résultats présentés sont exprimés (sauf exception) en fréquences d'apparition.

Les conclusions sur la dynamique de la végétation sont, pour deux raisons, difficiles à établir sur les cinq premières années (1992 à 1996) de suivi:

- les carrés permanents conservés exactement à la même place depuis la première année et retrouvés chaque année sont peu nombreux (TQ18, TQ9).
- la dynamique de la végétation prairiale est très lente (4 ans ne suffisent pas pour conclure selon STAMPFLI, 1992 et 10 ans de suivi seraient préférables pour BAKKER *et al.*, 1996), ceci d'autant plus que les pratiques agricoles ont peu changé et que les fluctuations climatiques interannuelles (inondations, température, pluviosité...) interfèrent beaucoup avec la dynamique liée aux changements des pratiques agricoles (VAN DEN BERGH, 1980; VAN DER MAAREL, 1985; COLLINS *et al.*, 1987; BAKKER, 1989; STAMPFLI, 1992; WALKER *et al.*, 1994).

Cependant, nous avons pu dégager des "tendances" dans l'évolution de quelques espèces par rapport aux fluctuations climatiques et aux changements des pratiques agricoles.

Ainsi, les fréquences de nombreuses espèces des carrés permanents étudiés séparément présentent des fluctuations unidirectionnelles. Par contre, lorsqu'on compare les fréquences de la même espèce au niveau des différents carrés, les variations vont rarement dans le même sens. Ainsi, les variations interannuelles et intergroupements (sur les différents carrés permanents) sont souvent importantes (WATT, 1960 et 1976; WILLIAMS, 1978) et résultent des fluctuations interannuelles des facteurs climatiques (pluviométrie, durée des inondations, températures,..., WEAVER, 1968; REINARTZ & WARNE, 1993; PIPER, 1994) et de leur intégration différente selon le type de végétation, correspondant à une compétition interspécifique différente (GRIME, 1979). Ainsi, pour *Trifolium pratense* (figure 42), la fréquence a globalement diminué entre 1992 et 1996, mais cette diminution ne connaît ni la même importance ni la même régularité selon les années et les parcelles suivies. Sur le carré TQ9, la décroissance est régulière alors qu'elle est brutale sur les carrés TQ4, TQ20 et Q15 et connaît des fluctuations sur Q1, TQ20 et Q15. En effet, le recouvrement de chaque espèce dépend de nombreux facteurs climatiques, stationnels (humidité et niveau trophique du sol, GIBSON & HULBERT, 1987; INOUE & TILMAN, 1988; AERTS *et al.*, 1990), mais aussi de la composition floristique de la zone (HERBEN *et al.*, 1993). Les espèces se remplacent les unes après les autres au sein d'un couvert végétal donné et la dynamique d'une espèce peut dépendre de la présence ou de l'absence d'une autre espèce plus ou moins concurrentielle qui pourrait ou non prendre sa place dans le couvert suite au développement de conditions de vie différentes.

Une première partie de l'étude du suivi quantitatif des carrés de l'article 19 va permettre de mettre en évidence le remplacement des espèces au sein des différents carrés permanents suite à la modification de certains facteurs du milieu comme la diminution ou l'augmentation de la fertilisation, le recul de la date de fauche ou la reprise d'une seconde coupe.

Ensuite, nous allons essayer de révéler la dynamique globale de certaines espèces au niveau de tous les carrés étudiés. Le tableau 56 indique les 11 carrés permanents suivis, pendant au moins trois ans, ainsi que les modifications des pratiques agricoles réalisées suite à la mise en place de l'article 19. Il faut noter qu'il n'y a eu que peu de changements dans les pratiques agricoles après la mise en place de l'article 19. En effet, seuls les carrés Q1, Q3, Q7, Q15 et Q13 connaissent une légère diminution (de 30 Unités) des doses d'engrais appliquées et un recul de la date de fauche (d'au moins 10 jours). Les autres parcelles connaissent certainement elles aussi un recul même léger des dates de fauche mais pas de diminution des doses d'engrais appliquées. Les variations constatées dans la flore peuvent donc être imputées à l'extensification des pratiques agricoles, mais résultent pour beaucoup d'espèces davantage des fluctuations climatiques et de ses interférences possibles avec les pratiques agricoles. De plus, les carrés Q15 et Q13 ne connaissaient qu'une fertilisation irrégulière avant la mise en place de l'article 19.

a) Dynamique de remplacement de la végétation au niveau de cinq carrés permanents particuliers

Quatre des cinq carrés (Q1, Q15, Q11, Q18) qui vont être étudiés présentent des successions d'espèces suite à des changements dans leurs conditions de vie (retard de la date de fauche, diminution des engrais, reprise de la fertilisation, tableau 56); un carré témoin (TQ4) va permettre de comparer les résultats observés à des variations liées au "climat". Les années 1994 et 1995 se distinguent du point de vue climatique par des inondations tardives et importantes et 1996 par l'absence de crues et une pluviométrie faible en Mars et Avril (cf illustration ci-contre). Cependant il faut être prudent vis-à-vis de ce témoin, car il se situe au niveau du *SOMI* dans des conditions stationnelles particulières (relative sécheresse estivale); la mise en place du contrat a tout de même pu retarder un peu les dates de fauche et empêcher (peut-être) une deuxième coupe.

Les espèces présentées dans les tableaux sont celles dont les fréquences d'apparition sont supérieures à 8% (c'est-à-dire contactées plus de 4 fois le long des lignes de visée).

* Carré témoin TQ4 (tableau 57)

Les espèces du carré adoptent différents comportements qui traduisent leurs stratégies adaptatives vis-à-vis des opportunités du milieu:

(a) **Espèces indifférentes**, dont la population reste relativement stable dans le temps comme *Taraxacum officinalis*, *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, *Carex hirta*, *Hordeum secalinum*, *Potentilla reptans*, *Rumex acetosa*. Les petites fluctuations interannuelles notées résultent vraisemblablement de l'observation sur le terrain qui peut-être sujette à de

nombreuses approximations (verse, vent, mise en place du dispositif...) et de variations du climat et/ou de la reproduction sexuée.

(b) Espèces dont les populations augmentent, par suite du développement de conditions favorables à leur expansion comme *Poa trivialis*, *Centaurea jacea*, *Elymus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens*, *Galium verum*, *Lolium perenne*. Les graminées, *Agrostis stolonifera* et *Poa trivialis* sont apparues dans le couvert végétal après deux printemps où les inondations ont été très importantes et longues (1994 et 1995). *Elymus repens* a lui aussi profité de conditions plus humides pour se développer de manière importante. D'ailleurs, ELBERSE *et al.* (1983) signalent que *Poa trivialis* a tendance à régresser lorsque l'humidité du milieu diminue. Le flux d'eau a permis l'apparition de trouées dans la végétation qui peuvent être rapidement exploitées par des espèces colonisatrices comme *Agrostis stolonifera*, qui est connu pour se développer beaucoup plus pour sa multiplication clonale que par ses graines peu nombreuses (BULLOCK *et al.*, 1995). De plus les crues ont pu véhiculer des graines et fertilisent généreusement le sol, ce qui peut permettre le développement d'une espèce hygrophile plus mésotrophe comme *Elymus repens* qui profite bien des engrais dans les zones basses fertilisées (SOLTNER, 1983). De la même manière, *Ranunculus repens* qui est méso-hygrophile a profité des inondations de 1995, exceptionnelles en durée et en ampleur pour s'étendre dans une zone habituellement trop "sèche" et trop "refermée" pour lui; cette espèce est une bonne colonisatrice stolonifère des zones ouvertes (BAKKER, 1989), mais en 1996 elle régresse suite à des conditions climatiques certainement trop sèches. D'ailleurs BAKKER (1989) met en évidence, dans ses suivis, les fluctuations assez importantes de *Ranunculus repens* selon les années. *Centaurea jacea* et *Galium verum*, quant à eux, peuvent peut-être être favorisés par un léger recul de la date de fauche qui permet le développement d'espèces plus tardives. En effet, *Centaurea jacea*, qui produit très tardivement des graines viables (OOMES & MOOÏ, 1981), est favorisé par une coupe tardive. C'est la sécheresse de l'hiver 1995 et du printemps 1996 qui a vraisemblablement permis le développement de *Lolium perenne*, qui est plutôt mésophile.

(c) Espèces dont les populations diminuent, suite à des conditions moins favorables à leur développement comme *Phleum pratense*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *Crepis biennis*, *Arrhenatherum elatius*... En 1994 et 1995, ces espèces plus mésophiles ont été dominées par des espèces plus adaptées aux conditions humides. On peut noter le remplacement d'*Arrhenatherum elatius* (en %) par *Agrostis stolonifera* qui semble avoir pris sa place, *Phleum pratense* semble supplanté par *Poa trivialis* et/ou *Elymus repens*. HERBEN (1996) indique l'importance de ces remplacements par "paires" pour expliquer la dynamique de la végétation.

(d) Espèces dont les populations fluctuent de manière importante, mais "discontinue", ces espèces semblent intégrer rapidement les variations des conditions climatiques mais ne se maintiennent pas dans le couvert comme *Alopecurus pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Lathyrus pratensis*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*. Le Vulpain,

Alopecurus pratensis, qui est une espèce mésophile méso-eutrophe, a connu un développement important en 1994 et 1995 après des inondations tardives et importantes; en 1996, où il n'y a pas eu d'inondations, il régresse de manière significative. Cette espèce a vraisemblablement profité des apports en éléments nutritifs par les crues pour s'implanter dans le couvert, mais pour une année seulement. *Filipendula ulmaria* a profité des inondations de 1995 et du recul probable de la date de fauche pour se développer dans le couvert. *Festuca rubra* et *Poa pratensis*, qui sont mésophiles, ont quant à eux plutôt mal supporté les inondations importantes de 1995 mais se sont vite rétablis dans le couvert suite à une période plus sèche en 1996. Il se peut que leurs graines aient du mal à germer dans des conditions trop humides. En effet, selon NEILL (1993), les inondations peuvent inhiber certaines graines.

* Carré Q1 où il y a eu une "extensification des pratiques agricoles"
(tableau 57)

Sur ce carré les pratiques agricoles ont changé avec une diminution des doses d'engrais appliquées de 30U environ (mais une fertilisation qui reste de 60U d'N/ha/an) et un recul des dates de fauche de 10 jours environ.

Comme le carré précédent, les espèces adoptent différents comportements qui traduisent leurs stratégies adaptatives vis-à-vis des opportunités du milieu:

(a) Espèces indifférentes aux changements des pratiques agricoles opérées et aux variations climatiques, dont les populations restent relativement stables dans le temps comme *Elymus repens*, *Hordeum secalinum*, *Rumex crispus*, *Crepis biennis*, *Lotus corniculatus*. Ces espèces possèdent un faible recouvrement dans le couvert et maintiennent leurs effectifs. Cependant, la population de *Rumex crispus* semble amorcer une décroissance et la fréquence de *Lotus corniculatus* semble augmenter avec les longues inondations de 1994 et 1995.

(b) Espèces dont les populations augmentent, suite au développement de conditions favorables à leur expansion comme *Poa trivialis*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Centaurea jacea*, *Lolium perenne*, *Ranunculus repens*, *Cardamine pratense*, *Bromus racemosus*. Ces conditions peuvent être:

- **climatiques** (cf carré témoin TQ4) comme pour *Poa trivialis*, *Ranunculus repens* et *Lolium perenne*. L'augmentation de la fréquence d'apparition de cette dernière peut paraître surprenante, d'autant plus que la fertilisation a diminué; ce sont vraisemblablement les conditions climatiques (crues fertilisantes en 1995 et sécheresse en 1996) et les apports par les agriculteurs (tout de même 60U) qui ont favorisé son expansion dans le couvert. *Lolium perenne* est connu pour bien valoriser les engrais (BAKKER, 1989; BERENDSE *et al.*, 1994; MOUNTFORD *et al.*, 1996), mais aussi pour être favorisé par le pâturage (ELBERSE *et al.*, 1983); or cette parcelle est pâturée assez longtemps à l'automne, ce qui pourrait doublement

expliquer son maintien dans le couvert. *Ranunculus repens* a colonisé le couvert végétal suite aux trouées des printemps 1994 et surtout 1995, mais, après une baisse, ses effectifs semblent se stabiliser. Entre 1993 et 1996, l'augmentation de ses effectifs est de la même ampleur (12 %) que pour le carré TQ4.

- **agricoles**, comme pour *Anthoxanthum odoratum* et *Ranunculus acris* qui sont méso-oligotrophes et dont les effectifs sont en nette augmentation. Ces espèces doivent intégrer rapidement la réduction des doses fertilisantes. De nombreux auteurs (ELBERSE *et al.*, 1983; BAKKER, 1989; DELPECH, 1989b) signalent leur sensibilité aux engrais qui se traduit par une régression dans les prairies fertilisées et une augmentation quand la fertilisation cesse ou diminue. Cette observation laisserait présumer qu'une dose de 60U d'N/ha/an permet leur maintien dans le couvert végétal; ceci se vérifie pour *Ranunculus acris* qui, dans la Meuse (cf comparaison prairies intensifiées et extensives), disparaît dans les parcelles fertilisées avec plus de 100Ud'N/ha/an. De surcroît, MOUNTFORD *et al.* (1996) indiquent que *Ranunculus acris* ré-augmente au bout de trois ans lorsqu'une fertilisation de 25U d'N cesse; or la diminution des engrais sur cette parcelle est d'environ 30U. *Bromus racemosus* et *Anthoxanthum odoratum* pourraient occuper, à un niveau trophique plus faible, la niche écologique d'*Alopecurus pratensis*. On peut noter que les effectifs d'*Anthoxanthum odoratum* sont sensibles à une humidité importante du milieu; en effet, il régresse fortement en 1995. *Centaurea jacea* plus mésotrophe, doit être favorisé par la diminution des doses d'engrais appliquées et par un léger recul des dates de fauche (cf TQ4). Selon ELBERSE *et al.* (1983), *Centaurea jacea* régresse sous l'effet des apports de phosphore et potassium. *Cardamine pratensis* profite vraisemblablement d'un couvert moins dense, suite à la diminution de la fertilisation, pour se développer. Cette hypothèse est confirmée par les observations de DELPECH (1989b), montrant sa régression suite aux fertilisations. *Plantago lanceolata* quant à lui, réagit peut-être de la même manière à la diminution des engrais, car il est signalé comme espèce de zones intermédiaires du point de vue trophique par OLFF (1992) et régresse aussi dans les expérimentations de DELPECH (1989b), mais il peut aussi être favorisé par les conditions sèches comme en 1996. De surcroît, ELBERSE *et al.* (1983) insistent sur les fluctuations importantes de ses effectifs au cours du temps.

(c) Espèces dont les populations diminuent suite à des conditions moins favorables à leur développement comme *Phleum pratense*, *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis*, *Rumex acetosa*, *Trifolium repens* et *Lathyrus pratensis*. Ces conditions sont de type:

- **climatique**, comme pour *Trifolium repens* et *Lathyrus pratense*. *Trifolium repens* régresse fortement en 1996 suite à des conditions plus sèches qui ne sont pas favorables au développement de cette espèce plutôt hygrophile; inversement *Lathyrus pratensis*, qui est plus mésophile, a amorcé une régression suite aux conditions extrêmement humides de 1995. *Holcus lanatus* est aussi sensible aux variations climatiques. En effet, il amorce une régression

suite aux conditions particulièrement humides de 1995; cette régression est simultanée à l'augmentation de *Ranunculus repens* et *Poa trivialis*. Comme le signale BAKKER (1989), cette espèce supporte mal l'humidité excessive du milieu (tout particulièrement hivernale) et elle est remplacée par des espèces stolonifères.

- **agricole**, comme pour *Phleum pratense*, *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis* et *Rumex acetosa*. Les graminées régressent face à la diminution des doses d'engrais qui stimulent leur croissance. *Alopecurus pratensis* est un bon indicateur des parcelles "engraissées" (DELPECH, 1989b); la chute de ses effectifs est proportionnelle à la diminution du niveau trophique. Les *Rumex* (cf *Rumex acetosa*) sont souvent des espèces plus nitrophiles qui ont tendance à se développer dans les zones amendées et à donc à régresser quand la fertilisation cesse. *Rumex acetosa* est une espèce dont les effectifs réagissent à des modifications de la fertilisation dans de nombreuses expérimentations (BAKKER, 1989; DELPECH, 1989b; OLFF, 1992).

(d) Espèces dont les populations fluctuent de manière importante mais "discontinue". Ces espèces semblent intégrer rapidement les variations des conditions climatiques, mais ne se maintiennent pas dans le couvert, comme *Filipendula ulmaria*, *Lotus corniculatus* et *Trifolium pratense*. La Reine des prés, *Filipendula ulmaria* connaît, pour les mêmes raisons, la même augmentation (8%) en 95 que sur le carré TQ4. *Lotus corniculatus* profite des inondations importantes de 1994 et 1995 et des trouées pour se développer, par contre il régresse rapidement en 1996, ses graines peuvent peut-être mieux germer grâce à l'humidité? Au contraire, *Trifolium pratense* régresse fortement avec une humidité trop importante.

* Carré Q11 où il y a eu une "intensification soupçonnée" des pratiques (tableau 59)

Sur le carré Q11 dont la gestion est confiée, en location, à un agriculteur à l'année par la commune de Mouzay, certaines espèces montrent un comportement différent entre 1993 et 1995. Or, l'exploitant de cette parcelle a changé entre 1993 et 1994. Il se peut que le nouvel agriculteur n'ait pas suivi au pied de la lettre les consignes de l'article 19, en particulier concernant les doses d'engrais appliquées (l'application du cahier des charges au niveau des fertilisations étant difficile à vérifier). Le comportement de certaines espèces (*Ranunculus acris*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Alopecurus pratensis*, *Rumex acetosa*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis stolonifera*) pourrait bien confirmer cette hypothèse.

Comme nous l'avons vu précédemment, les populations d'*Alopecurus pratensis* et de *Rumex acetosa* auraient tendance à augmenter avec l'utilisation des engrais, ce que nous pouvons observer sur cette parcelle. Ceci est corroboré par le développement d'*Agrostis stolonifera* et l'apparition de *Dactylis glomerata* qui sont vraisemblablement favorisés par des conditions climatiques humides pour l'un et sèches pour l'autre. OOMES et MOOÏ (1981)

indiquent qu'au bout de deux années, seulement, de fertilisation (50-75U), les effectifs de *Rumex acetosa* augmentent et qu'*Agrostis stolonifera* supporte très bien les apports d'engrais. De la même manière ELBERSE *et al.* (1983) insistent sur l'augmentation importante d'*Alopecurus pratensis* et *Dactylis glomerata* avec les engrais, et MOUNTFORD *et al.* (1996) mettent en évidence la même augmentation de *Dactylis glomerata* suite aux fertilisations. Cette espèce est exigeante en azote (PLAT & CHAVANCE, 1966) et le valorise bien (THOMPSON *et al.*, 1996) de plus c'est une compétitrice qui germe à l'ombre (BRETAGNOLLE *et al.*, 1995).

Inversement *Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Leontodon hispidus* régressent fortement. Les légumineuses fixant l'azote atmosphérique sont favorisées dans les parcelles gérées de manière extensive et régressent dès que la dose d'azote permet une concurrence des graminées trop importante (SCARISBRICK & IVINS, 1970; BOND, 1976). *Trifolium pratense* et *Lotus corniculatus* sont sensibles à des doses d'engrais de 75U (tableau 46); il se peut cependant que cette décroissance soit accélérée par les conditions humides des années 1994 et 1995, tout particulièrement pour *Trifolium pratense*. DELPECH (1989b) indique la régression de *Lotus corniculatus* sur les parcelles fertilisées. Nous avons vu sur le carré Q1 que *Ranunculus acris* serait sensible aux engrais et régresserait face à la concurrence inter-spécifique tout comme *Leontodon hispidus*. Cette dernière voit ses populations diminuer dans les expérimentations menées par DELPECH (1989b). ELBERSE *et al.* (1983) signalent la régression de *Ranunculus acris* lorsqu'il y a apport de NPK et WILLEMS & VAN NIEUWSTADT (1996) mettent en évidence l'augmentation de *Leontodon hispidus* après arrêt des fertilisations. Selon BAKKER (1989), ce sont une fauche en Juillet et les apports d'engrais (50U) qui favorisent l'augmentation de *Rumex acetosa* et la régression de *Ranunculus acris*. *Poa trivialis* augmente ponctuellement en 1995 suite aux conditions climatiques extrêmement humides de cette année; cette espèce ne se maintient pas dans le couvert, d'autant plus que la sécheresse de l'année 1996 lui est plutôt défavorable.

L'augmentation de *Lathyrus pratensis* qui est observée en 1996 résulte plutôt des conditions hivernales et printanières sèches, mais elle peut être favorisée par les engrais qui, stimulent la croissance de cette légumineuse possédant, contrairement aux autres, un port dressé par le biais de ses vrilles.

L'augmentation de certaines espèces, comme *Arrhenatherum elatius*, *Glechoma hederacea*, *Ajuga reptans*, *Galium verum*, laisse à supposer un recul assez important des dates de fauche ou l'arrêt de la pratique d'une seconde coupe. En effet, ces espèces traduisent une pression de fauche décroissante; *Glechoma hederacea* est signalé par OOMES et MOOI (1981) comme une espèce dont les effectifs augmentent suite à la mise en place d'une fauche unique ou irrégulière. D'ailleurs le même phénomène a été observé sur les carrés permanents de l'expérimentation d'intensification de l'ACNAT (chapitre suivant) dans la Meuse. *Arrhenatherum elatius* traduit le même phénomène, mais peut aussi être favorisé par les conditions sèches de 1996 (ELBERSE *et al.*, 1983).

* Carré Q2 où la fauche est retardée suite à des conditions très humides (tableau 60)

Ce carré permanent situé au niveau du *GOF1* est sujet à des inondations fréquentes qui ont été particulièrement longues aux printemps 1994 et 1995. Celles-ci ont beaucoup reculé la date de fauche qui a eu lieu, par exemple fin Juillet-début Août en 1995. Ce recul important de la date de fauche se traduit sur la végétation par la régression de certaines graminées, *Poa trivialis*, *Bromus racemosus*, *Elymus repens*, pourtant adaptées aux conditions humides du milieu, et leur remplacement par des espèces, (1) de cariçaies (*Carex disticha* et *hirta*, *Phalaris arundinacea*, *Mentha arvensis*), (2) nitrophiles (*Potentilla anserina*, *Rumex crispus*, *Carex hirta*), (3) favorisées par une fauche tardive (*Centaurea jacea*) ou (4) favorisées par le développement probable de trouées en 94 et 95 (*Ranunculus repens*). Les espèces typiques des zones enfrichées étouffent les graminées hygrophiles qui sont adaptées à un rythme de fauche régulier. L'accumulation d'une litière importante suite aux inondations tardives (qui couchent la végétation au printemps) et à la densification du chevelu racinaire par les *Carex* induit une "dérive nitrophile" de la végétation. BAKKER (1989) indique dans les Pays-Bas, comme dans la Meuse, que *Poa trivialis* régressse lorsque la litière s'accumule suite à une presssion de fauche décroissante et réaugmente avec la reprise de la fauche. GRIME (1979) indique que certains *Carex* et *Phalaris arundinacea* sont des espèces compétitives lors des coupes tardives.

Ce carré confirme le lien dynamique entre le *GOF1* et les cariçaies décrites par DUVIGNEAUD en 1958 suite au recul de la date de fauche ou à son irrégularité.

* Carré Q18 où une seconde coupe a eu lieu en 1995 alors qu'elle était absente auparavant (tableau 61)

Ce carré est situé sur une parcelle relevant du *SOM3* où la fauche a toujours eu lieu tardivement (entre début et mi-Juillet), ce qui a permis le développement d'une espèce sociale *Filipendula ulmaria* accompagnée d'espèces de mégaphorbiaies humides comme *Scirpus sylvaticus* ou *Carex disticha*. Les premières années de l'étude (1993-94-95), la date de fauche ayant encore reculé d'une quinzaine de jours (fin Juillet), la Reine des prés a eu tendance à augmenter son recouvrement au détriment d'espèces plus basses, comme *Carex disticha*, *Lathyrus pratensis*, *Phleum pratense*, *Agrostis stolonifera*, mais aussi d'espèces qui sont pourtant davantage adaptées aux friches humides comme *Scirpus sylvaticus* ou *Juncus glaucus*. En parallèle, *Alopecurus pratensis*, qui est mésotrophe et suffisamment précoce (BOMMER, 1959) pour ne pas être gêné par *Filipendula ulmaria* (OOMES & MOOÏ, 1981), est favorisé par l'accumulation de litière et de matière organique (cf chapitre étude des sols). OOMES et MOOÏ (1981) ainsi que BAKKER (1989) indiquent qu'une fauche tardive (Août, Septembre) ou ayant lieu en Juillet mais non suivie d'une deuxième coupe ou d'un pâturage du

regain favorise l'expansion de *Filipendula ulmaria* au détriment d'espèces à croissance plus lente qui sont étouffées sous un couvert trop dense. Une autre graminée, *Holcus lanatus*, se maintient bien (en 1992 et 1993) dans le couvert de la mégaphorbiaie à Reine des prés; en effet elle est favorisée par une coupe tardive (OOMES & MOOÏ, 1981), mais par contre, selon BAKKER (1989), elle semblerait plus ou moins bien supporter l'accumulation de litière, ce qui expliquerait sa régression, sur Q18, les années suivantes.

En 1996, suite à la mise en place d'une seconde coupe à la fin Août 1995 et peut-être aussi à des conditions climatiques plus sèches, de nombreuses graminées connaissent un développement important; il s'agit de *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Alopecurus pratensis*, *Agrostis stolonifera*. Ces espèces profitent de l'apparition de trouées (BULLOCK *et al.*, 1995) et de la diminution de la litière suite au ralentissement de la dynamique de conquête de la Reine des prés. Malgré une fréquence d'apparition identique entre 1995 et 1996, la CSI de *Filipendula ulmaria* chute énormément entre les deux années pour rejoindre une valeur proche de celle de la première année d'étude (1992). La régression de la contribution au rendement (CSI) de la Reine des prés met en évidence l'importance de la seconde coupe sur la régulation de la dynamique de conquête du milieu par cette espèce.

Ce carré présente la dynamique inverse du carré Q2 avec la réapparition des graminées suite à la reprise d'une pression de fauche plus importante.

b) Dynamique globale des espèces sur tous les carrés permanents

La synthèse des observations des différents carrés permanents permet d'établir les différents types de comportements des espèces et leur dynamique de conquête de l'espace, en étudiant plus particulièrement les fréquences comparées de la première année d'étude à celles de la dernière, et en s'attachant à des années au climat exceptionnel:

(a) Des espèces (figures 42 et 43 a à c) qui réagissent probablement aux facteurs climatiques importants vis-à-vis de la végétation comme:

- la pluviométrie tardi-hivernale ou printanière, qui a augmenté au cours des hivers 93/94 et 94/95 et qui s'est traduit par des inondations plus longues et plus importantes
- la relative sécheresse printanière et l'absence d'inondations hivernales en 1995/96.

Ranunculus repens (figure 43a) augmente sur quasiment tous les carrés permanents des années 1992 à 1995. Cette espèce profite certainement des conditions climatiques particulièrement humides de ces dernières années, qui favorisent les espèces mésohygrophiles qui tolèrent des durées d'immersion printanières et hivernales longues. Ces espèces peuvent posséder une capacité de régénération végétative rapide (SARUKHAN, 1974) et mettent en place une stratégie de colonisation et d'utilisation de l'espace plus "opportuniste" (GRIME, 1979), c'est-à-dire qu'elles profitent des trouées et des opportunités offertes par le milieu pour se développer. ELBERSE *et al.* (1983) aux Pays-Bas indiquent que, comme dans la Meuse,

Ranunculus repens ne semble pas affecté par les pratiques agricoles et plus particulièrement par la fertilisation; cependant sa population peut régresser rapidement suite à des conditions climatiques plus sèches (1996 carrés TQ4, TQ20 et Q1) lorsqu'elle est supplantée par des espèces plus résistantes à la sécheresse.

Ce sont vraisemblablement les mêmes inondations tardi-hivernales qui ont permis l'implantation et l'expansion d'*Agrostis stolonifera* (figure 43b) sur tous les carrés permanents. De même, ELBERSE *et al.* (1983) signalent l'importance des conditions d'humidité sur les populations d'*Agrostis stolonifera* qui régressent quand il y a un drainage important. Cette espèce, une fois "installée" dans le couvert, semble s'y maintenir sans problème, les conditions de déficit hydrique observées en 1996 n'ayant pas affecté sa dynamique de colonisation du milieu.

BAKKER (1989) met en évidence les capacités "identiques" de ces deux espèces vis-à-vis de la colonisation du milieu, en profitant des trouées dans la végétation; elles connaissent souvent des augmentations parallèles d'autant plus que leur croissance est stimulée par les conditions d'humidité importante du milieu. En parallèle *Holcus lanatus* régresse en 1995 suite aux fortes conditions d'humidité.

Trifolium pratense (figure 42) voit ses effectifs diminuer au cours du temps. Cette espèce, plutôt mésophile, est peut-être sensible aux inondations particulièrement fréquentes et longues de ces dernières années (1994 et 1995), qui ont favorisé sa régression sur tous les carrés permanents. Cette espèce n'a pas profité des conditions climatiques plus sèches de 1996 pour reprendre sa place dans le couvert, sauf au niveau de Q1 où la dose d'engrais appliquée (réduite à 60U) lui permettait peut-être de se maintenir.

Festuca rubra (figure 43c), augmente sur tous les carrés permanents, la dynamique de sa population est influencée par l'humidité du sol; en effet, il a souvent régressé suite aux inondations de 1994 et 1995 (carrés TQ4 et Q15) et très nettement augmenté suite aux conditions sèches de 1996. La destruction du couvert au niveau de la parcelle TQ9 permet son apparition et son implantation dans une végétation souvent trop haute et/ou trop dense.

(b) Des espèces (figure 44 a à d) qui semblent être sensibles à la modification des pratiques agricoles (diminution de la fertilisation, retard de la date de fauche):

Ces espèces pourraient être utilisées comme bio-évaluatrices (BLANDIN, 1986) de la qualité du milieu et de l'intensité des perturbations anthropiques.

Ainsi, *Ranunculus acris* (figure 44a) augmente de manière importante et régulière sur le carré Q1 où la dose d'engrais appliquée a diminué alors qu'il régresse sur Q11 et Q18 pour deux raisons différentes:

- sur Q11 des engrais ont été appliqués,
- sur Q18 la date de fauche ayant reculé a favorisé le développement de *Filipendula ulmaria* qui a étouffé les espèces basses comme *Ranunculus acris*.

Rumex acetosa (figure 44b) régresse sensiblement sur le carré Q1 et augmente sur Q11; cette espèce est influencée par la fertilisation, elle valorise bien les engrais (OOMES & MOOÏ, 1981).

Filipendula ulmaria (figure 44c) augmente sur quasiment tous les carrés permanents; ce phénomène s'explique certainement par un recul, même léger, des dates de fauche suite à la mise en place de l'article 19 et semble favorisé par les inondations importantes de 1995. Il semblerait que cette espèce soit particulièrement sensible à des variations même faibles de la pression de fauche. En effet, la parcelle Q18 fauchée tardivement (mi-Juillet) depuis des années présente un développement exubérant de la Reine des prés alors que dans les parcelles voisines, habituellement fauchées dans la deuxième quinzaine de Juin et pâturées en regain ou faisant l'objet d'une deuxième coupe, ses effectifs sont bien plus réduits. On peut aussi noter l'augmentation très nette de l'abondance de la Reine des prés dans une parcelle adjacente à Q18 dont la date de fauche a été reculée de 1 mois en passant du 1^{er} Juin au 1^{er} Juillet. Cette espèce profite largement d'une pression anthropique (fauche ou pâture) qui diminue; ceci confirme les conclusions de la comparaison des relevés de 1993 avec ceux réalisés par DUVIGNEAUD (1958) et sur les résultats obtenus sur au niveau des prairies intensifiées et pâturées. Sur le carré TQ20, où la fréquence de *Filipendula ulmaria* est relativement stable, la date de fauche n'a pas changé (toujours après le 15 Juillet); cette parcelle faisant l'objet d'une deuxième coupe fin Août-début Septembre, la Reine des prés ne colonise pas le milieu. Ainsi, OOMES et VAN DER WERF (à paraître), insistent sur l'importance d'une deuxième coupe ou d'un pâturage du regain pour contenir la dynamique colonisatrice de certaines "grandes" espèces qui interceptent la lumière et induisent une baisse de la diversité spécifique (OOMES, 1992). De surcroît, lorsque la pression de fauche diminue, il y a une accumulation de litière qui permet une auto-fertilisation du milieu (BUTTLER, 1992a; GIBSON *et al.*, 1993) qui, de ce fait, favorise là aussi les espèces à surface feuillée importante qui croissent et capturent les ressources du milieu plus rapidement (OLFF, 1992).

Les populations d'*Alopecurus pratensis* (figure 44d) connaissent des fluctuations différentes selon les parcelles, le niveau hydrique, les pratiques agricoles et les années. *Alopecurus pratensis* est une espèce compétitive qui valorise bien les engrais et possède une croissance rapide en utilisant les matières minérales du sol (MILTON, 1940; GRIME & HUNT, 1975), ce qui explique l'augmentation de ces effectifs sur certains carrés permanents. ELBERSE *et al.* (1983) soulignent eux aussi sa sensibilité aux fertilisants. Cependant, plusieurs facteurs qui sont souvent liés et agissent en parallèle, influencent la dynamique de ses effectifs:

(1) les inondations de 1994 et 1995 ont déterminé l'augmentation surprenante d'*Alopecurus pratensis* qui est plutôt mésophile. En effet, les eaux du fleuve ont permis des apports inhabituels de fertilisants. Ce phénomène est très net sur les zones sèches (carrés TQ4, TQ9 et Q11) qui ont été très exceptionnellement inondées en 1994 et 95.

(2) les changements dans le niveau de fertilisation avec:

- la diminution des apports d'engrais sur le carré Q1, *Alopecurus pratensis* y régresse de manière très nette.
- l'augmentation probable des engrais sur le carré Q11, déterminant son extension sur cette parcelle.

(3) la pression de fauche croissante et la présence importante de matière organique sur le carré Q18, qui était dominé par *Filipendula ulmaria*, favorisent cette espèce vernale et mésotrophe (BOMMER, 1959).

Les effectifs d'*Alopecurus pratensis* seraient donc plus ou moins directement influencés par la quantité de nutriments dans le sol plutôt que par le climat, bien que ce soit ce dernier facteur qui détermine les durées d'inondation et les possibilités d'apports de nutriments par les eaux du fleuve.

(c) Espèce dont la population est doublement influencée par le climat et les pratiques agricoles:

Galium verum (figure 45) a augmenté sur quasiment tous les carrés permanents entre 1992 et 1996, cette augmentation étant très importante en 1996. Cette espèce plutôt mésophile est favorisée par les conditions climatiques sèches de cette année, mais ne supporte tout de même pas une sécheresse trop importante, car elle régresse sur le carré Q13 localisé au niveau le plus haut du suivi article 19 (CFP3). De surcroît il faut aussi intégrer le recul de la date de fauche qui se remarque par son augmentation régulière sur TQ4 et TQ9 et son comportement inverse suite à la reprise de la fauche (cf § 4.2.2.3., dispositif expérimental haut de l'ACNAT). De plus, l'ouverture du couvert semble favoriser cette espèce; en effet, elle augmente beaucoup sur TQ9 où la végétation a été très déstructurée ces dernières années.

(d) Des espèces dont la fréquence fluctue (diminue ou augmente) sans logique apparente, quels que soient les modes de gestion et les années (figures 46a à c): *Lolium perenne*, *Phleum pratense* (figure 46a), *Potentilla reptans*, *Plantago lanceolata*, *Glechoma hederacea*, *Hordeum secalinum*, *Festuca pratensis*, *Lathyrus pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Vicia cracca*, *Trifolium repens*.

Ces espèces ne sont vraisemblablement pas influencées que par un seul facteur du milieu. Selon PIPER (1994), les variations aléatoires de la composition floristique selon les années et les groupements végétaux résultent des interactions entre le sol et le climat: "interactions between soil quality and weather can affect different prairie plant communities in different ways" [les interactions entre la qualité du sol et le climat peuvent affecter de différentes manières les communautés végétales prairiales] et les différents sites peuvent "répondre différemment à des différences de précipitations annuelles, en terme de biomasse ou de composition spécifique".

Trifolium repens (figure 46b) grâce à ces stolons met en place une stratégie de "gap exploitation" (WATT, 1976; GRIME, 1979); c'est un colonisateur des sols nus (BOSTOCK,

1976), qui possède une capacité de régénération rapide au printemps. Sur certains carrés permanents, il a connu une augmentation importante suite aux inondations tardives de 1994 et 1995 (carrés TQ9 et Q1); par contre il ne s'y maintient pas en 1996. Globalement sa population chute de 1992 à 1996, surtout suite à des conditions climatiques trop sèches qui ne lui permettent pas de se maintenir dans le couvert en 1996. Seul le carré Q3 montre une augmentation de ces effectifs; ce carré est situé sur une parcelle relevant du *GOF1* et pâturée assez longuement à l'automne, ce qui permet une destruction du couvert et une humidité suffisante du sol favorisant l'expansion de cette espèce (ELBERSE *et al.*, 1983).

L'augmentation, surprenante, en 1995 sur le carré TQ9 de *Vicia cracca* et de *Lathyrus pratensis* peut trouver une explication dans la structure très particulière du couvert végétal cette année, qui a pu favoriser l'expansion de ces espèces "colonisatrices". En effet, suite à des inondations longues, un ressuyage assez rapide (avec une chute rapide de la nappe alluviale) et la présence d'un sol à fort pourcentage d'argile (nombreuses fentes de dessiccation), la végétation de la "parcelle TQ9" était très "abimée" au début du printemps. Le couvert était morcellé, peu dense et pouvait de ce fait permettre, peut-être, le développement de ces espèces. *Vicia cracca* connaît des fluctuations cycliques dans le suivi réalisé pendant 8 ans par OOMES et MOOÏ (1981) sur des prairies de *Arrhenatherion elatioris*; selon eux sa fréquence dépend beaucoup du stade de fauche de la végétation. De la même façon, ELBERSE *et al.* (1983) indiquent que les fluctuations inter-annuelles sont importantes pour les légumineuses, comme *Vicia cracca* et *Lathyrus pratensis*, dans leurs dispositifs expérimentaux.

Plantago lanceolata (figure 46c) fluctue également de manière importante; il peut disparaître une année et réapparaître l'année suivante quelles que soient les conditions du milieu. Ceci s'explique peut-être par son adaptation importante aux prairies humides grâce à une banque de graines persistante (VAN DER VALK & DAVIS, 1976). BAKKER (1989), observait le même phénomène dans ses prairies humides néerlandaises.

ELBERSE *et al.* (1983) signalent que les espèces qui présentent un comportement cyclique peuvent avoir une durée de vie limitée, comme pour *Plantago lanceolata* dont 65% des individus disparaissent au bout de deux ans (SAGAR, 1970). La régénération des populations ne serait possible qu'à partir de la reproduction sexuée qui dépend beaucoup de la date de fauche et des fluctuations climatiques (KRUIJNE *et al.*, 1967). Selon OOMES et MOOÏ (1981), pour *Plantago lanceolata*, la production de graines viables est tardive, ce qui explique d'autant plus ses fluctuations types "big-bang" (cf suivi expérimental d'intensification, § 4.2.2.3.).

4.2.2.3. Résultats du suivi de la dynamique de la végétation sur les carrés expérimentaux où une intensification a été expérimentée

Le suivi de la dynamique de la flore des carrés permanents de l'ACNAT sous l'effet d'une intensification a commencé en 1994. Les premiers résultats commencent à se dessiner et

ce, d'autant plus que les changements dans les pratiques agricoles et les différences climatiques inter-annuelles ont été importantes.

a) Comparaison de l'évolution de la végétation au niveau de la zone basse (*SOM3*) et de la zone moyenne (*SOM1*):

La date de fauche de la parcelle expérimentale précédant la mise en place du dispositif expérimental se situait entre le 15 Juin et le 1^{er} Juillet, les doses d'engrais appliquées étaient de 45 Unités de NPK, mais leur application était très irrégulière (une fois tous les trois ans). La parcelle était pâturée en regain au mois de Septembre. Le pâturage du regain a été supprimé suite à la mise en place du dispositif. En septembre 1995, les bovins ont tout de même réussi à passer le grillage et à brouter légèrement la zone en défens.

La dynamique des espèces des dispositifs bas et haut traduisent différents facteurs, comme le recul de la date de fauche, son avancement, l'arrêt du pâturage et l'augmentation des fertilisations.

* Dynamique globale des espèces du dispositif bas (*SOM3*, tableau 62)

La dynamique de la végétation du dispositif est déterminée par différents facteurs qui peuvent agir de façon convergente ou antagoniste.

(a) Le changement de la pression anthropique de fauche (recul ou avancement de la date de fauche) et l'absence du pâturage du regain qui se traduit sur la dynamique de remplacement de la flore à travers certaines espèces:

- les *Carex* comme *Carex panicea* et *acuta* (dont les populations n'ont pu être systématiquement distinguées sur des critères uniquement végétatifs) et *Carex tomentosa*, dont les fréquences augmentent, sur les carrés témoins quelle que soit la date de fauche pour *Carex panicea* et *Carex acuta*, et aux dates de fauche 1, 2 et 4 pour *Carex tomentosa*. Ce dernier conserve une population relativement stable avec une seule coupe le 1^{er} Juillet; c'est surtout le recul ou une fauche trop précoce non suivie d'une deuxième coupe ou du pâturage du regain qui détermine son expansion dans le couvert (dates 1, 2 et 4). Ainsi, certains *Carex* sont de bons compétiteurs qui ont tendance à coloniser le milieu quand la pression anthropique de fauche diminue et/ou lorsque la régulation par le pâturage disparaît. Cette expansion est favorisée par l'accumulation de carbohydrates dans leurs organes de réserve (GRIME & HUNT, 1975; GRIME, 1979), qui leurs permettent un développement rapide à la saison suivante. Selon OOMES et MOOÏ (1981), *Carex acuta* est une espèce dont la population peut être régulée par le pâturage du regain ou par une seconde coupe. BILLIARD (1979) signale l'évolution du *Thalictro-Senecionetum* (équivalent du *SOM*) vers une caricaie lorsque la pression anthropique de fauche diminue.

- *Filipendula ulmaria* voit ses effectifs augmenter sur les carrés permanents non fertilisés, fauchés les 1^{er} Juin et 15 Juillet, c'est-à-dire dont la date de fauche est la plus éloignée de celle qui était réalisée avant la mise en place du dispositif. Pour cette espèce aussi, la pression de fauche est déterminante pour réguler la dynamique de sa population. OOMES et MOOÏ (1981) signalent qu'une seule coupe réalisée en Juin avec ou sans engrais favorise beaucoup son expansion dans la communauté végétale. De même, dans ses expérimentations dans les Pays-Bas, BAKKER (1989) observe l'augmentation importante de *Filipendula ulmaria* avec une seule coupe en Juillet. Visiblement une diminution même faible de la pression anthropique qu'on impose à la dynamique de la Reine des prés permet son expansion (cf légers reculs de la date de fauche pour l'article 19 et le dispositif expérimental de l'ACNAT).

- *Glechoma hederacea* voit ses effectifs augmenter sur tous les carrés permanents sauf le carré témoin du 1^{er} Juillet où il régresse. L'enfrichement peut favoriser cette espèce qui est pourtant basse, peut-être suite à l'enrichissement du sol en nutriments (suite à l'accumulation de matière organique). En effet, son augmentation est accrue avec les engrais. OOMES et MOOÏ (1981) ont observé le même phénomène dans les Pays-Bas avec une coupe en Juin et des fertilisations quasi-identiques (50-75U). Cependant les effectifs de cette espèce connaissent des fluctuations souvent trop importantes pour pouvoir confirmer une hypothèse.

- *Cardamine pratensis* régresse sur tous les carrés quelle que soit la date de fauche. C'est une espèce vernale, basse, à croissance lente (OOMES & MOOÏ, 1981) qui est rapidement étouffée par des espèces sociales plus hautes comme *Filipendula ulmaria*, *Carex panicea* et *acutiformis*... Ceci d'autant plus que sa régression est favorisée par l'accumulation de litière (BAKKER, 1989) et la sécheresse du printemps 1996 (ELBERSE *et al.*, 1983).

- *Bromus racemosus*, qui a régressé voire même disparu de tous les carrés permanents entre 1994 et 1996. Cette espèce doit intégrer très vite la diminution de la pression anthropique et disparaît suite au développement d'espèces hautes à croissance plus rapide, mais ce phénomène n'a été observé dans aucune des autres études.

- *Poa trivialis* a vu sa population chuter rapidement sur tous les carrés permanents du dispositif bas. Le maintien de *Poa trivialis* est peut-être favorisé par le pâturage du regain. Cette hypothèse est confirmée par la légère ré-augmentation de ses effectifs, qui est observée en 1996. En effet, les bovins ont réussi à passer le grillage de protection de la zone expérimentale et à brouter légèrement la zone en ré-ouvrant le couvert végétal. OOMES et MOOÏ (1981) signalent sa régression sur les parcelles fauchées une seule fois en Juin. De même, BAKKER (1989) observe sa régression lorsque la litière s'accumule et son augmentation avec la reprise de la fauche. Sur les carrés fauchés le 1^{er} Juin et fertilisés, on peut cependant noter son maintien plus important dans le couvert végétal.

- *Lychnis flos-cuculi* régresse sur les carrés fauchés le 1^{er} Juin. Cette espèce ne supporte vraisemblablement pas un enfrichement trop important de la végétation. Sur les autres carrés, sa population connaît des variations importantes qui peuvent dépendre de la date de maturation de ses graines (augmentation pour la fauche du 15 Juillet) ou du degré

d'enfrichement de la végétation (maintien de la Reine des prés aux dates de coupe du 15 Juin et 1^{er} Juillet). D'ailleurs BAKKER (1989) signale sa régression face à l'augmentation de *Filipendula ulmaria*, dans les carrés fauchés à la faux en Juillet. Selon OOMES et MOOÏ (1981) et MOUNTFORD *et al.* (1996), cette espèce supporterait mal les engrais mais aussi selon GROOTJANS *et al.* (1996) le drainage. Ceci pourrait expliquer les fluctuations importantes de sa population, car elle intègre différents facteurs. Ce dernier auteur indique que la population de *Lychnis flos-cuculi* possède un "turn-over" rapide (BIERE, 1991) et que l'établissement de ses graines nécessite des trouées. Or elles sont rares lorsque la végétation commence à s'enfricher.

Ces différentes espèces traduisent l'enfrichement du dispositif suite à la disparition du pâturage du regain et du changement de la date de fauche (recul ou avancement). En effet, l'absence d'une seconde coupe ou du pâturage en regain induit le maintien d'une quantité non négligeable de végétaux pendant l'automne et au printemps qui interdisent l'ouverture du couvert et la possibilité d'une implantation d'autres espèces (OOMES & VAN DER WERF, à paraître) et favorise l'accumulation d'une litière (BAKKER, 1989; BAKKER & DE VRIES, 1989). Ainsi, les carrés témoins fauchés le 1^{er} Juin montrent une perte importante de richesse spécifique entre 1994 à 1996 en passant de 26 à 19 espèces par carré. On note la disparition de certaines espèces basses qui possédaient souvent un recouvrement faible dans le couvert, comme *Silaum silaus*, *Rumex acetosa*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Cardamine pratensis*. GROOTJANS *et al.* (1996) précise lui aussi que plus la fréquence initiale d'une espèce est basse, plus elle disparaît rapidement lorsque les conditions lui sont défavorables.

(b) l'impact des engrais sur la végétation qui peut éventuellement moduler l'effet de la pression de fauche en favorisant ou défavorisant certaines espèces. Ainsi:

- la dynamique d'expansion de *Carex panicea* et/ou *C. acuta* est stimulée par les engrais. Ceci se remarque tout particulièrement sur les carrés fauchés le 1^{er} juin avec N seul et plus encore avec la fertilisation complète (NPK).

- la fréquence de *Filipendula ulmaria* augmente sur les carrés fauchés les 15 Juin et 1^{er} Juillet et fertilisés avec 60U d'N et d'NPK alors qu'à ces dates de fauche sa population se maintient sans engrais. OOMES et MOOÏ (1981) indiquent qu'après deux années de fertilisation (50U), la densification du couvert est importante suite à l'augmentation de *Filipendula ulmaria*.

- la population de *Carex tomentosa* se maintient ou diminue suite à l'application de 60U de NPK sur les différents carrés permanents, alors qu'il augmente sur le carré témoin et avec une fertilisation azotée seule. Les apports de phosphore et potassium semblent bloquer la dynamique d'expansion de cette espèce qui est connue pour être méso-oligotrophe. Visiblement l'application de l'azote seul est sans effet sur la régression de *Carex tomentosa*. En

effet, les sols de la Meuse ne sont pas carencés en cet élément (cf chapitre sur les sols). Lorsque la date de fauche est proche de celle qui était pratiquée avant la mise en place du dispositif expérimental (les 15 Juin et 1^{er} Juillet), l'application des 60U d'NPK fait régresser la population de *Carex tomentosa* de manière assez importante, alors que le 1^{er} Juin et le 15 juillet la dynamique de colonisation de cette espèce n'est que ralentie par les engrais. Ce phénomène est plus net à la date de fauche du 1^{er} Juin.

- *Elymus repens* augmente sur les carrés fertilisés (N et NPK) et fauchés les 15 Juin, 1^{er} Juillet et 15 Juillet, alors que sa population est relativement stable sur les carrés témoins. Cette espèce semble bien valoriser les engrais en zones basses. En effet, dans les Pays-bas (BERENDSE *et al.*, 1994) en 1970, il fait partie des espèces dominantes dans les zones basses intensivement fertilisées (100-160U) et selon TILMAN et WEDIN (1991b), *Elymus repens* posséderait une grande capacité d'extraction de l'azote du sol et serait un très bon colonisateur. Sur les carrés fauchés le 1^{er} Juin, la dynamique de cette espèce est moins claire, elle augmente sur les carrés témoins et ceux fertilisés avec de l'azote et aurait plutôt tendance à diminuer sur le carré NPK.

(c) l'impact du climat qui agit sur certaines espèces qui profitent de certaines conditions du climat pour se développer, comme:

- *Ranunculus repens* qui régresse de manière importante en 1996 suite à un hiver et un printemps sans inondations et donc particulièrement secs. Cette régression est peut-être accélérée par la disparition du pâturage en regain qui a tendance à favoriser cette espèce toxique pour les bovins à l'état frais et/ou par la dynamique d'enfrichement, qui favorise la disparition des espèces basses.

(d) Conclusion:

Les premiers résultats obtenus au bout de trois années de suivi mettent surtout en évidence l'importance du maintien d'une pression anthropique constante par le biais de la pression de fauche ou de pâturage afin de conserver un couvert prairial diversifié.

Ainsi, le recul de la date de fauche ou son avancement qui n'est pas suivi d'une deuxième coupe ou d'un pâturage du regain favorise l'expansion des espèces sociales des cariçaies (*Carex acuta*, *Filipendula ulmaria*, *Carex tomentosa*) qui étaient décrites par DUVIGNEAUD en 1958.

Les engrais constituent un facteur qui peut être moteur dans cette dynamique, tout particulièrement vis-à-vis de *Carex panicea* et *acuta* et *Filipendula ulmaria* dont la croissance est favorisée par la fertilisation. *Symphytum officinale* semble lui aussi être stimulé dans certains cas (NPK le 1^{er} Juillet et N le 1^{er} et 15 Juin par exemple) par l'application des engrais, mais ce phénomène n'est pas encore suffisamment vérifié pour être généralisable.

Par contre, pour certaines espèces comme *Carex tomentosa* et *Lychnis flos-cuculi*, la fertilisation complète aurait tendance à freiner leur dynamique d'expansion.

*** Dynamique globale des espèces du dispositif moyen (SOMI, tableau 63)**

La dynamique de la végétation du dispositif est déterminée par différents facteurs qui peuvent agir de façon convergente ou antagoniste:

(a) Le changement de la pression anthropique de fauche (recul ou avancement de la date de fauche) ou de pâture qui se traduit sur la dynamique de remplacement de la flore à travers certaines espèces:

- *Arrhenatherum elatius*, qui est une espèce typique des "friches sèches" (MULLER, 1991b), voit ses effectifs augmenter très nettement (ou se maintenir) sur tous les carrés permanents. Cette espèce "sociale" profite de la diminution de la pression anthropique pour coloniser le milieu.

- *Holcus lanatus* comme l'espèce précédente affiche lui aussi une tendance à l'expansion. Selon BAKKER (1989), ce sont les fauches tardives (en Juillet) avec ou sans engrais qui favorisent l'expansion de cette espèce, mais ses effectifs connaissent des fluctuations annuelles importantes. OOMES et MOOÏ (1981) expliquent ce phénomène par une production tardive de graines viables.

- *Carex tomentosa* augmente sur les carrés fauchés le 1^{er}, 15 Juin et 1^{er} Juillet. Par contre le 15 Juillet sa dynamique semble plus complexe. A cette date comme pour le dispositif bas, la fertilisation NPK fait régresser cette espèce.

- *Alopecurus pratensis* présente deux types de comportement selon les dates de fauche:

(1) au 1^{er} Juin il régresse quelle que soit la fertilisation appliquée, peut-être suite à la conquête du milieu par *Arrhenatherum elatius* et *Holcus lanatus* et à la fauche trop précoce vis-à-vis de la maturation plus tardive de ses graines, d'autant plus que cette espèce se multiplie beaucoup (BULLOCK *et al.*, 1995) voire essentiellement pour certains auteurs (SMITH & JONES, 1991) par graines.

(2) pour les autres dates de fauche sa fréquence augmente ou reste stable dans le couvert.

- *Bromus racemosus*, *Cardamine pratensis*, *Trifolium filiforme* et *Poa trivialis*, *Cerastium fontanum*, *Lychnis flos-cuculi*, dont les fréquences d'apparition diminuent ou qui disparaissent totalement sur tous les carrés permanents entre 1994 et 1996 sont des espèces qui régressent certainement suite à l'enfrichement du milieu et à la dominance de certaines graminées qui étouffent les espèces basses et en sous-strate. C'est le même phénomène que celui qui est observé pour *Cardamine pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Bromus racemosus* et *Poa trivialis* dans la zone basse. Selon BAKKER (1989) et OOMES et MOOÏ (1981), *Cardamine pratensis* supporte mal et la fertilisation et l'accumulation de litière.

(b) L'impact des engrais sur la végétation, qui peut éventuellement moduler l'effet de la pression de fauche sur certaines espèces, comme:

- *Arrhenatherum elatius* dont la dynamique de colonisation du milieu est favorisée par l'application de 60U de NPK au dates de fauche du 1^{er} et 15 Juin. Il semblerait que ce soit le phosphore et le potassium qui stimulent tout particulièrement cette espèce d'autant plus qu'ils sont limitants dans le sol. ELBERSE *et al.* (1983), ainsi que BERENDSE *et al.* (1992a), signalent l'augmentation d'*Arrhenatherum elatius* suite à l'application d'engrais, mais à des doses bien plus élevées que dans la Meuse (100-160U). Il faut pourtant signaler que pour cette espèce, dans la vallée de la Meuse, l'impact négatif d'un nombre de coupes plus important prend le dessus sur l'application d'engrais (comparaison des prairies fertilisées et extensives).

- *Alopecurus pratensis*, dont l'expansion est favorisée par l'application des engrais (surtout NPK), qui stimulent beaucoup son développement dans le couvert. Ceci est très net au niveau des carrés MNPK fauchés le 15 Juin où ses effectifs passent de 8% à 84%!!! ELBERSE *et al.* (1983) mettent en évidence la même augmentation de cette espèce avec des apports de phosphore et de potassium alors que DELPECH (1989b) souligne son développement avec les engrais.

(c) l'impact du climat qui agit sur certaines espèces comme *Agrostis stolonifera*, qui régresse sur tous les carrés permanents en 1996. Cette espèce méso-hygrophile a vraisemblablement mal supporté les conditions de sécheresse de cette année.

(d) Conclusion:

Suite à la baisse de la pression anthropique (fauche et pâture), les graminées sociales ont tendance à coloniser la milieu (*Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*) au détriment des espèces basses et en sous-strate (*Cardamine pratensis*, *Trifolium filiforme*, *Cerastium fontanum*...). De plus, deux espèces apparaissent et se développent, *Angelica sylvestris* (MN3 et MNPK4) et *Prunus spinosa* (MN4 et MNPK4) à la faveur d'une haie située non loin du dispositif. Ces espèces indiquent bien la plus faible régulation de la dynamique d'enfrichement.

*** Comparaison de l'évolution de la végétation au niveau de la zone haute (CFP3, tableau 64)**

Le dispositif haut se situe sur une parcelle qui était abandonnée depuis trois ans; le milieu y était dominé par *Arrhenatherum elatius*. La mise en place de l'expérimentation a impliqué une reprise de la fauche à deux dates (1^{er} Juin et 1^{er} Juillet) et l'application de 60U de N ou NPK sur des carrés permanents. La fauche n'y est suivie ni d'une deuxième coupe ni d'un pâturage du regain.

Le suivi avait pour objectif de mettre en évidence la dynamique de la végétation suite à la reprise de la fauche et à l'application des engrais.

Le comportement des espèces traduit la modification de différents facteurs du milieu comme:

(a) La reprise de la fauche à travers la dynamique de certaines espèces. Ainsi:

- les populations de certaines graminées augmentent. Ainsi, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* et *trivialis*, *Dactylis glomerata* se développent suite à la réapparition du facteur régulateur de la fauche (BAKKER, 1989). Ceci semble particulièrement vérifié pour *Festuca rubra* qui est une espèce basse qui a du mal à se maintenir lorsque le couvert est dominé par des graminées hautes. De plus, selon BAKKER (1989), le développement de cette espèce semble stimulé par la coupe à la faux. *Poa trivialis*, quant à lui, est favorisé par une fauche plus tardive (1^{er} Juillet) qui permet la maturation de ses graines. Par contre, son abondance fluctue sur les carrés fauchés au 1^{er} Juin. Certaines de ces espèces (*Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*) peuvent aussi avoir été favorisées par les conditions sèches de l'hiver et du printemps 1996 (KRUIJNE *et al.*, 1967).

- la reprise de la fauche a permis l'expansion de *Sanguisorba minor*, sur le carré témoin fauché au 1^{er} Juin. Cette espèce n'est que très ponctuelle sur toute la parcelle.

- *Alopecurus pratensis* présente, comme dans le dispositif moyen, deux types de comportements selon les dates de fauche:

(1) au 1^{er} Juin il régresse quelle que soit la fertilisation appliquée probablement parce qu'il n'a pas eu le temps de boucler son cycle de reproduction.

(2) au 1^{er} Juillet sa fréquence augmente dans le couvert.

- *Arrhenatherum elatius* amorce une régression sur les carrés témoins fauchés le 1^{er} Juillet et dans une moindre mesure sur les carrés fertilisés et fauchés à la même date. Son maintien sur les carrés fertilisés est facilité par la stimulation de sa croissance par les engrais qui contre-balancent sa régression (BERENDSE *et al.*, 1992a).

- *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Lotus corniculatus* et *Galium verum* régressent. Leur développement semblerait favorisé dans les friches sèches. *Rumex acetosa* avait profité de l'accumulation d'une litière pour se développer (BAKKER, 1989) mais la reprise de la fauche, même non suivie d'une seconde coupe, permet de diminuer la quantité de matière végétale qui passe l'hiver sur pied. Concernant *Galium verum*, nous avons vu dans le suivi de l'article 19 l'impact favorable du recul de la date de fauche sur cette espèce dont la maturation des graines est peut-être tardive.

(b) L'impact des engrais sur la végétation qui peut éventuellement moduler l'effet de la pression de fauche en favorisant ou défavorisant certaines espèces. Ainsi:

- l'expansion d'*Alopecurus pratensis* sur les carrés fauchés le 1^{er} Juillet est favorisée par les engrais (N et NPK) comme pour la zone moyenne.

- la croissance de *Dactylis glomerata* est stimulée par les engrais tout particulièrement à la date de fauche du 1^{er} Juillet; en effet ses effectifs passent de 20 à 52% avec 60UN et de 12

à 52% pour 60UNPK contre 28 à 44 % pour le témoin. ELBERSE *et al.* (1983) observent un développement de cette espèce, accentué par les apports de phosphore et potassium.

- *Peucedanum carvifolia* disparaît quasiment sur le carré fauché le 1^{er} Juillet et fertilisé avec 60UN.

- la population de *Convolvulus arvensis* se développe de manière importante sur les carrés fauchés le 1^{er} Juin et le 1^{er} Juillet qui reçoivent 60U de fertilisation azotée. La croissance de cette espèce semble être stimulée par l'azote seul.

(c) Conclusion:

Les premiers résultats obtenus sur le dispositif expérimental haut résultent surtout de la reprise de la fauche sur une zone initialement dominée par *Arrhenatherum elatius*. Les engrais n'agissent que peu (pour l'instant) sur la diversité floristique du milieu; en revanche ils ont tendance à tempérer l'action de la fauche.

A noter tout de même la sensibilité de *Peucedanum carvifolia* vis-à-vis des engrais qui se traduit par sa régression rapide (en 3 ans) dans un milieu fertilisé.

4.2.2.4. Conclusions sur la dynamique de la végétation dans la vallée de la Meuse suite aux changements des pratiques agricoles

Le suivi de la dynamique de la végétation (extensification et intensification) a mis en évidence de nombreuses variations dans les effectifs de certaines espèces selon les années et les carrés permanents. Ces fluctuations dépendent (BUTTLER, 1992a) du climat, du sol et des cycles internes de la végétation (intra-communauté végétale) et des espèces (physiologie). Cependant, pour certaines espèces, malgré des fluctuations inter-annuelles, on peut observer des tendances d'évolution unidirectionnelle. Ainsi, dans la Meuse nous avons pu constater que la végétation reflète l'action de deux facteurs principaux, le climat et les pratiques agricoles (VERTES, 1989).

Le climat est un facteur primordial (PIPER, 1994; WALKER *et al.*, 1994) son impact se traduit principalement à travers les précipitations (LAUENROTH & SALA, 1993) qui agissent de plusieurs manières;

(1) directe:

- sur l'humidité du sol, les années pluvieuses ou non déterminant le développement d'une flore plus ou moins hygrophile. Ainsi *Trifolium pratense* régresse avec l'augmentation des précipitations alors que *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera* profitent de l'humidité pour se développer dans le milieu. *Festuca rubra* et *Galium verum*, quant à eux, connaissent une expansion lorsque l'hiver et le printemps ont été particulièrement secs (1996).

(2) indirecte:

- sur la formation de trouées dans la végétation, qui s'établissent lors des inondations. Ces trouées peuvent infléchir la dynamique de la végétation en favorisant les espèces qui se multiplient végétativement et dont le "clonage" est facile (SARUKHAN, 1974; GRIME, 1979), comme pour *Agrostis stolonifera* et *Ranunculus repens*, qui sont des compétiteurs colonisateurs des milieux ouverts grâce à leurs stolons (BULLOCK *et al.*, 1995).

- sur le développement d'une litière plus importante suite au recul de la date de fauche, qui ne permet pas une seconde coupe ou au maintien d'une lame d'eau sur la végétation après son démarrage au printemps (poussissement). Cette litière peut défavoriser le développement de certaines espèces comme *Lychnis flos-cuculi* et *Poa trivialis*.

- en stimulant la croissance des espèces hautes comme *Filipendula ulmaria* et *Carex acuta* (BELSKY, 1992); en effet, les conditions humides favorisent souvent un développement exubérant de la végétation (PIPER, 1994), qui peut exclure les petites espèces à croissance plus lente (*Cardamine pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Silaum silaus*).

- sur la germination des graines, qui peut être favorisée par les trouées (RYSER, 1993), mais aussi pour certaines espèces par les conditions d'hydromorphie du milieu et du sol (BRITTON & BROCK, 1994). En effet, l'eau dans le sol peut stimuler la germination de certaines graines (PIPER, 1994) et inhiber celle d'autres (NEILL, 1993). Ainsi, certaines espèces peuvent potentiellement être présentes (sous forme de graines) dans un site, mais répondre différemment selon les précipitations annuelles.

D'autres facteurs climatiques, comme la température, interviennent évidemment dans la dynamique prairiale et dans la composition de base du fond prairial. Ainsi, THOMPSON *et al.* (1977 et 1996) signalent l'effet des températures diurnes sur la germination des graines dans les trouées.

Les pratiques agricoles constitue un deuxième facteur important vis-à-vis de la dynamique de la végétation. Le type d'exploitation des prairies agit de diverses manières à travers plusieurs facteurs, qui peuvent s'exprimer simultanément ou non. Les différents modes d'action des pratiques agricoles trouvent leur expression à travers:

(1) la fertilisation, qui agit de plusieurs manières:

- en favorisant le développement en hauteur et densité des espèces compétitrices (C-stratégistes selon GRIME, 1979) qui valorisent rapidement les engrais (*Alopecurus pratensis*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Filipendula ulmaria*) au détriment des espèces basses et à croissance lente (*Lychnis flos-cuculi*, *Cardamine pratensis*). Selon TILMAN et WEDIN (1991b), le moteur principal de cette dynamique serait la compétition pour la lumière; ainsi, dans les zones fertilisées, la compétition prend le dessus sur le recrutement par graines (RYSER, 1993).

- sur la germination de certaines graines qui est inhibée par le manque de lumière, celles-ci ne pouvant germer sous le couvert de végétation (OLFF, 1993) ou au contraire, qui peut être stimulée, par la fertilisation elle-même (DYER, 1995) ou par la présence d'un couvert végétal (SYKES *et al.*, 1994).

- sur l'avancement de la date de fauche (cf chapitre suivant).

(2) la date de fauche:

- son intervention est déterminante vis-à-vis du stade phénologique des espèces et de leurs cycles reproducteurs. Ainsi, selon que les espèces soient tardives (*Holcus lanatus*, *Centaurea jacea*) ou au contraire plus précoces (*Anthoxanthum odoratum*, OOMES et MOOĪ, 1981), la date de fauche va favoriser ou au contraire défavoriser leur reproduction sexuée (HERBEN, 1996; OOMES & VAN DER WERF, à paraître). De plus, lorsque la date est précoce, elle va favoriser les espèces à reproduction essentiellement clonale (rhizomes ou stolons), comme *Agrostis stolonifera* et *Festuca rubra* (BAKKER *et al.*, 1980; BULLOCK, 1995). Sinon ce sont les espèces à reproduction sexuée qui se développent de manière préférentielle comme *Lolium perenne*, *Hordeum secalinum*, *Cynosurus cristatus* (BULLOCK, 1995). Ainsi, une coupe précoce (suivie d'une seconde coupe) va favoriser les espèces à développement végétatif et les espèces à graines précoces, alors qu'une coupe tardive (suivie d'une seconde coupe) va favoriser plutôt les espèces à graines (OOMES & MOOĪ, 1981).

- le nombre de coupes détermine la possibilité du développement d'une litière. Ainsi, si la pression de fauche diminue (retard de la coupe, ou avancement non suivi d'une 2^{ème} fauche), la végétation passe l'automne et le printemps sur pied, et une litière peut se former. Celle-ci rehausse le niveau trophique par auto-fertilisation (BUTTLER, 1992a); de plus, elle est moins favorable au développement de nouvelles espèces, car elle ne ménage pas de "trouées" dans le couvert (BAKKER *et al.*, 1980; OOMES et VAN DER WERF, à paraître). En effet, elle représente une barrière mécanique au développement des nouvelles racines des germinations (AL-MUFTI *et al.*, 1977). Le manque de lumière peut empêcher la germination de certaines graines (FACELLI & PICKETT, 1991) et selon BOSY et READER (1995) les composés chimiques de la litière peuvent inhiber la germination de certaines graines (WERNER, 1975). Au contraire la seconde coupe permet le développement d'une structure de végétation basse, ouverte qui permet l'établissement de nouvelles graines (BAKKER *et al.*, 1980). De plus, la présence d'une litière permet l'expansion des espèces "sociales" compétitrices comme *Arrhenatherum elatius* (dans les zones sèches) ou *Filipendula ulmaria* et *Carex acuta* (dans les zones humides, BAKKER et DE VRIES, 1989).

(3) le pâturage du regain qui permet des ouvertures dans le couvert végétal qui sont favorables à l'installation de nouvelles espèces par graines ou par stolons.

En conclusion, la proportion des différentes espèces dans le couvert suite à la mise en place d'une nouvelle gestion, dépend des caractéristiques phénologiques et physiologiques des

espèces, c'est-à-dire de leurs stratégies adaptatives (compétition, clonage, reproduction sexuée, extinction...) vis-à-vis des variations du milieu (DURING & WILLEMS, 1984; BOBBINCK & WILLEMS, 1991).

Les relevés phytosociologiques en abondance-dominance constituent des "photographies" du couvert végétal à un instant donné, sous les influences climatiques particulières de l'année. Certaines espèces peuvent donc être sous ou sur-évaluées, voire même être "oubliées" selon les années. En effet, les conditions "annuelles" du milieu (extrême humidité comme en 1995 ou plutôt sécheresse comme en 1996) peuvent momentanément faire disparaître ou apparaître une espèce du couvert végétal comme pour *Crepis biennis*, *Arrhenatherum elatius*, *Trifolium pratense*, qui disparaissent dans les zones sèches quand les inondations sont importantes (1995), alors que *Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*, *Filipendula ulmaria* et *Lysimachia nummularia* peuvent en profiter pour s'y développer (cf carrés permanents TQ4 et TQ11 de l'article 19).

Lors de la mise en place des mesures de protection de l'environnement dans les plaines alluviales, il faut garder en mémoire que:

- la diminution de la fertilisation, même sur de petites doses (ex: 30U pour Q1), permet rapidement (cinq ans) le remplacement de certaines espèces eutrophes comme *Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense* et *Rumex acetosa* par des espèces plus méso-oligotrophes comme *Ranunculus acris* et *Anthoxanthum odoratum*.

- de la même manière, l'application des engrais (60U sur l'ACNAT) favorise rapidement (trois ans) le développement d'un couvert dense où les espèces compétitives comme *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* et *Holcus lanatus* étouffent les espèces basses et en sous-strate (*Lychnis flos-cuculi*, *Cardamine pratensis*, *Trifolium filiforme*, *Myosotis scorpioides*, *Potentilla anserina*...).

- il faut absolument maintenir une pression de fauche (2^{ème} coupe) ou de pâturage (regain) suffisante pour contenir la dynamique d'expansion des espèces sociales qui conduit à une perte rapide et importante de la diversité spécifique. Cependant la reprise d'une seconde coupe semble donner un résultat quasi-immédiat sur le développement des graminées comme *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Alopecurus pratensis* (cf TQ18).

4.2.3 Récapitulatif sur les liens dynamiques entre les groupements de la Meuse et leurs menaces

Les groupements végétaux des plaines alluviales sont sous la double influence du facteur hydrique et des pratiques agricoles. La figure 47 met en évidence les liaisons dynamique entre les différents groupements végétaux passés et présents de la vallée de la Meuse.

Le facteur hydrique et la fertilisation ont tous deux tendance à favoriser le même type d'espèces compétitrices au détriment des espèces à croissance plus lente. Cependant, ce ne sont

pas les mêmes associations qui sont concernées par ce phénomène. En effet, les engrais sont plus fréquemment utilisés dans les zones hautes où ils favorisent des graminées productives comme *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* et l'humidité du sol est plus importante dans les zones basses (GOF) où elle favorise plutôt les grandes espèces comme *Carex acuta*, *Glyceria maxima*, *Filipendula ulmaria* (BELSKY, 1992)... Dans les deux cas on observe une simplification importante de la flore.

Les différents groupements végétaux prairiaux ne connaissent pas les mêmes menaces:

Les communautés basses et longuement inondées même en été, qui relèvent du GOF2/3, de l'*Oenanthro-Rorippetum aquaticae*, du *Phalaridetum arundinaceae*, du *Glycerietum maximae* et du *Caricetum gracilis* doivent faire face à un remblaiement par gravats surtout dans les zones pâturées. FRILEUX *et al.* (1989) signalent le même phénomène dans la vallée de la Seine. Il n'existe malheureusement aucun moyen de protection pour empêcher ces destructions qui font disparaître de nombreuses espèces rares et en régression comme *Teucrium scordium*, *Mentha pulegium*, *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*...

Les communautés moyennes dans la topographie (SOM) font l'objet d'une intensification de la pression anthropique selon deux modes: fertilisation et/ou pâturage. Ces deux facteurs diminuent beaucoup la richesse spécifique du milieu.

Les communautés hautes (CFP) sont le plus souvent retournées et semées en maïs entraînant leur disparition totale comme cela a été le cas du pré à *Bromus erectus* décrit en 1958. Elles peuvent aussi être engraisées, ce qui conduit à une régression importante des oligotrophes qui sont nombreuses dans ces milieux (*Briza media*, *Sanguisorba minor*, *Pimpinella saxifraga*, *Primula veris*, *Salvia pratensis*, *Veronica teucrium*, *Campanula rotundifolia*...). Le pâturage de ces zones est plutôt rare suite à une sécheresse importante du milieu en été (BOBE, 1987).

PHENOLOGIE DE LA FLORE
PRAIRIALE

5. PHENOLOGIE DE LA FLORE PRAIRIALE

5.1. RELATION ENTRE LA PHENOLOGIE DE LA FLORE ET LES NIVEAUX HYDRIQUES

5.1.1. Introduction

Selon LE FLOC'H (1969) "la phénologie est l'étude des relations entre la périodicité des phénomènes morphologiques et physiologiques des plantes et celles des variables écologiques et plus particulièrement climatiques". Ainsi, le développement phénologique des espèces est déterminée par la physiologie de l'espèce, mais aussi par les facteurs de l'environnement (température, pluviométrie) qui peuvent avancer ou retarder les différentes phases de son développement (MAGNANON, 1991). Les recherches sur la phénologie sont souvent menées sur un stade particulier pour une espèce donnée en relation avec les facteurs climatiques (AHSHAPANEK, 1962; LIEM & GROOT, 1973; MURRAY *et al.*, 1973), mais plus rarement au niveau de la succession des stades phénologiques des espèces prairiales au sein des différentes communautés végétales (GLEMEE-DRON, 1979; MAGNANON, 1991).

Les espèces se développent de manière préférentielle dans les conditions qui sont les plus favorables à leur vie. Ainsi, pour une espèce on peut parler d'optimum de développement dans un groupement quand la proportion d'individus à un stade phénologique donné y est plus importante que dans les autres ou quand ce stade y apparaît plus tôt. Cet optimum peut traduire un niveau d'humidité et/ou une température du sol optimales favorisant le développement de la plante à un moment donné de son cycle biologique. Celui-ci peut changer pour un autre stade phénologique et vraisemblablement si les conditions climatiques varient (d'une année à l'autre et au cours de l'année). En effet, la plante peut posséder des besoins différents selon ses stades de développement et les conditions d'humidité et de température du sol changent au cours de la période de végétation. Ceci peut donc se traduire sur le terrain par un "déplacement", au cours du temps, de l'optimum de développement d'une espèce dans l'espace (MAGNANON, 1991). Ainsi, une espèce végétale pourra atteindre plus rapidement le stade Ep ou B dans les groupements secs (humidité faible), puis préférer les groupements "moyens" pour les stades Fl ou Fr.

Selon les groupements végétaux étudiés, la même espèce peut donc présenter un décalage phénologique en fonction du degré d'hydromorphie ou de la température du sol. Quand il existe, le décalage des stades phénologiques entre les différents groupements peut s'exprimer de deux façons par :

- l'apparition plus précoce d'un stade phénologique (une ou deux semaines d'avance) pour un pool d'individus.
- l'observation d'une proportion différente d'individus au même stade phénologique.

5.1.2. Développement phénologique de différentes espèces

5.1.2.1. Chronologie du développement phénologique

Les différents stades phénologiques de la flore prairiale se succèdent dans le temps de façon progressive (BERNARD, 1974a). De manière générale, les espèces précoces, comme *Alopecurus pratensis* et *Lychnis flos-cuculi*, bouclent leur cycle de végétation (de F1 à M2) plus lentement que les espèces plus tardives comme *Phleum pratense* ou *Gratiola officinalis*. Certains stades sont très fugaces voire même inexistant, pour certaines espèces (stade fin floraison). La figure 48 montre bien les décalages de développement entre trois graminées dont les floraisons se succèdent dans le temps. On peut remarquer que la durée du cycle de reproduction (des premiers épis aux premiers fruits mûrs de stade 2) se raccourcit au fur et à mesure que l'espèce est tardive. En effet, *Alopecurus pratensis* mûre ses fruits en 60 jours alors que *Poa trivialis* les mûre en seulement 42 jours. MAGNANON (1991) observait le même phénomène dans son étude sur la Loire.

Certaines espèces conservent un pool important d'individus bloqués au stade phénologique végétatif (figure 49). C'est le cas de *Festuca rubra*, *Trifolium repens* et *Ranunculus repens* au niveau de toutes les communautés suivies dans la Meuse. Pour *Ranunculus repens*, SARUKHAN (1974) met en évidence le même phénomène et GLEMEE-DRON (1979) indique que *Festuca rubra* garde une forte proportion (supérieure à 20%) de ses individus à l'état végétatif. *Trifolium pratense* quant à lui conserve un pool important de ses individus au stade végétatif au niveau du GOF1 uniquement. Ceci résulte certainement de sa répartition préférentielle vis-à-vis du facteur hydrique; en effet, comme l'a démontré le suivi de la dynamique de la végétation, il est plutôt mésophile.

5.1.2.2. Influence des conditions stationnelles sur le développement phénologique des espèces

Plusieurs comportements phénologiques peuvent être observés:

(1) l'apparition d'un stade phénologique plus précoce dans un groupement végétal (50a à d). Celui-ci a surtout été observé, de manière nette, pour des espèces vernaies ou précoces comme *Alopecurus pratensis* (figure 50a) et *Cardamine pratensis* (figure 50b). En effet, les premières fleurs de *Cardamine pratensis* et les premiers épis d'*Alopecurus pratensis* apparaissent dans les groupements secs (*Colchico-Festucetum pratensis*) avec une semaine d'avance par rapport aux autres groupements (cf figures 50a et b). Pour ces espèces l'impact du degré d'hydromorphie du sol est important; le sol des stations basses est encore gorgé d'eau quand elles commencent à se développer. Elles semblent donc préférer les stations

rapidement ressuyées aux stations hydromorphes. D'ailleurs, *Cardamine pratensis* présente un retard très net à l'expression des différents stades (boutons, floraison, fructification) au niveau du *GOF1*. Au niveau de ces zones basses, la phase bouton se prolonge jusqu'au 28 Avril, soit 15 jours plus tard que pour les autres groupements. Pour ces deux espèces, les stades de développement suivants conservent cette préférence.

De la même manière, *Trifolium repens* fleurit et fructifie (figure 50c) plus précocément au niveau du *SOM3* qui correspond certainement à l'optimum écologique de cette espèce méso-hygrophile.

Poa pratensis présente une avance (figure 50d), pour tous les stades de développement phénologique, au niveau du *CFP*. Cette espèce comme *Alopecurus pratensis* et *Cardamine pratensis* préfère les stations sèches et y boucle plus rapidement son cycle de reproduction. Le retard observé au niveau du *SOM3* pour les stades boutons et floraison confirme cette hypothèse.

(2) L'observation d'une proportion d'individus plus importante, à une date donnée et à un stade donné, pour un type de végétation (51a à c).

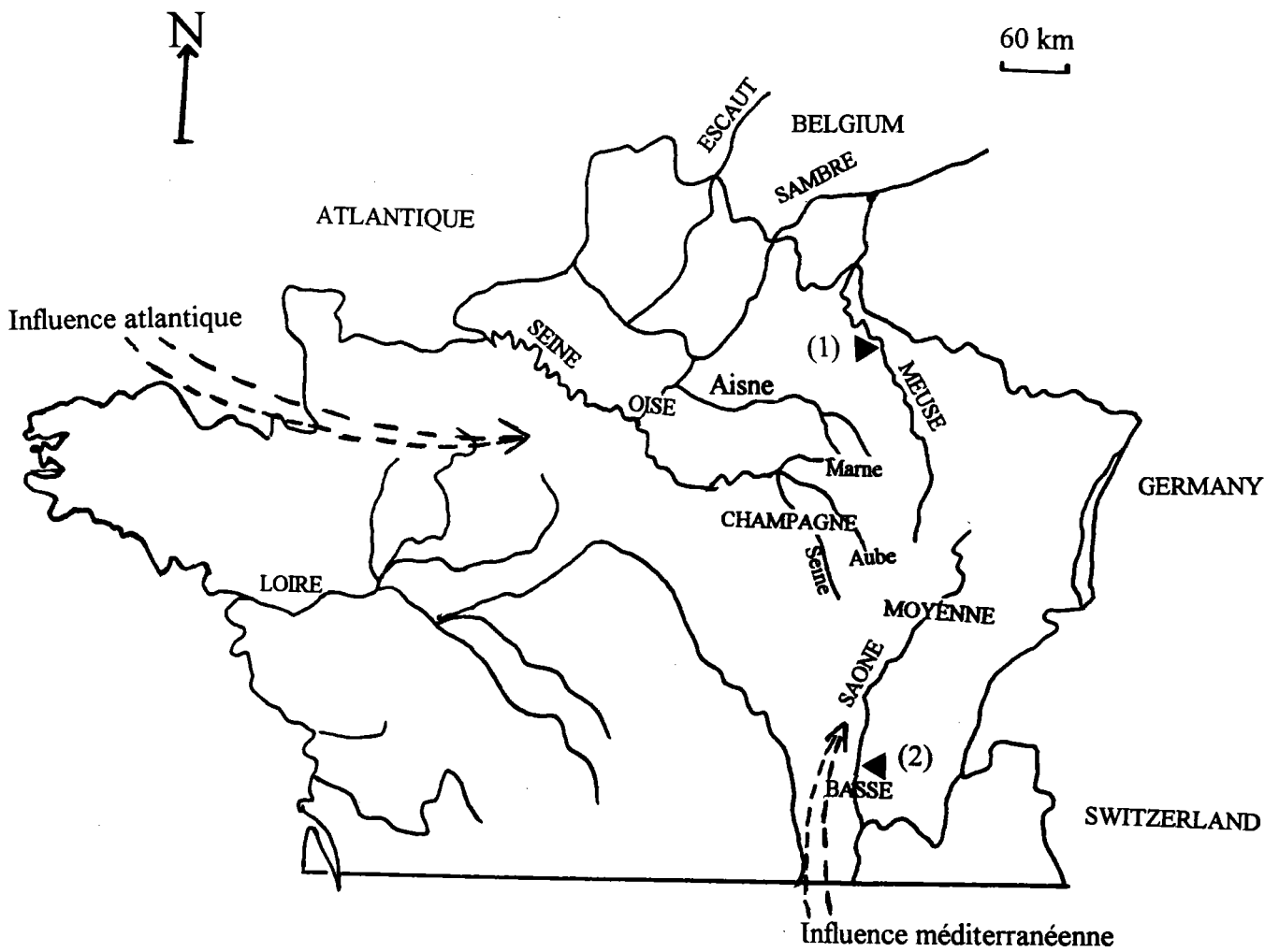
C'est par exemple le cas de *Poa pratensis* dont la proportion d'individus au stade épiaison le 28 Avril est plus importante pour le *CFP* que pour le *SOM* (figure 50d).

Lychnis flos-cuculi (figure 51a) présente une proportion d'individus en boutons plus importante le 28 Avril au niveau du *SOM3* (avec apparition discrète plus précoce); cet optimum de fréquence n'est pas conservé dans les stades suivants. En effet, on note un déplacement de l'optimum pour la floraison, qui est maximale le 12 Mai, au niveau du *CFP2*. Cette espèce semble présenter des besoins, vis-à-vis du facteur hydrique, qui changent selon les stades phénologiques.

Poa trivialis présente un optimum de fréquence pour les stades floraison, fructification et maturation au niveau du *CFP3* (figure 51b). Ceci est plutôt surprenant pour une espèce qui semble plutôt être méso-hygrophile, d'autant plus qu'elle présente un retard au développement des stades floraison, fructification et maturation au niveau du *SOM3* et *GOF1*.

Trifolium pratense (figure 51c) présente un optimum de développement au niveau du *SOM2* pour le stade bouton, le même optimum étant observé pour la maturation des fruits. Entre ces deux phases de développement, l'espèce n'affiche pas vraiment de préférence écologique.

(3) Certaines espèces ont un comportement plutôt "anarchique", comme *Ranunculus repens*, *Lathyrus pratensis*, *Agrostis stolonifera* (figure 52a) avec des optima phénologiques qui ne sont pas localisés ni stables dans le temps. Ces espèces sont opportunistes et se multiplient plutôt de manière végétative; elles profitent des trouées pour se développer (chapitre dynamique de la végétation).



Localisation des zones d'étude

(1): Zone d'étude de la Meuse (Mouzay-Stenay)

(2): zone d'étude de la Saône (Feillens)

5.1.3. Conclusions

Les décalages phénologiques que l'on observe, apparaissent être très liés aux conditions d'humidité du sol qui déterminent la température du sol. Ainsi, les groupements bas (*GOF2/3*) présentent bien souvent un retard dans le développement des différents stades phénologiques (*Alopecurus pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*...) qui est lié à leurs dates tardives d'exondation (MAGNANON, 1991). Au contraire, les stations des niveaux topographiques supérieurs (*CFP*) sont souvent en avance en début de végétation (stades boutons et floraison) suite à leur exondation précoce.

Si l'on se base sur les trois dates de fauche de "l'article 19", on peut remarquer que, même pour la date du 15 Juin, la quasi-totalité des espèces suivies a dépassé le stade floraison et se trouve au stade fructification, voire même maturation. La chronologie des fenaisons détermine donc la possibilité de multiplication des espèces (WELLS, 1980). Seules des graminées tardives comme *Phleum pratense*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens* sont encore aux stades épiaison-bouton au 15 Juin (figures 52a, b et c). La date de coupe qui est préconisée par les agronomes pour obtenir un fourrage de qualité se situe à l'épiaison des graminées. Ce stade est bien dépassé dans le cas de l'article 19. On peut cependant noter une repousse de certaines graminées à la mi-juillet (cf § III 6.) qui serait susceptible d'améliorer un peu la qualité du fourrage, souvent bien "sec" à cette époque !

5.2 ETUDE PHYTOGEOGRAPHIQUE ET PHENOLOGIQUE COMPARATIVE DES PRAIRIES DES VALS DE MEUSE ET DE SAONE

Cette partie fait l'objet d'une publication dans *Journal of Biogeography* (GREVILLIOT *et al.*, sous presse).

5.2.1. Introduction

Les prairies alluviales de la Saône et de la Meuse ont déjà fait l'objet de nombreuses études relatives à la végétation (DUVIGNEAUD, 1986; TRIVAUDEY, 1983 et 1989; GREVILLIOT, 1992) et à l'avifaune (BROYER, 1987, 1988, 1991; HERCENT, 1991; SALVI, 1993). Elles abritent toutes deux des espèces aviennes (*Crex Crex* et *Numenius arquata*) et végétales (*Gratiola officinalis*, *Inula britannica*, *Teucrium scordium*, *Viola elatior*, *Mentha pulegium*, *Euphorbia palustris*...) en voie de disparition sur le territoire français. Ces formations semi-naturelles ont connu la même évolution des pratiques agricoles. Jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, on y pratiquait une exploitation communautaire extensive (fauche suivie d'une vaine pâture) et les épandages d'engrais y étaient nuls (DUVIGNEAUD, 1958 et 1989;

BROYER, 1985). La création de chemins et le remembrement ont permis, à partir du milieu du XX^{ème} siècle, l'utilisation de machines agricoles plus performantes. Ce phénomène a constitué le point de départ d'une intensification des pratiques agricoles qui, de nos jours, se traduit par la banalisation de l'utilisation d'engrais, le développement d'une fauche de plus en plus précoce et la multiplication des parcs de pâturage continu. Pour faire face à cette mutation des pratiques agricoles, qui n'est pas sans effet sur la flore et la faune (perte de biodiversité), les deux plaines alluviales font l'objet d'une action de protection de l'environnement par le biais de mesures agri-environnementales (règlement CEE n° 2078/92).

Dans le cadre de ce travail de recherche relatif à la végétation prairiale de la vallée de la Meuse et afin d'en caractériser l'originalité phytogéographique, il a semblé intéressant d'effectuer une étude comparative avec celle de la Saône. Les affinités floristiques des groupements rencontrés dans la Saône et la Meuse ont amené à comparer, avec la collaboration de J. BROYER, le développement phénologique de certaines espèces végétales communes aux deux vallées. En effet, les deux plaines connaissent des climats différents (subméditerranéen pour l'une et subatlantique pour l'autre), qui déterminent des flores différentes, mais aussi, éventuellement, un décalage dans le développement des espèces végétales.

5.2.2. Présentation des zones d'étude:

Les deux vallées sont situées dans le quart Nord-Est de la France. Dans les zones d'étude, la Meuse se situe à 165 m d'altitude, 49°50'N de latitude et 5°10'E de longitude; la Saône se situe à 210 m d'altitude, 46°17'N de latitude et 4°48'E de longitude. Les deux zones d'étude sont distantes d'environ 350 km.

5.2.2.1. Rappels sur la vallée de la Meuse

La Meuse prend sa source sur le plateau de Langres et se jette dans la mer du Nord après un parcours de 900 km. Le cours de la Meuse lorraine s'inscrit essentiellement sur les calcaires de l'Oxfordien, sauf au niveau de Mouzay-Stenay, où il traverse les argiles de la Woëvre. Le lit majeur est occupé par des alluvions anciennes et récentes de type argilo-limoneuses.

La vallée de la Meuse lorraine connaît un climat océanique dégradé à influence continentale, marqué par des précipitations relativement abondantes (HARMAND, 1992) avec une moyenne annuelle de 935 mm sur 12 ans (1983/1994). La température moyenne annuelle est de 9,5° et le nombre de jours de gel est en moyenne de 72 par an (tableau 65). Les précipitations (figure 53) sont abondantes et régulièrement réparties tout au long de l'année (seul le mois d'Août est un peu moins pluvieux), ce phénomène indiquant une influence océanique importante. Les intersaisons connaissent une légère augmentation du nombre de

jours de pluie. Les moyennes mensuelles des températures hivernales sont supérieures à 0°C, l'amplitude thermique entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud est de 19,9°C. Les minima et maxima mensuels (FABER, 1994) montrent une faible amplitude, qui indique l'influence océanique du climat meusien (maximum d'amplitude thermique de 12,7°C en Juillet). Le secteur d'étude est situé à la limite du département des Ardennes au niveau des communes de Mouzay et Stenay.

5.2.2.2. *La vallée de la Saône*

La Saône prend naissance sur les contreforts du massif vosgien et se jette dans le Rhône au niveau de Lyon.

Le climat est de type semi-continental (TRIVAUDEY, 1983) à influence sub-méditerranéenne, avec une pluviométrie moyenne de 860 mm (données Météo-France 1983/94) par an (tableau 65). Les précipitations sont assez régulièrement réparties sur l'année (figure 53), mais les intersaisons sont bien marquées avec une augmentation de la pluviométrie en Avril-Mai et Septembre-Octobre (80/90 mm par mois). Les mois d'été (Juillet-Août) connaissent une diminution nette du nombre de jours de pluie et de la quantité d'eau précipitée (60 mm). La température moyenne sur 12 ans (1983/1994) est de 11,5°. Le nombre de jours de gel moyen par an est de 51.

Le cours de la Saône s'inscrit dans les calcaires du Jurassique. Les alluvions de la Saône sont de type limono-sableuses (DUVIGNEAUD, 1989).

Le secteur d'étude est situé aux environs de Feillens (Nord de Mâcon) dans la basse vallée de la Saône.

5.2.3. Résultats

5.2.3.1. *Comparaison des climats de la Meuse et de la Saône*

Les précipitations sont plus importantes dans la Meuse par rapport à la Saône (figure 54); ceci est essentiellement dû à des valeurs plus importantes pendant l'hiver. En climat à influence océanique (cf Meuse), le nombre de jours de pluie mensuel est peu différent selon les saisons alors qu'en climat sub-méditerranéen, pour une même quantité précipitée, il sera irrégulier (faible en été, important en hiver, cf Saône). Les températures moyennes sont plus élevées de 2°C dans la Saône par rapport à la Meuse (tableau 65). Les jours de gel sont moins nombreux dans la Saône que dans la Meuse, ce qui indique une influence méditerranéenne. Les minima et maxima de températures sont plus bas dans la Meuse (figure 55).

En conclusion, le climat de la Saône basse présente une influence sub-méditerranéenne qui se traduit par une température moyenne annuelle plus élevée et un nombre de jours de pluie plus faible en été. La Meuse connaît un climat à influence océanique, qui se traduit par une atténuation des variations de températures et une pluviométrie régulièrement répartie tout au

long de l'année. Ce résultat est confirmé par l'indice d'aridité de De Martonne qui est de 48 dans la Meuse et de 40 dans la Saône, traduisant l'influence méditerranéenne que connaît cette vallée.

5.2.3.2. Comparaison du climat de 1992/93 au climat moyen (12 ans):

Le climat de l'année d'étude (Sept 92 à Août 93) a été assez atypique pour les deux vallées alluviales. Mais le caractère "hors normes" de cette année ne s'exprime pas tout à fait de la même façon dans les deux vallées (figure 56).

Dans la vallée de la Meuse, la pluviométrie des mois d'hiver 1992/93 (Novembre et Janvier) a été très supérieure à la moyenne sur 12 ans. Par contre, les mois de Février à Juin connaissent des précipitations en général bien en-dessous des normes saisonnières (déficit de 150 mm sur les 5 mois). Seul le mois de Juillet est davantage pluvieux. Les températures sont proches des moyennes saisonnières, en général légèrement au-dessus (sauf pour les mois d'Octobre et Février).

Dans la vallée de la Saône, on observe les mêmes phénomènes. Les mois d'Octobre et Novembre sont plus pluvieux et les mois d'hiver (Janvier, Février, Mars) sont plus secs par rapport aux normales saisonnières. Par contre, les mois de printemps (Mai/Juin) sont dans la moyenne saisonnière, seul le mois de Juillet étant (comme dans la Meuse) davantage pluvieux. Les températures sont, là aussi, proches des moyennes saisonnières, peut-être légèrement au-dessus, sauf pour les mois d'Octobre et Février (comme dans la Meuse).

Les gelées des mois de Février et Mars ont été plus importantes dans les deux vallées par rapport à la moyenne, par contre l'hiver y a été moins rude.

L'impact sur le développement de la végétation de précipitations plus faibles et de températures légèrement plus élevées au printemps (Avril et Mai) se traduit par un développement plus précoce. En effet, le sol est moins humide et plus chaud. Par contre, la différence de régime pluviométrique entre les deux vallées aux mois de Mai et Juin n'est certainement pas sans effet sur les différences de développement phénologique que nous avons pu observer.

5.2.3.3. Comparaisons phytogéographiques

40 relevés ont été réalisés dans les prairies de la Saône en 1992 et 1993, ils sont complétés par des relevés réalisés par DUVIGNEAUD (1989) dans la même zone; ils font l'objet d'A.F.C. communes avec ceux de la Meuse.

Le graphique de l'A.F.C. (figure 57a) selon les axes 1 et 2, montre que les groupements végétaux de la Meuse et de la Saône se succèdent le long d'un même gradient hydrique (axe 1) déterminé par des durées d'inondation différentes.

La figure 57b (A.F.C. selon les axes 2 et 3) met en évidence un gradient biogéographique Sud/Nord. En effet, les relevés de la Meuse et de la Saône se séparent sur l'axe 3 en deux sous-ensembles à déterminisme géographique.

a) Répartition des groupements végétaux homologues dans les deux plaines alluviales

L' A.F.C.(figure 57a) met en évidence l'importance du gradient hydrique, classique dans le cas des prairies alluviales. Les homologues des groupements meusiens se retrouvent dans la Saône. Il y a cependant une représentation différente des groupements végétaux dans les deux plaines alluviales. En effet, dans la Basse-Saône, le *Colchico-Festucetum pratensis* et les sous-associations les plus humides du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* (GOF2 et GOF3) sont faiblement représentés.

En fait, les groupements hygrophiles moyens occupent de plus vastes superficies dans la Saône que dans la Meuse, et les groupements "secs" ne sont représentés que sur les bourrelets alluviaux le long des berges de la rivière. Ce sont donc les relevés des unités hygrophiles (GOF1) et mésohygrophiles (SOM 3) qui sont les plus fréquents dans la Saône (30 relevés sur les 40 réalisés). D'un point de vue spatial, le GOF occupe en général de petites dépressions dans la plaine alluviale de la Meuse, alors qu'il se développe sur de vastes étendues dans la Saône. TRIVAUDEY (1989), ayant travaillé plus en amont de la zone étudiée, en donne une explication : " En aval, la construction de digues, l'élargissement et l'aplanissement du lit majeur empêchent le plus souvent la prairie à Colchique de s'installer au profit des prairies humides du *Bromion racemosi*". La grande variété des groupements observés dans la Meuse ne se retrouve pas dans la Saône, car le "micro-relief" y a été supprimé et les digues y constituent des "barrières", favorisant la stagnation de l'eau.

Les toposéquences présentées ci-contre illustrent ces différences entre les deux vallées.

b) Comparaison floristique des groupements homologues

L'A.F.C. montre en outre un gradient biogéographique, déterminé par l'originalité floristique de chaque vallée (figure 57b). En superposant certaines espèces à l'A.F.C. des relevés, on voit effectivement que les trajectoires divergeantes prises par les relevés de la Saône et de la Meuse sont liées aux espèces spécifiques à chaque vallée, comme par exemple *Gaudinia fragilis*, *Fritillaria meleagris*, *Orchis laxiflora* pour la Saône, *Symphytum officinale* et *Filipendula ulmaria* pour la Meuse.

Afin de comparer les cortèges floristiques des groupements végétaux de chaque vallée, un tableau synthétique (tableau 66), a été établi à partir des relevés réalisés dans chaque vallée en 1992/93 et de certains relevés relevant du CFP et du GOF réalisés par DUVIGNEAUD (1989) dans la Saône.

* Le Colchico-Festucetum pratensis

Un seul des 40 relevés réalisés dans la vallée de la Saône en 1992/93 relève du CFP. Il correspond à la sous-association *filipenduletosum* meusienne. Les deux sous-associations plus sèches de la Meuse n'ont pas été rencontrées lors de nos prospections. Les relevés complémentaires de DUVIGNEAUD permettent d'affiner la comparaison du CFP de la Meuse et de la Saône.

Le cortège floristique de base des deux vallées est très proche. On peut cependant noter quelques espèces spécifiques à chaque plaine alluviale (*Daucus carota*, *Ophioglossum vulgatum*, *Carex tomentosa*, *Succisa pratensis* pour la Saône et *Heracleum sphondylium*, *Primula veris*, *Anthriscus sylvestris*, *Peucedanum carvifolia* pour la Meuse).

* Le Senecioni-Oenanthetum mediae

Les trois sous-associations meusiennes trouvent leurs homologues dans la Saône, avec cependant une expression plus importante dans la Saône de la sous-association la plus hygrophile (9 relevés sur les 18 du SOM).

Les groupes d'espèces présents dans les groupements de la Saône et de la Meuse sont globalement identiques. Certaines espèces sont cependant spécifiques à la vallée de la Saône (*Fritillaria meleagris*, *Gaudinia fragilis*, *Viola elatior*, *Euphorbia esula*, *Carex melanostachya*) ou à la vallée de la Meuse (*Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Crepis biennis*...). DUVIGNEAUD mentionnait déjà ces absences surprenantes dans son travail sur la basse vallée de la Saône en 1989.

* Le Gratiolo-Oenanthetum fistulosae

Les deux associations de la Saône et de la Meuse possèdent quasiment les mêmes sous-unités, mais la sous-association *eleocharetosum palustris* (GOF3) manque dans le val de Saône. Seul un relevé rattaché par DUVIGNEAUD aux cariçaias à *Carex acuta* semble avoir un cortège floristique qui s'en approche.

La composition floristique des groupements des deux plaines alluviales est globalement voisine. Certaines espèces sont pourtant spécifiques à la Saône comme *Orchis laxiflora*, *Ranunculus flammula*, *Serratula tinctoria*, *Lotus tenuifolius* et *Gaudinia fragilis*; d'autres le sont à la Meuse comme *Filipendula ulmaria* et *Symphytum officinale*.

5.2.3.4. Comparaisons phénologiques.

Quand il existe, le décalage des stades phénologiques entre les deux plaines alluviales peut se traduire de deux façons:

- Apparition plus précoce d'un stade phénologique (une ou deux semaines d'avance) pour une espèce à un même niveau hydrique.
- Observation d'une proportion différente d'individus au même stade phénologique pour des groupements homologues.

Les espèces suivies présentent différents types de comportements dans les deux plaines; on observe, en effet:

a) Un retard conservé dans le temps pour les différents stades de développement de certaines espèces dans la Meuse par rapport à la Saône:

Ce cas est le plus fréquent; 7 espèces présentent cette différence de développement. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous. La figure 58 illustre les spectres phénologiques rencontrés.

Nom	Niveau hydrique	date	Stade(s) observé(s)	retard en proportion d'individus (dans la Meuse/ Saône)
<i>Poa trivialis</i>	mésophile	20 Mai	Fl	100%
	mésophile	7 Juin	M1, M2	100% (80 + 20)
	hygrophile	20 Mai	Fl	15%
	hygrophile	13 Juin	M2	40%
<i>Trifolium repens</i>	mésophile	30 Mai	Fl, Fr	65% (50 + 15)
	mésophile	26 Juin	M1	20%
<i>Trifolium pratense</i>	mésophile	14 Mai	Fl	20%
	mésophile	20 Juin	M2	90%
	hygrophile	14 Mai	Fl	20%
	hygrophile	20 Juin	M2	70%
<i>Ranunculus repens</i>	mésophile	7 Mai	Fl, Fr	70% (30 + 40)
	mésophile	20 Juin	M2	25%
<i>Myosotis scorpioides</i>	hygrophile	7 Mai	Fl	25%
	hygrophile	20 Juin	M1, M2	100%(10 + 90)
<i>Stellaria palustris</i>	hygrophile	30 Mai	Fl, Fr	60%(55 + 5)
	hygrophile	13 Juin	Fr, M1	75%(73 + 2)
<i>Gratiola officinalis</i>	hygrophile	30 Mai	B, Fl	100% (97 + 3)
	hygrophile	26 Juin	Fr	25%

Le retard de développement entre les Vals de Meuse et de Saône varie dans le temps. Il peut diminuer comme pour *Trifolium repens* et *Ranunculus repens*, ou augmenter comme pour *Trifolium pratense*, *Myosotis scorpioides*...

Gratiola officinalis et *Stellaria palustris*, qui sont rares dans la Meuse et dont la fréquence est plus importante dans la Saône, achèvent leur cycle de reproduction plus rapidement dans la Saône par rapport à la Meuse (Fr plus précoce). Sachant que la date de fauche moyenne est plus tardive dans la Saône (mi-Juillet) par rapport à la Meuse (fin Juin), ces espèces peuvent donc se multiplier plus rapidement dans la vallée de la Saône, car elles y disposent de la durée nécessaire à la maturation de leurs fruits (BROYER & LAURANSON-BROYER, sous-presse).

b) Retard de développement dans la Meuse pour les premiers stades phénologiques (Ep, B et Fl) qui est comblé dans les derniers stades (Fr, M1, M2) pour (figure 59):

Nom	niveau hydrique	Date	Stade(s) observé(s)	Retard en proportion d'individus
<i>Alopecurus pratensis</i>	hygrophile	7 Mai	Fl	15%
	hygrophile	30 Mai	M1	4% non significatif
<i>Trifolium repens</i>	hygrophile	30 Mai	Fl, Fr	50% (40 + 10)
	hygrophile	26 Juin	M1	5% non significatif

c) Retard de la Meuse dans les premiers stades (Ep, B, Fl, Fr) et avance à l'apparition des derniers stades (Fr, M1, M2), pour (figure 60):

Nom	niveau hydrique	Date	Stade(s)	Retard dans la Meuse	Avance dans la Meuse
<i>Oenanthe fistulosa</i>	hygrophile	13 Juin	Fr	20%	
	hygrophile	26 Juin	Fr		15%
<i>Lathyrus pratensis</i>	mésophile	30 Mai	Fl	30%	
	mésophile	26 Juin	Fr		10% peu significatif
<i>Ranunculus repens</i>	hygrophile	7 Mai	Fr	15%	
	hygrophile	20 Juin	M2		15%
<i>Silaum silaus</i>	hygrophile	23 Mai	Fl	25%	
	hygrophile	26 Juin	M1		10% peu significatif

d) Avance constante des stades phénologiques de la Meuse/Saône (figure 61):

Nom	Niveau hydrique	Date	Stade(s) observé(s)	Avance en proportion d'individus
<i>Galium verum</i>	mésophile	30 Mai	Fl	40%
	mésophile	26 Juin	M1	60%
<i>Phleum pratense</i>	hygrophile	26 Juin	Fl	35%

e) Même comportement Saône et Meuse (figure 62):

Nom	Niveau hydrique	Date	Stade(s) observé(s)	différence en proportion d'individus
<i>Phleum pratense</i>	mésophile	26 Juin	Fl	8% pas significatif
<i>Lychnis flos cuculi</i>	mésophile	14 Mai	Fl	8% pas significatif
	mésophile	30 Mai	Fr	0%
	hygrophile	7 Mai	Fl	7% pas significatif
	hygrophile	30 Mai	M1	10% peu significatif
	hygrophile	26 Juin	M2	0%
<i>Alopecurus pratensis</i>	mésophile	7 Mai	Fl	7% pas significatif
	mésophile	30 Mai	M1	10% peu significatif
	mésophile	26 Juin	M2	0%

5.2.4. Discussion

La comparaison floristique et biogéographique des deux vallées alluviales met en évidence une homologie des groupements rencontrés. En effet, leur répartition spatiale est liée à la durée d'inondation, donc à la géomorphologie et la micro-topographie du lit majeur. Ainsi, y a-t-il dans la basse vallée de la Saône une plus faible diversité de groupements végétaux, suite à l'aplanissement du lit du fleuve.

Le tableau 67 présente l'originalité floristique de chaque vallée alluviale. Celle-ci se traduit à plusieurs niveaux:

- La présence d'espèces spécifiques à chaque vallée.
- L'abondance et la fréquence différentes de certaines espèces, dans les deux vallées.
- L'amplitude écologique de répartition de certaines espèces qui peut varier d'une vallée à l'autre.

La présence d'espèces spécifiques à chaque vallée connaît deux explications, biogéographique (liée à des différences d'aires de répartition) et édaphique (liée à des niveaux trophiques différents). Ainsi, les espèces absentes ou peu abondantes dans la vallée de la Saône

sont rares ou absentes dans le Sud de la France (COSTE, 1901; LAMBINON *et al.*, 1992); il s'agit de *Filipendula ulmaria*, *Crepis biennis*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium* et *Symphytum officinale*. L'espèce *Peucedanum carvifolia* semble assez strictement inféodée aux prairies alluviales de Lorraine, car on ne le retrouve pas dans les autres plaines alluviales du Nord de la France (GREVILLIOT & MULLER, 1995a). Quant aux particularités floristiques des prairies de la Saône, *Gaudinia fragilis*, *Fritillaria meleagris*, *Ophioglossum vulgatum*, *Carex tomentosa*, *Carex melanostachya* (=nutans), *Euphorbia esula*, *Orchis laxiflora*, il s'agit d'espèces à répartition méridionale qui les rapprochent des prairies hygrophiles subméditerranéennes (DUVIGNEAUD, 1989). *Oenanthe silaifolia* est plus fréquent dans les relevés hygrophiles (SOM3 et GOF) de la Saône que dans ceux de la Meuse, où il a tendance à se raréfier. Ce phénomène résulte peut-être de son aire de répartition géographique qui atteint sa limite Nord au niveau d'une ligne Rouen-Lille (DE FOUCAULT, 1984). Dans la Meuse nous nous rapprochons de cette limite, ce qui pourrait peut-être expliquer cette baisse de fréquence. D'ailleurs, dans la région de la Fagne et de la Famenne (entre deux Meuse belge), SOUGNEZ et LIMBOURG (1963) ont décrit un pré humide à *Colchicum autumnale* et *Bromus racemosus*, où *Oenanthe silaifolia*, qualifié d'espèce "sub-méditerranéenne", est absent.

La présence exclusive dans la vallée de la Saône d'espèces plus oligotrophes (*Succisa pratensis*, *Serratula tinctoria*, *Ophioglossum vulgatum*, *Carex flacca*) et la fréquence plus élevée d'autres espèces (*Carex tomentosa*, *Rhinanthus minor*, *Scorzonera humilis*) par rapport à l'expression et l'abondance d'espèces plus eutrophes (*Filipendula ulmaria*, *Symphytum officinale*, *Heracleum sphondylium*, *Elymus repens*, *Lathyrus pratensis*) dans la Meuse traduit un niveau trophique plus bas dans la Saône par rapport à la Meuse. Cette différence de niveau trophique entre les deux vallées trouve certainement deux origines: l'intensification plus forte des pratiques agricoles de la Meuse et les apports fertilisants plus importants par les eaux d'inondation dans cette vallée.

L'amplitude écologique des espèces peut varier d'une vallée à l'autre. D'une manière générale:

- Certaines espèces assez strictement "hygrophiles" (GOF) dans la Saône transgressent dans des groupements plus mésophiles (SOM) dans la Meuse. C'est le cas de *Polygonum amphibium*, *Carex disticha*, *Caltha palustris*...

- Certaines espèces assez strictement "mésoxérophiles" (CFP) dans la Meuse transgressent dans les groupements mésophiles (SOM) dans la Saône, comme *Ranunculus bulbosus*, *Leucanthemum vulgare*, *Senecio jacobaea*...

On peut avancer deux hypothèses pour expliquer ce phénomène:

- Les sols des deux vallées n'ont pas les mêmes caractéristiques texturales et structurales. En effet, DUVIGNEAUD (1989) indique que les alluvions sont limono-sableuses dans la vallée de la Saône, alors qu'elles sont argilo-limoneuses dans la Meuse. Ainsi, les sols de la Meuse seraient davantage hydromorphes, ce qui permettrait le maintien de certaines

espèces hygrophiles au niveau du *SOM*, et les sols de la Saône se ressuieraient plus rapidement, ce qui permettrait la transgression d'espèces mésoxérophiles au niveau du *SOM*. La proportion différente d'argile et de sable pourrait expliquer cette variation.

- Il existe peut-être, dans les deux vallées alluviales, des écotypes "géographiques" qui réagissent différemment. Ainsi, le caryotype tétraploïde de *Lathyrus pratensis* (COLLECTIF, 1978) en région méditerranéo-atlantique est plus hygrophile, alors que le caryotype diploïde en région nordique et subcontinentale est plus mésophile. BERNARD et CARBIENER (1979) développent la notion de "race géographique", issue d'une spéciation lente suite à un isolement géographique. Cette hypothèse est intéressante, car les espèces qui ont une répartition écologique différente sont aussi présentes dans les milieux qui s'expriment le moins dans chaque vallée (comme si elles avaient "voulu" élargir leur aire de répartition). On peut ainsi signaler l'existence, pour *Polygonum amphibium*, de "trois accommodats non héréditaires" (LAMBINON *et al.*, 1992) dont deux sont présents dans les zones d'étude, le premier est terrestre des endroits humides et le deuxième est terrestre des endroits secs. Dans la Saône, le deuxième accommodat ne s'exprime peut-être pas, ce qui explique son absence des milieux mésophiles.

Ainsi, les différences floristiques observées entre la Saône et la Meuse peuvent s'expliquer par:

- **les affinités biogéographiques et spécificités climatiques de chaque vallée.** Certaines espèces sont liées à des couloirs de migration ou à des limites d'aire de répartition. Celles-ci coïncident souvent avec les isothermes. *Oenanthe silaifolia* par exemple semble limité par l'isotherme de 4,5°C de Janvier (OZENDA, 1982). Au delà de cet isotherme, l'espèce se raréfie sensiblement.
- **un niveau trophique différent.** Certaines espèces "oligotrophes" (*Succisa pratensis*, *Carex flacca*, *Rhinanthus minor*, *Carex tomentosa*) étaient encore présentes dans le Val de Meuse lors de l'étude de DUVIGNEAUD (1958). Leur disparition ou régression traduit une augmentation du niveau trophique dans les prairies meusiennes (GREVILLIOT & MULLER, 1995b), plus importantes que dans les prairies de la Saône. *Gratiola officinalis*, espèce rare dans la Meuse et abondante dans la Saône semble être tout particulièrement sensible aux applications d'engrais (BROYER, 1994), d'autant plus qu'elle apparaît tardivement dans le couvert prairial (environ un mois après le début du suivi dans la Meuse). L'absence de la Gratiolle dans une parcelle "fumée" située entre deux parcelles "extensives", où elle est présente, corrobore cette hypothèse.
- **des sols à texture et structure différentes**, qui retiennent plus ou moins l'eau. Les sols alluviaux de la Saône présente une composante sableuse plus importante qui permet un ressuyage plus rapide du sol et alors que ceux de la Meuse présentent une composante argileuse, qui retient davantage l'eau.

- **l'existence de races géographiques**, qui réagissent différemment aux niveaux d'humidité du sol. La spéciation de certaines espèces peut leur donner une amplitude écologique différente dans chaque vallée alluviale.

Les décalages phénologiques observés entre la Saône et la Meuse sont imputables à plusieurs facteurs:

- **le facteur climatique** lié aux influences continentales et sub-méditerranéennes que l'on trouve dans la Saône et qui, selon OZENDA (1982), favorisent le développement précoce de la végétation. Des cartes phénologiques réalisées sur les céréales indiquent une avance de 10 jours (au moins) dans la Saône par rapport à la Meuse. On constate en effet une avance phénologique dans la Saône par rapport à la Meuse pour la moitié des espèces étudiées, probablement liée à la température moyenne annuelle plus élevée de 2°C dans la Saône par rapport à la Meuse. BERNARD (1974a) a observé un retard de la floraison de *Crepis biennis* de deux mois dans les Arrhénathéraies de l'Allemagne septentrionale (Juillet/ Août) par rapport à celles d'Alsace (Mai/Juin).

- **le facteur "génétique"**, qui se traduit par l'existence possible d'écotypes ou de races géographiques pour les différentes espèces rencontrées. Ces écotypes peuvent posséder des optima de développement différents dans les deux vallées. On peut avoir: (i) conservation du même matériel génétique par spéciation graduelle (BERNARD & CARBIENER, 1979), comme pour *Ranunculus acris* ($2n=14$) qui a une floraison plus précoce dans le Sud de la France par rapport au Jura ou à l'Auvergne (COLLECTIF, 1978) et *Heracleum sphondylium* (JAEGER, 1963 et 1978) qui fleurit plus tôt dans les vallées vosgiennes à influences océaniques (vallée de Munster et col de Saverne) que dans la plaine rhénane plus continentale (Nord et Ouest de Strasbourg), (ii) différence de potentiel génétique comme pour *Lathyrus pratensis* qui est tétraploïde en région méditerranéoatlantique et diploïde en région nord et subcontinentale (COLLECTIF, 1978).

- **le facteur hydrique ou microclimatique**. L'étude réalisée dans la Meuse sur l'impact du degré d'humidité du sol sur le développement phénologique de la végétation montre une différence dans la proportion d'individus d'une même espèce pour à un stade phénologique donné selon les groupements végétaux (figure 63). Pour les trois espèces présentées à des stades différents, on peut voir que chacune possède une avance nette pour l'expression de ce stade phénologique dans un groupement végétal bien déterminé. Ainsi *Trifolium repens* semble atteindre le stade floraison plus rapidement au niveau du SOM3, alors que *Poa trivialis* montre une nette "préférence" pour le CFP3. BERNARD (1974a) signale un retard de la floraison de 10 à 15 jours pour de nombreuses espèces au niveau de la sous-association la plus fraîche des Arrhénathéraies par rapport aux associations plus sèches. Ceci se remarque bien pour *Cardamine pratensis* (figure 49b), qui présente plus d'une semaine de retard à l'apparition des 100% de floraison pour les zones basses (SOM3 et GOF1) par rapport aux zones hautes. Pour cette espèce, il pourrait également s'agir de deux races caryologiques et écologiques

différentes. En effet, BERNARD (1974b) a décrit une race prairiale anthropique ($2n=30$) mésophile et une race de prairies de fauches extensives hygrophiles ($2n=44$), qui fleurit 15 jours plus tard que la précédente. Ce phénomène "microclimatique" peut se retrouver entre la Saône et la Meuse. Les conditions hydriques du sol n'y sont peut-être pas tout à fait les mêmes, car les textures varient entre les deux régions.

L'existence d'écotypes différents peut peut-être expliquer l'avance surprenante de *Galium verum* et de *Phleum pratense* dans la Meuse par rapport à la Saône. De plus, les techniques agricoles peuvent sélectionner des écotypes phénologiques. JAEGER (1949 et 1978) a ainsi démontré pour *Knautia arvensis* la sélection par la pression anthropique (fauche) de deux races, précoce et tardive. Le même auteur (in BACH & JAEGER, 1960) signale l'existence d'un phénomène semblable pour *Leucanthemum vulgare*.

Afin de déterminer, pour chaque espèce étudiée, le facteur mis en cause dans le décalage phénologique observé, il faudrait en récolter les graines et les mettre à germer dans les mêmes conditions écologiques. Les écotypes (génétiquement différenciés) conservent le même décalage phénologique, alors que les accommodats vont se développer à la même vitesse.

Les espèces qui ne présentent pas de décalage phénologique significatif entre les plaines alluviales de la Saône et de la Meuse sont peu nombreuses; celles-ci semblent ne pas subir l'influence de la différence de climat et ne pas appartenir à des écotypes différents.

5.2.5. Conclusions

Les vallées alluviales de la Meuse et de la Saône sont constituées d'écosystèmes prairiaux homologues. Toutes deux sont conditionnées par des crues fréquentes, qui déterminent la structuration des groupements végétaux en fonction du gradient topographique. Malgré des fonctionnements similaires, les prairies alluviales possèdent des caractéristiques propres à chaque région. Ainsi, la flore traduit, au niveau de sa richesse et de son développement phénologique, une triple influence, climatique, biogéographique et édaphique. Les différences observées au niveau de la végétation déterminent l'originalité de chaque vallée alluviale à trois niveaux, géomorphologique (suite à l'aplanissement du lit majeur dans la Saône), floristique (différences génétiques et biogéographiques) et phénologique (influences génétiques et climatiques).

Dans l'optique de mise en place de pratiques agricoles compatibles avec la préservation de l'environnement et la conservation des espèces en voie de disparition, l'étude du développement phénologique des espèces végétales peut devenir un outil d'aide à la définition des normes de gestion. Ainsi par exemple, *Gratiola officinalis* et *Stellaria palustris*, espèces rares dans la Meuse et plus largement répandues dans la Saône achèvent leur cycle de reproduction plus tardivement dans la Meuse où les pratiques agricoles sont plus intensives. Cela se traduit par une fauche plus précoce, 95% des parcelles sont fauchées au 15 Juillet dans

la Meuse contre 80% dans la Saône, et par l'utilisation plus fréquente d'engrais pouvant conduire à une régression de ces espèces. Ainsi, le suivi phénologique peut permettre d'expliquer l'abondance de ces espèces dans certaines plaines alluviales par rapport à d'autres.

La comparaison phytogéographique et phénologique de deux vallées alluviales constitue un thème assez novateur en France. Les vallées alluviales du quart Nord-Est de la France possèdent des cortèges floristiques voisins avec cependant des spécificités pour chaque région (GREVILLIOT & MULLER, 1995a). Cette étude pourrait ouvrir la voie à des recherches comparatives entre vallées alluviales sur des espèces ayant des aires de répartition ou un développement phénologique différents d'une vallée à l'autre.

PRODUCTION QUANTITATIVE
ET QUALITATIVE DES PRAIRIES
DE LA MEUSE

6. PRODUCTION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES PRAIRIES DE LA MEUSE

6.1 INTRODUCTION

L'estimation de la production végétale des prairies alluviales et de ses fluctuations constitue un sujet d'étude assez récent (MAGNANON, 1991) et peu développé. Il est fréquent de lire que ces prairies constituent les "greniers à foin" des exploitations, qui sont souvent plus céréalières sur les côteaux, et que les apports des eaux du fleuve lors des inondations les engraisent naturellement (BOURNERIAS, 1978; MULLER, 1983); mais, lors de la mise en oeuvre des mesures "agri-environnementales" (type article 19), les acteurs des professions agricoles et les protecteurs de la nature ont bien du mal à avancer des chiffres concernant la productivité de la prairie semi-naturelle et les pertes au niveau de la qualité et de la quantité du fourrage induites par la diminution des doses d'engrais et le recul des dates de fauche.

Il est maintenant bien connu que l'application d'engrais a pour effet d'augmenter la productivité qualitative et quantitative des prairies (PLAT & CHAVANCE, 1966; LAISSUS & MARTY, 1973; DELPECH, 1975; TOUSSAINT & LAMBERT, 1992). Elle agit de manière directe en augmentant la teneur en azote des plantes (PLANQUAERT, 1975), leur digestibilité (DEMARQUILLY, 1977), le nombre de tiges (DURU, 1989) et en accélérant la vitesse d'apparition du phénomène de sénescence des feuilles de la base du couvert privées de lumière (DAVIES, 1969). Mais elle agit aussi de manière indirecte, en stimulant la croissance de certaines espèces qui valorisent bien les nutriments (Mc JANNET *et al.*, 1995) et en modifiant la compétitivité des espèces les unes par rapport aux autres (REED, 1977; TILMAN, 1987). En effet, l'azote, tout particulièrement, accélère la croissance des plantes qui naturellement poussent déjà vite, car plus aptes à utiliser les nutriments du sol, aux dépens de celles qui poussent plus lentement (ZUCCHI, 1989) et/ou qui concentrent les nutriments sans les valoriser (McJANNET *et al.*, 1995). Ceci favorise surtout les graminées, les espèces exigeantes et les fourragères prairiales (DELPECH, 1978 et 1984), en défavorisant les espèces diverses. A court terme, la végétation commence à modifier la structure de son couvert avec une densification et une élévation de la taille des graminées, celles-ci intervenant pour beaucoup dans l'augmentation de la production primaire (DELPECH, 1977). En effet, les graminées, qui sont en général des espèces compétitives (GRIME, 1979), tirent avantage de leur vitesse potentielle de croissance élevée en réagissant rapidement en cas de disponibilité en nutriments à travers une expansion par tallage ou tout autre dispositif de multiplication végétative comme l'augmentation de la taille des organes (FLEURY, 1994). A longue échéance, la diversité prairiale diminue suite à l'élévation du niveau de compétition trophique. Ce d'autant plus que les apports d'engrais peuvent agir sur la germination de certaines espèces en défavorisant les petites espèces tardives dont les graines ne peuvent germer sous le couvert de la végétation (les Infra-Rouge inhibent la germination) et en favorisant celles dont la

fertilisation stimule la germination (DYER, 1995). En effet, "les réactions immédiates au niveau des individus vont, au niveau de la population, induire des variations démographiques, liées à la natalité ou la mortalité d'individus" (FLEURY, 1994). Ainsi, à l'échelle de la communauté, l'apport de fertilisants va donc modifier les conditions de compétition pour les nutriments, mais aussi pour la lumière avec une régression des petites espèces qui ne tolèrent pas l'ombre (GIBSON, 1993; PIPER, 1994). Ces changements, qui sont plus lents se traduisent par une modification de la composition floristique.

Le travail réalisé dans la Meuse a pour but d'évaluer l'impact des engrais sur la végétation tant au niveau de la biomasse herbacée qu'au niveau de la qualité du fourrage. Ainsi, face aux interrogations des agriculteurs vis-à-vis de l'article 19, il sera possible de répondre par des données concrètes et peut-être de motiver un nouvel intérêt pour une date de fauche un peu plus tardive et la diminution des doses d'engrais appliquées.

6.2. PROGRESSION DE LA FAUCHE DANS LA PRAIRIE MEUSIENNE

Lors des années 1993 et 1994, **environ 40% de la plaine alluviale (hors parcs et cultures) de Luzy-St-Martin et Mouzay a été fauchée au 15 Juin, 80% au 1^{er} Juillet et 95% au 15 Juillet** (figures 64 a et b). Les parcelles ne sont pas toujours fauchées à la même date; il y a une variation assez importante des pratiques, qui se ressentait aussi lors de l'enquête auprès des agriculteurs. En effet, la plaine alluviale constitue une zone d'appoint qui est exploitée quand le travail sur les côteaux cultivés est fini. Les agriculteurs viennent la faucher quand ils en ont le temps!

L'impact des inondations printanières plus tardives, en 1994 par rapport à 1993, qui auraient pu retarder les dates de fauche ne se remarque pas au niveau des dates de fauche étudiées qui correspondent aux trois dates de l'article 19. Dans certaines vallées alluviales, comme le Val de Charente (SALAMOLARD & EGRETEAU, 1994), la fauche a connu un retard de 2 à 3 semaines suite à ces inondations. Cependant l'ensilage et la fauche avant le 15 Juin ont connu un retard en 1994. En effet, les premières parcelles ensilées apparaissent le 12/05 en 1993 et le 19/05 en 1994. De nombreuses parcelles sont ensuite ensilées les 19 et 28 Mai 1993, alors qu'en 1994 l'ensilage en Mai est plus ponctuel et remplacé par une fauche précoce vers le 8 et 13/06. Au 15 Juin la proportion de parcelles "fauchées" est la même en 1993 et 1994, mais pas avec la même chronologie. L'ensilage a été bien contrarié en 1994 par l'impossibilité d'accéder au mois d'Avril en tracteur, à certaines parcelles pour appliquer les engrais. Après le 15 Juin, le rythme des fauches est identique pour les deux années. Toutefois, en 1994, il n'a pas été rare que des parties basses (trop humides) restent non fauchées au sein d'une parcelle déjà coupée, l'agriculteur repassant les faucher plus tard.

Les deux zones d'étude connaissent un régime d'exploitation différent. La prairie de Luzy-Cesse voit, de par la proximité des villages, se développer de nombreux parcs, alors que

la prairie de Mouzay présente de larges zones retournées et peu de parcs, car les villages en sont assez éloignés et la zone est globalement plus sèche.

6.3. PRODUCTIVITE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES PRAIRIES DE LA MEUSE A DIFFERENTES DATES DE FAUCHE ET POUR DIFFERENTS NIVEAUX D'ENGRAIS

6.3.1. Rappel des stations échantillonnées dans la vallée de la Meuse

Groupements	GOF1	SOM3	SOM2	SOM1	CFP3
Pas de fertilisation	oui	oui	oui	oui	oui
60 Unités d'Azote		oui		oui	oui
60 Unités de NPK		oui	oui (fumier)	oui	oui
90 Unités de NPK	oui (2 parcelles)*	oui*			
100 Unités de NPK		oui	oui	oui (2 parcelles)	

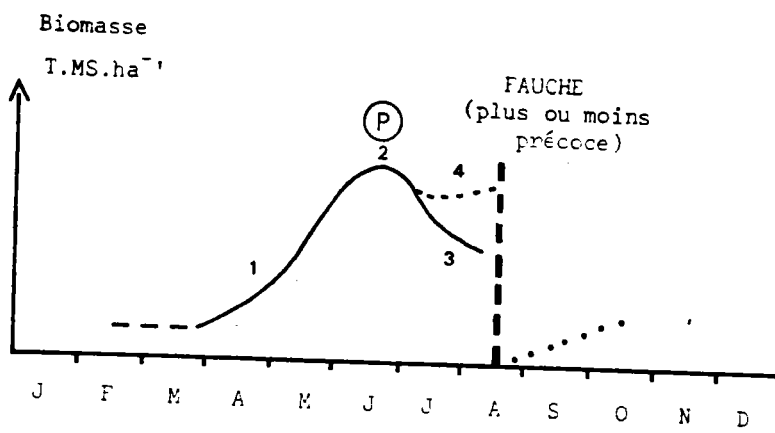
*: l'échantillon de fourrage prélevé dans une parcelle intensément fertilisée n'a pu, de ce fait, être rattaché à un groupement précis (SOM3 ou GOF1) à cause de l'appauvrissement floristique. La valeur obtenue a donc été utilisée pour les deux unités (GOF1 et SOM3).

5 dates de récolte ont été choisies (17/05, 31/05, 15/06, 28/06 et 12/07) en fonction des critères de l'article 19 et de la progression de la fauche dans les prairies. Elles correspondent à un ensilage, une fauche précoce et aux trois dates de fauche de l'article 19. Lors de la date de fauche la plus tardive (12/07), 95% des parcelles de la prairie sont fauchées et, pour la plus précoce (17/05), 40%. Les prélèvements ont été réalisés jusqu'à la fauche effective des parcelles par les agriculteurs. Un deuxième prélèvement (après le premier du 31/05) a été réalisé, sur le *SOM1*, à titre indicatif le 19/07.

Les prélèvements des parcelles *SOM3*, *SOM1* et *CFP3* sans fertilisation, 60UN et 60UNPK ont été réalisés sur le dispositif expérimental de l'ACNAT.

Vu le nombre relativement restreint de parcelles suivies et les variations climatiques inter-annuelles (MAGNANON, 1991; PIPER, 1994), les résultats doivent être interprétés avec prudence; d'autant plus que les parcelles ne possèdent peut-être pas le même "passé culturel" et donc le même niveau de réserves nutritives du sol. Les résultats ne peuvent être considérés que comme indicatifs, mais permettent tout de même d'évaluer la productivité et la valeur fourragère des différents types prairiaux de la Meuse. De surcroît, afin d'estimer la variabilité inter-annuelle de la production fourragère, une comparaison a été réalisée sur les parcelles du dispositif expérimental de l'ACNAT (*SOM3*, *SOM1* et *CFP3*), concernant la productivité qualitative entre les années 1994 et 1995 et pour la biomasse produite entre les années 1995 et 1996.

Quels que soient les syntaxons ou les stations échantillonnées, l'évolution de la phytomasse aérienne suit le schéma suivant (d'après MAGNANON, 1991):



EVOLUTION SCHEMATIQUE DE LA PRODUCTION AU COURS DU TEMPS

- - - Croissance lente à la sortie de l'hiver
- Croissance rapide (1) jusqu'au "pic de production" (P) (2) puis chute de la production (3)
- - - Possibilité d'une nouvelle phase de croissance (4)
- ... Repousses automnales après la fauche

6.3.2. Productivité quantitative des prairies semi-naturelles:

6.3.2.1. Productivité des parcelles non fertilisées en 1995

La productivité des parcelles témoins (recevant 0 fertilisant) est résumée dans le tableau ci-dessous:

Production en t de MS/ha	GOF1	SOM3	SOM2	SOM1	CFP3
17 Mai 1995	1,4	1,3	2	2,1	abs
31 Mai 1995	2,3	1,7	2,6	3,0	4,4
15 Juin 1995	2,8	2,8	4,2	4,2	5,5
28 Juin 1995	6,4	4,3	6,5	5,9	6,4
12 Juillet 1995	fauchée	3,9	6,9	5,5	6

La productivité végétale augmente au cours du temps pour atteindre de 3,9 à 6,9 t de MS/ha le 12 Juillet, le maximum de production étant obtenue au niveau du SOM2. Le GOF1 pourrait atteindre la même productivité. On peut noter pour certains groupements végétaux la décroissance de la biomasse entre le 28 Juin et le 12 Juillet (cf SOM3 et 1 et CFP3); ce phénomène fait suite au "pic de production" (MAGNANON, 1991), qui correspond au "maximum de matière verte sur pied" (MALONE, 1978, in VERTES, 1983).

La végétation du GOF1 se développe rapidement entre le 15 et le 28 Juin, ce qui se traduit par une augmentation importante de la biomasse produite, qui passe de 2,8 à 6,4 t de MS/ha. Ce phénomène pourrait trouver une explication dans l'assèchement très progressif du sol de cette parcelle, qui avait passé quasiment 4 mois sous eau (Janvier à Avril). C'est pourquoi, la végétation y était très peu développée et "fragmentaire" au mois de Mai. Ainsi, ce

n'est qu'au courant du mois de Juin que quatre espèces (bien représentées dans le couvert végétal) ont colonisé les trouées; il s'agit de *Ranunculus repens*, *Oenanthe fistulosa*, *Agrostis stolonifera* et *Elymus repens*. Celles-ci ont connu un développement végétatif exubérant, favorisé par un climat chaud et sec, au mois de Juin. Elles semblent donc posséder une stratégie de type "colonisateur" (stratégie-C, selon GRIME, 1979), qui leur permet de moduler leur développement en fonction de l'état de l'environnement (BLONDEL, 1986) et d'exploiter les trous de végétation (FLEURY, 1994) après de longues inondations. D'ailleurs, BAKKER (1989) et AMIAUD *et al.* (sous-pressé) insistent sur le caractère colonisateur d'*Agrostis stolonifera* et *Ranunculus repens*, qui profitent des trouées pour se développer grâce à des systèmes de multiplication végétative particulièrement performants: les stolons pour *Agrostis stolonifera* et les rhizomes pour *Elymus repens* (MARSHALL, 1990; PEETERS *et al.*, 1991).

La productivité du SOM3 reste faible. C'est le groupement qui semble le moins intéressant du point de vue de la biomasse végétale produite. Il faut cependant pondérer cette constatation par les conditions particulières de la parcelle étudiée. Celle-ci avait fait l'objet d'une pression de pâturage importante en Automne 1994. De nombreuses zones, dont la végétation avait été très déstructurée et où le sol était à nu, ont ensuite passé 2 mois et demi sous eau. Le phénomène observé pour le GOF1 n'a pas eu lieu sur cette parcelle où *Oenanthe fistulosa*, *Ranunculus repens* et *Elymus repens* ne sont que peu, voire même pas du tout, représentés.

Nous pouvons constater que la composition floristique peut présenter ou non une aptitude de régénération du couvert végétal après de longues inondations. BULLOCK *et al.* (1995) précisent que les espèces colonisent selon leur fréquence dans le couvert et que selon la taille des trouées et les espèces qui peuvent être recrutées à proximité, la vitesse de "fermeture" du couvert est différente. Dans le cas de petites ouvertures du couvert végétal, ce sont surtout des espèces ayant une capacité de clonage qui se développent.

Le SOM2 est le groupement qui possède la plus grande productivité végétale avec 6,9 t de MS/ha à la mi-Juillet; ensuite viennent le CFP3 et le GOF1 avec 6,4 t et enfin le SOM1 (5,9t).

La croissance de la végétation, entre la fin Juin et la mi-Juillet, du SOM et du CFP3 se stabilise et chute même dans la plupart des stations suivies. Les variations sont de 0,4t de MS par ha. Ceci explique la fauche préférentielle de la plaine alluviale vers fin Juin. En effet, le 28 Juin, 75 % des parcelles des zones de Luzay et Mouzay sont fauchées! Le CFP est souvent fauché encore plus tôt, suite au ralentissement de croissance de la végétation à partir de la mi-Juin (0,9 t de MS produite en 15 jours). Cette chute de production s'explique facilement par l'abondance des graminées, telles *Arrhenatherum elatius* ou *Alopecurus pratensis*, qui sont en fruits fin Juin, le pic de végétation ayant donc lieu plus tôt. Les zones sèches sont donc logiquement fauchées en priorité!

6.3.2.2. Productivité comparée des parcelles fertilisées et non fertilisées

La figure 65 met en évidence l'incidence de la fertilisation sur la productivité de la parcelle.

Le 17 Mai les différences entre prairies engraisées ou non sont peu marquées, sauf pour les parcelles relevant du *SOM3* et du *SOM1*, qui ont été fertilisées avec 100 U NPK tôt dans la saison (début Avril). Ces parcelles ont été fertilisées bien avant les autres; en effet, suite aux inondations, particulièrement tardives, de 1995 (jusqu'à fin Avril pour les zones basses), de nombreux agriculteurs ont retardé la date d'épandage des engrais et début Mai la plupart des parcelles venaient d'être fertilisées.

L'impact de la fertilisation sur la production végétale devient plus net après le 31 Mai (*SOM1* et *SOM2*), les parcelles fertilisées se détachent très nettement à la mi-Juin, date à laquelle les parcelles plus "intensivement" fertilisées sont fauchées.

a) Impact des fertilisations sur le *GOF1*

Production en t de MS/ha	17/05	31/05	15/06	28/06
0 fertilisant	1,4	2,3	2,8	6,4
90 U NPK (mi-Mai)	1,0	1,6	3,0	fauchée
90 U NK, 40 U P (début Mai)	2,4	2,5	4,4	fauchée

Suite à des conditions climatiques un peu particulières, la fertilisation des prairies a eu lieu assez tardivement en 1995 (au courant du mois de Mai). Ceci explique que les parcelles engraisées ne se détachent pas nettement du point de vue de la productivité végétale de la parcelle témoin (dépôt des engrais trop proche de la date de fauche). La parcelle recevant 90U NK et 40U P présente effectivement une production végétale plus importante le 15/06 (4,4t de MS/ha), mais connaît une stagnation dans la croissance végétale entre le 17 et le 31 Mai.

Les trois parcelles suivies sont situées dans la même zone (Luzy-St-Martin) à quelques dizaines de mètres les unes de autres. Le 31/05, leur couvert végétal présente une structure différente, ce qui peut expliquer les différences de biomasses mesurées. Sur les parcelles recevant 0 et 90U NK et 40U P fertilisée début Mai, la végétation est dense et haute; sur la parcelle 90U elle est constituée d'une flore pauci-spécifique dominée par les graminées (*Elymus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Lolium perenne*), alors que sur la parcelle 0U elle est très diversifiée. La parcelle recevant 90U NPK fertilisée mi-Mai possède une végétation dense mais basse (engrais déposés plus tardivement), peu diversifiée (résultant de nombreuses années de fertilisation) et dominée par les graminées. De surcroît, la structure de son couvert était très désorganisé en début de végétation (Mai), de nombreuses plages de sol nu étaient observables.

b) Impact des fertilisations sur le *SOM3*

Productivité en t de MS/ha	17/05	31/05	15/06	28/06	12/07
0 fertilisant	1,3	1,7	2,8	4,3	3,9
60 UNPK, 17/05 (granulés)	1,3	1,6	3,8	5,6	5,1
60 UN, 17/05 (liquide)	1,3	2,4	4,3	6,3	7
90 UNK, 40P, début Mai	2,4	2,5	4,4	fauchée	
100 UNPK, 9 Avril	4,0	fauchée			

Sur le *SOM3* on peut noter l'action rapide de l'engrais azoté par voie liquide par rapport aux granulés de NPK qui mettent un certain temps à se dissoudre. En effet, le 31/05, soit 15 jours environ après fertilisation (17/05), seul le carré fertilisé avec 60 U d'Azote présente une production végétale plus élevée que les autres carrés du dispositif expérimental de l'ACNAT. Le 28 Juin la biomasse végétale des carrés fertilisés avec 60U d'azote liquide est plus importante de 2 t/ha par rapport au témoin. Le 12/07 la différence entre les parcelles engraisées et la parcelle témoin est de 3,1t pour le traitement 60UN et 1,2t pour 60UNPK. La fertilisation azotée seule semble mieux stimuler la pousse de la végétation que la fertilisation NPK.

La parcelle témoin accuse 15 jours de retard dans la dynamique de croissance végétale par rapport aux parcelles engraisées avec 60U de NPK (cf dates du 15/06 et du 28/06) et un mois par rapport à celles recevant 60U d'Azote (cf le 15/06 et le 12/07). En mettant des engrais, les agriculteurs peuvent donc avancer de 2 à 4 semaines leur date de fauche, ce qui est tout de même important. Cependant la biomasse produite reste relativement faible.

La fertilisation très précoce du *SOM3* avec 100U de NPK semble posséder un effet important sur la vitesse de production de biomasse épigée, ce qui permet sa fauche précoce.

En conclusion, lorsque la fertilisation est appliquée plus tardivement le *SOM3* semble bien valoriser les apports azotés mais avec du retard.

c) Impact des fertilisations sur le *SOM2*

Production en t de MS/ha	17/05	31/05	15/06	28/06	12/07
0 fertilisant	2,0	2,6	4,2	6,5	6,9
60 U NPK, mi-Mai (N + fumier)	2,3	3,0	5,2	fauchée	
100 U NPK, entre 17 et 31/05	3,1	3,2	6,6	fauchée	

La fertilisation du *SOM2* favorise aussi la productivité végétale. Comme pour l'association précédente, la biomasse végétale récoltée le 15 Juin augmente d'une tonne /ha suite à l'application de 60U de NPK de manière mixte: granulés d'N et fumier. L'épandage des

granulés d'azote ayant lieu vers la mi-Mai, sa valorisation sur la végétation intervient un mois plus tard. En effet, les faibles précipitations pendant cette période n'ont pas permis la dissolution rapide des granulés.

Le 28/06, par rapport aux 100U fertilisantes, le retard de la parcelle témoin est de deux semaines. Le 15 Juin, la productivité de la parcelle fertilisée avec 100U NPK est supérieure de 2,4 t/ha à celle du témoin non fertilisé. Ce phénomène est accru par la différence existant déjà le 17 Mai, avant l'épandage des fertilisants, résultant de l'enrichissement probable du sol en éléments nutritifs suite à de nombreuses années d'exploitation intensive. On peut signaler, suite à un épandage tardif des engrais, le démarrage plus lent de la végétation (entre le 31/05 et 15/06) sur la parcelle subissant le traitement 100U.

d) Impact des fertilisations sur le *SOM1*

2ème coupe
du 31/05

Production en t de MS/ha	17/05	31/05	15/06	28/06	12/07	19/07
0 fertilisants	2,1	3,0	4,2	5,9	5,5	0,9
60 Unités fertilisantes (NPK), 17/05	2,1	3,1	6,0	8,0	8,4	2,6
60 Unités fertilisantes (N), 17/05	2,1	4,7	6,8	8,5	7,8	1,8
100 U NPK, entre 17 et 31/05	3,1	3,8	5,6	fauchée		
100 U NPK, début Avril	5,7	fauchée				

L'usage des engrais sur le *SOM1* a un impact important et rapide sur la biomasse végétale produite. Le 31 Mai les carrés recevant 60 Unités d'Azote se détachent bien avec une productivité plus importante de 1,7 t par rapport au témoin. L'impact des engrais sur le *SOM1* est plus rapide que pour les autres groupements. En effet, il faut attendre le 15 Juin (*SOM2*) ou même le 28 Juin (*SOM3* et *GOF1*) pour observer une stimulation identique de la croissance de végétation sur les autres groupements végétaux.

Cette utilisation plus rapide de l'azote au niveau du *SOM1* par rapport aux unités de végétation précédemment décrites s'explique peut-être par une meilleure aération du sol et par sa température plus élevée. En effet, dans les zones plus basses (tout particulièrement le *SOM3* et le *GOF1*), le sol est encore gorgé d'eau, vers la mi-Mai, l'utilisation des engrais est de ce fait ralenti. Ainsi, BOBE (1987) signale que la fertilisation est inutile dans les zones où le sol est longtemps gorgé d'eau car l'asphyxie du sol limite l'activité biologique. ZANGIACOMI (1979) observe lui aussi, dans les prairies permanentes de Lorraine, que l'humidité du substrat semble empêcher une bonne valorisation de la fertilisation.. Ainsi, de nombreux auteurs insistent sur l'importance des conditions du milieu vis-à-vis de la minéralisation dépendant de l'activité biologique du sol. Dans les sols humides (conditions d'anaérobiose) et froids le phénomène de nitrification est ralenti (BERENDSE *et al.*, 1994; OOMES & KEMMERS, 1994b; ENGELAAR *et al.*, 1995) alors que des températures plus élevées la stimulent (HARRISSON

et al., 1994). De plus les températures basses prolongées agissent sur la dormance des graines (BRITTON & BROCK, 1994) et inhibent la germination.

La biomasse produite sur les carrés "engraissés" croît rapidement par rapport aux carrés témoins. Le 15/06 les granulés de NPK se sont dissous et la production végétale a rapidement augmenté (3 tonnes en 15 jours). Par rapport à la fertilisation NPK, les carrés témoins connaissent 15 jours de retard; en effet la biomasse produite sur les carrés NPK le 15 Juin est atteinte le 28 Juin sur les carrés témoins. Le 28/06, les carrés traités avec 60U N présentent une production de 2,6 t plus importante que celle des témoins et la fertilisation 60U NPK accroît la productivité de 2,1 t. Nous obtenons une productivité de 8 t de MS/ha en moyenne le 12 Juillet pour les carrés fertilisés. La croissance végétale se stabilise ou diminue entre le 28 Juin et le 12 Juillet sur tous les carrés permanents, ce phénomène étant très net pour la fertilisation azotée. Par contre, la fertilisation avec le NPK permet de retarder l'apparition du phénomène de "pic de végétation" peut-être en stimulant des repousses de graminées (essentiellement *Holcus lanatus* et *Arrhenatherum elatius*) qui sont nombreuses en Juillet (observations de terrain). Ceci se traduit, le 12/07, par une différence de production végétale entre les carrés 60UNPK et les témoins qui est importante (2,9 t/ha).

La fertilisation très précoce (fin Avril) et relativement intensive (100U NPK) du SOMI, en stimulant la croissance des graminées comme *Alopecurus pratensis* et *Poa trivialis* a un impact important sur la production végétale (3,6t de plus que le témoin le 17/05). En effet, la parcelle qui a reçu 100 Unités d'NPK début Avril connaît une augmentation rapide et importante de la matière sèche produite, avec un mois d'avance par rapport au témoin et aux autres parcelles engraisées. L'application des mêmes 100 Unités d'engrais un peu plus tard dans la saison n'a pas eu le même impact sur la végétation et ne permet pas non plus d'atteindre la productivité des carrés recevant 60U. Ceci est probablement dû à un épandage plus tardif ou à une forme utilisée qui est moins soluble (granulés); la date d'épandage des engrais présente donc une grande importance vis-à-vis de la productivité végétale et de sa valorisation par le couvert.

Sur la parcelle expérimentale de l'ACNAT, les carrés fertilisés montrent une densification du couvert végétal avec une augmentation de la participation, en volume et en hauteur, des graminées. Celles-ci forment un tapis, vert bleuté, très dense, sous lequel l'humidité est conservée. Vers la mi-Juillet la verse devient inévitable, et la récolte (même des carrés expérimentaux) très difficile.

Une mesure du développement de la végétation après une fauche précoce (31 Mai) a été effectuée le 19 Juillet. On peut noter que les "résidus" des engrais de la 1^{ère} coupe stimulent la reprise de la végétation après la première coupe. Ce sont les 60U de NPK qui semblent le mieux stimuler la végétation après la coupe. Ceci s'explique certainement par deux phénomènes, la lente dissolution des granulés et la faible mobilité des Phosphates dans le sol. Les carrés fertilisés sont d'un vert plus tendre que le carré non fertilisé qui est couleur "paille".

e) Impact des fertilisations sur le CFP3

Productivité en t de MS/ha	31/05	15/06	28/06	12/07
0 fertilisant	4,4	5,5	6,0	6,4
60 Unités fertilisantes (NPK), 17/05	3,2	6,0	7,1	7,5
60 Unités fertilisantes (N), 17/05	3,9	5,1	5,7	6,2

L'impact des engrais azotés sur la productivité du CFP3 est nul. Cependant, le triple 15 favorise une stimulation de la croissance végétale à partir de la mi-Juin. Par rapport au carré témoin, elle reste relativement faible. En effet, la productivité n'y est supérieure que d'une tonne le 28 Juin et le 12 Juillet.

Par rapport aux autres groupements végétaux, les engrais ont un effet moins important sur la productivité de ces zones hautes (seulement 1t de différence pour le NPK avec les parcelles témoins). Ce phénomène résulte certainement d'une relative sécheresse du sol qui y induit une faible mobilisation des engrais. BOBE (1987) insiste elle aussi sur les problèmes de fertilisation des prairies de *Arrhenatherion elatioris* suite au déficit hydrique estival. L'apport des engrais sur ces zones hautes, qui sont rapidement sèches, devrait vraisemblablement avoir lieu plus tôt afin d'être valorisé.

Le pic de production pour tous les modes de traitements se situe entre le 28 Juin et le 12 Juillet, après la floraison des principales graminées comme *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*, *Agrostis stolonifera*. A cette époque, la prairie commence à "griller" et la végétation à sécher sur pied, les agriculteurs " ne récoltent plus que de la paille" (communication orale).

Les zones sèches (relevant du CFP voire du SOMI) sont retournées prioritairement; ceci s'explique fort bien au vu des problèmes rencontrés lors de leur gestion en prairies de fauche. Si la date d'épandage (d'habitude mi à fin Avril) est passée, la végétation ne valorise pas bien les apports d'engrais. Or, bien souvent il faut traverser toute la plaine alluviale avant d'accéder aux buttes mésoxérophiles de la prairie (situées au niveau du bourrelet alluvial) et au début du printemps (date à laquelle les fertilisations ont lieu), les chemins peuvent être sous eau (comme en 1994 et 1995). L'accès aux zones sèches, qui ne sont plus inondées depuis bien longtemps et dont la végétation démarre, ne peut donc pas se faire et la date d'épandage est dépassée. Pour un agriculteur engagé dans une politique plus "productiviste", la meilleure façon de valoriser ces zones sans se donner trop de travail est le retournement et la mise en culture de maïs avec une fertilisation qui n'a lieu qu'au courant du mois de Mai.

6.3.2.3. Impact comparé des engrais sur les différentes sous-associations végétales

a) Pour 60 Unités d' NPK fertilisantes

Productivité en t de MS/ha	15/06	28/06	12/07
SOM3, 17/05	3,8	5,6	5,1
SOM2, mi-Mai	5,2	fauchée	fauchée
SOM1, 17/05	6,0	8,0	8,4
CFP3, 17/05	6,0	7,1	7,5

L'épandage de 60 Unités de NPK semble le mieux valorisé sur les parcelles relevant du *SOM*, tout particulièrement celles appartenant au *SOM1*. Ceci s'explique par le fonctionnement hydrique du *SOM1* qui est assez rapidement ressuyé au début du printemps (et peu longuement inondé en hiver), mais qui possède quand même une bonne réserve en eau dans le sol, qui le préserve d'une trop grande sécheresse estivale. De plus, ce groupement est largement dominé par des graminées productives, telles *Phleum pratense*, *Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*, qui valorisent bien les apports d'azote. Le *SOM3* a plus de mal à démarrer au début du printemps suite aux inondations hivernales longues qui induisent un engorgement du sol important et des trouées dans le couvert végétal, qui a ensuite du mal à se régénérer.

Par rapport au *SOM1*, le *CFP3* répond assez mal à l'application des engrais surtout à partir de la fin Juin où la croissance de la végétation ralentit probablement suite à la diminution de la réserve utile en eau du sol, ce phénomène est surtout bien net pour la fertilisation azotée seule (cf § précédent).

b) Pour 90-100 Unités de NPK fertilisantes

Productivité en t de MS/ha	17/05	31/05	15/06
GOF1, début Mai	2,4	2,5	4,4
SOM3, 9 Avril	4,0	fauchée	fauchée
SOM2, entre 17 et 31/05	3,1	3,2	6,6
SOM1, entre 17 et 31/05	3,1	3,8	5,6

La croissance de la végétation connaît une stimulation entre le 31 Mai et le 15 Juin. Ici aussi, c'est le *SOM* qui profite le plus des apports d'engrais. Le *SOM2* connaît un démarrage lent de la végétation, qui est stimulée dans la première quinzaine du mois de Juin.

La fertilisation du *GOF1* doit être réservée à des zones vite ressuyées et accessibles tôt au printemps; en effet l'application de 90U ne donne que peu de résultats sur la végétation par rapport aux autres groupements.

6.3.2.4. Variations inter-annuelles de la productivité

La comparaison des valeurs obtenues en 1995 et 1996 sur le dispositif expérimental de l'ACNAT permet de mettre en évidence les variabilités inter-annuelles de la biomasse produite. Ces deux années ont été très différentes du point de vue climatique (cf illustration ci-contre). En 1995, les inondations tardives ont retardé le développement de la végétation des zones basses et favorisé la présence d'une bonne réserve en eau dans le sol, alors que l'année 1996 s'est distinguée par l'absence d'inondations et la sécheresse du printemps (particulièrement les mois de Mars et Avril). Ces variations climatiques ne sont pas sans effet sur la croissance végétale (LAMBERT *et al.*, 1976).

La figure 66 met en évidence, pour chaque groupement, type de fertilisation et date de fauche, les différences de quantités de biomasse produite entre 1995 et 1996.

La quantité de fourrage produite en 1995 est nettement supérieure à celle obtenue en 1996. En 1996, la productivité des carrés expérimentaux, aux différentes dates de fauche et selon les différents traitements, est réduite de moitié par rapport à 1995. Ce phénomène s'explique facilement par la sécheresse de l'année 1996 qui a empêchée la croissance de la végétation. En effet, celle-ci ne possédait pas la densité de couvert de l'année 1995, tout particulièrement au niveau des zones hautes (*CFP*) où la végétation était littéralement "grillée". Selon PIPER (1994), la biomasse végétale produite peut être beaucoup plus importante (jusqu'à 43% supérieure) en années humides par rapport aux années sèches.

Ces deux années constituant probablement les "extrêmes" climatiques que l'on peut observer dans la Meuse, on peut déterminer des fourchettes de productivité pour chaque groupement étudié. Pour les groupements non fertilisés, le 28 Juin elle varie, entre 2,8 et 4,3 t pour le *SOM3*, entre 2,7 et 5,9 t pour le *SOM1* et entre 2 et 6t pour le *CFP3*. C'est le *CFP* qui souffre donc le plus de la sécheresse alors que pour le *SOM3* la différence de productivité est nettement moins importante.

MAGNANON (1991) observe, elle aussi, la grande variabilité interannuelle de la production, avec une diminution importante de la biomasse (qui peut atteindre 2 t) en 1990 par rapport à 1989. Elle n'est cependant pas aussi nette que dans la Meuse, car les deux années d'étude n'y sont pas aussi différentes.

6.3.2.5. Discussion des résultats

En l'absence de fertilisation, les prairies alluviales de la Meuse présentent une productivité assez élevée (variant entre 4,3 et 6,9 t de MS/ha en 1995) qui est encore augmentée (de 0 à 3t de MS/ha) par les apports d'engrais de 60 à 100 U de NPK. Cependant, en année sèche cette productivité chute beaucoup et peut devenir très faible (2 t de MS/ha pour le *CFP* en 1996).

Selon les auteurs et les zones d'étude, les facteurs limitants de la production végétale peuvent être les concentrations de N (GIBSON *et al.*, 1993), P (HARRISON *et al.*, 1994) et K (OOMES, 1991). Dans la Meuse, il apparaît que c'est surtout la concentration en N du sol qui est limitante, car les apports azotés stimulent bien la croissance végétale. Cependant, selon les zones étudiées, les apports complémentaires de P et K peuvent encore augmenter la production végétale par rapport à la fertilisation azotée seule (cf *SOMI* et *CFP3*) tout particulièrement pour les fauches tardives. Ainsi, les facteurs P et/ou K semblent aussi être limitants.

Pour les prairies permanentes pâturées, DELPECH (1975) situe la production végétale entre 5 et 15 t de MS/ha suivant la nature de l'amendement. Dans ses prairies des Alpes, VERTES (1983) récolte "au pic de végétation" (c'est-à-dire au même stade phénologique que nous dans la Meuse) une biomasse de 2 à 6 t de MS/ha selon les stations.

Les prairies humides de Bretagne (GLEMEE-DRON, 1979) produisent en moyenne 7,7 t de MS/ha entre Mars et Juin, ce qui selon l'auteur constitue une productivité honorable.

Dans la plaine alluviale de la Loire, MAGNANON (1991) obtient, au niveau du pic de production, une biomasse qui varie 3,5 à 8,3 t de MS/ha (en 1989) ce qui correspond sensiblement aux résultats de la Meuse. Elle considère que les biomasses obtenues (en moyenne 6 t) sont déjà importantes, mais qu'il faut prendre en compte l'importance de la gestion de l'eau en fin d'hiver (notamment la vitesse d'exondation) sur la variabilité interannuelle de la production. On peut cependant noter la précocité de son pic de production (fin Mai-début Juin) par rapport à celui de la Meuse (fin Juin); ce phénomène peut résulter de deux influences, biogéographique tout d'abord et climatique ensuite. En effet, elle obtient une productivité de 6,4 t de MS/ha pour le *Senecioni-Oenanthetum mediae* le 10/06/90; à cette date là, dans la vallée de la Meuse, elle n'est en moyenne, pour les groupements non fertilisés, que de 3,8 t en 1995; il faut attendre la fin Juin pour atteindre cette valeur pour le *SOMI*. Il y a donc au moins 15 jours de retard entre la Loire et la Meuse. L'année 1995, au cours de laquelle ont été réalisées les mesures dans la Meuse, constitue une année assez exceptionnelle par rapport à la durée des crues qui a pu déterminer un démarrage plus tardif de la végétation. La présence d'un pic de production fin Mai-début Juin dans la Loire détermine, pour certains groupements et dans certaines conditions météorologiques, la présence d'un deuxième pic (fin Juin), qui correspond plutôt à la pousse de graminées tardives comme *Agrostis stolonifera* et *Elymus repens*.

6.3.3. Evolution de la qualité des fourrages en fonction des pratiques agricoles et du temps

6.3.3.1. Introduction

La qualité nutritive des herbages des plaines alluviales est mal connue, d'autant plus que les zones inondables sont souvent dépréciées par les agriculteurs suite à des contraintes de

gestion importantes (inondations tardives, difficultés d'accès...). Les agriculteurs supposent que la valeur fourragère des prairies alluviales est loin d'être négligeable; cependant elle ne constitue souvent qu'un appoint dans une exploitation agricole plus tournée vers la rentabilisation des côteaux secs.

Rôle des différents constituants sur la croissance végétale et au niveau de la nutrition des bovins:

Les différents constituants minéraux des végétaux possèdent une importance variable au niveau du développement de la plante (LÜTTGE *et al.*, 1992) et de la nutrition des bovins. L'étude de leur rôle au niveau de chaque "compartiment" permet de mieux comprendre leur dynamique au niveau du sol et des plantes. Ainsi, les teneurs en éléments minéraux dans les plantes peuvent indiquer les conditions de croissance du milieu (carence d'un élément ou abondance, WASSEN *et al.*, 1995).

** L'azote:*

L'azote constitue le principal facteur de croissance de l'herbe, il compose de 1 à 3% de la matière sèche de l'herbe (HELLER *et al.*, 1993). Il intervient dans la composition des protéines des êtres vivants; de plus, les apports d'engrais azotés interviennent dans le métabolisme général du végétal:

- augmentation de la teneur et de la production des composants azotés protéiniques (albumine, acides aminés...) et des composants minéraux
- diminution de la teneur en sucres solubles
- augmentation de l'absorption des ions minéraux des ions qui ne sont pas carencés dans le sol.

** Le potassium:*

Les besoins en K^+ dans les plantes sont souvent très élevés (2 à 4% de la matière sèche du végétal); ce cation intervient dans de nombreuses fonctions physiologiques (DENUDT, 1975), dont:

- le potentiel hydrique des feuilles et la régulation de l'ouverture des stomates
- la pression osmotique des cellules
- il est le cofacteur de nombreuses enzymes et participe à certains processus métaboliques majeurs comme la formation de la cellulose.

Le potassium est un élément très mobile (sous forme ionique), qui circule des feuilles âgées vers les feuilles jeunes. Son absorption dépend de sa disponibilité dans le sol; or par rapport aux grands besoins des plantes, la proportion de K^+ sous forme dissoute et échangeable dans la solution du sol est faible. C'est pourquoi une fumure potassique est souvent préconisée afin d'entretenir un gradient de fertilité constant.

Selon LAMBERT et LIMBOURG (1982), le potassium en excès dans les fourrages peut être dangereux vis-à-vis des bovins.

*** Le phosphore:**

Cet élément (0,1 à 0,5% de la matière sèche), qui est un composant important des nucléo-protéines, joue un rôle prépondérant au point de vue génétique (DENUDT, 1975). Il intervient dans la photosynthèse à travers l'ATP, dans la synthèse des sucres, de l'amidon et des protéines. De plus, sa présence dans les phospho-lipides (lécithine), ainsi que son action dans la glycolyse et le cycle des pentoses, expliquent son influence pour la croissance et le développement des végétaux.

La part de phosphore du sol participant à la nutrition de la plante est faible. En effet, cette part est estimée, suite à la faible mobilité de l'ion PO_4^{3-} dans les sols, à 5-15% du total. Une certaine fraction du P est immobilisée par le développement microbien, une autre (plus importante) est liée à la matière organique. De plus le "flux de masse" (massflow), qui entraîne avec lui le phosphore soluble, n'intervient que pour une faible part dans l'alimentation des plantes. C'est essentiellement l'interception racinaire (et une solubilisation possible grâce aux sécrétions racinaires) et surtout la diffusion de cet élément dans le sol qui doivent intervenir pour apporter les quantités de P nécessaires à la plante.

Selon LAMBERT (1963), en sol humide et riche en Carbone oxydable le phosphore est moins soluble qu'en sol normal. Cet état pédologique s'exprimerait à travers une composition botanique où *Holcus lanatus* est favorisé et *Trifolium repens* défavorisé.

La concentration du phosphore dans les fourrages a une action déterminante sur la fertilité des vaches (LAMBERT et TOUSSAINT, 1978).

6.3.3.2. Valeur fourragère des différentes associations végétales

Les tableaux et graphiques suivants présentent les résultats moyens obtenus pour les matières protéiques totales (%), les protéines brutes digestibles (PBD, g/kg), les concentrations en potassium et en phosphore (mg/100g) et les valeurs alimentaires (exprimées en VEM) des différentes associations végétales. Les parcelles suivies diffèrent selon deux gradients, de trophie et hydrique, les prélèvements ayant été réalisés à 5 dates de fauche comme pour les biomasses. Des moyennes ont été effectuées à partir des prélèvements des sous-associations du *SOM* et ceux des parcelles fertilisées.

a) Evolution des valeurs fourragères moyennes des différentes associations au cours du temps

Les figures 67 a à 67 e mettent en évidence une décroissance globale des concentrations en K, P, PBD, Mat. Prot. au cours du temps. Ce phénomène est normal il résulte d'une dilution des éléments suite à la croissance des végétaux (HELLER *et al.*, 1993) en effet la matière sèche produite augmente, parallèlement à la teneur en cellulose suite à la

lignification du matériel végétal. Les valeurs obtenues varient beaucoup en fonction du climat et du type de pratiques agricoles. Les teneurs en potassium semblent globalement se maintenir plus longtemps que les autres éléments dosés. De surcroît, on observe au 15 Juin une ré-augmentation de la teneur en potassium dans les foins du *GOF1* et du *CFP3* qui résulte peut-être au développement du stade épiaison des graminées tardives (*Elymus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Phleum pratensis*) dans le couvert (cf § III 5.).

* Qualité des fourrages récoltés dans la Meuse (tableaux 68 a à 68 e)

La qualité des foins est appréciée à partir des teneurs seuils des différents éléments (annexe 9), définies par LAMBERT (1994). En général, la teneur en matières protéiques des fourrages récoltés dans la Meuse présente une très bonne valeur jusqu'au 31/05 ou au 15/06 selon les groupements, puis elle devient plus faible (inférieure à 12). C'est au niveau du *SOM* et du *CFP* que la décroissance est la plus rapide et la plus spectaculaire. Les protéines brutes digestibles diminuent elles aussi au cours du temps. La *VEM* est presque toujours bonne (supérieur à 750) bien que sa valeur décroisse au cours du temps, seul le *CFP* connaît fin Juin une chute sous la barre des 750. Les teneurs en K^+ sont moyennes (1800-2800mg/100g) en tout début de végétation pour de nombreux groupements (*CFP* excepté) et deviennent faibles après le 31 mai (inférieures à 1800mg/100g) sauf pour le *GOF*, où elles se maintiennent très bien. La concentration en P est toujours faible (inférieure à 225 mg/100 g), sauf là aussi pour le *GOF* et pour la première date de fauche (17/05) des parcelles fertilisées.

Globalement, la chute de la qualité des herbages devient plus importante après le 15 Juin. En effet, le 28 Juin les teneurs des différents éléments ont beaucoup diminué, probablement suite à une production importante de matière végétale; elle correspond vraisemblablement au pic de production de la végétation; en effet, elle est consécutive à l'augmentation importante de la matière sèche produite (LAMBERT & TOUSSAINT, 1978). Mais au courant du mois de Juillet, la décroissance peut se ralentir ou même s'infléchir suite à la repousse de certaines espèces (*Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*...) ou au développement des graminées tardives (*Agrostis stolonifera*, *Phleum pratense*). Ce phénomène est encore plus net pour les parcelles recevant 60U fertilisantes; en effet, la teneur en potassium y réaugmente suite à une repousse des graminées (*Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*), probablement stimulée par les résidus de fertilisants.

b) Valeur comparée des différents groupements à chaque date de fauche

* Comparaison des différents groupements non fertilisés

Les figures 68a à 68 e mettent en évidence, pour chaque date de fauche, la valeur fourragère moyenne comparée des principaux groupements végétaux rencontrés dans la Meuse

(*GOF1*, *SOM* et *CFP3*). Aux différentes dates de fauche, on constate que le *GOF1* présente des teneurs en PBD, matières protéiques, K et P supérieures à celles des autres groupements. Ce groupement largement déprécié par les agriculteurs présente donc un intérêt fourrager certain.

Le *SOM* par contre présente la valeur fourragère la moins intéressante sauf vers la mi-Juillet où il résiste mieux à la sécheresse que le *CFP3*, ce qui permet une repousse des graminées.

Le *GOF1* est certainement le groupement qui supporte le mieux une coupe tardive. En effet, fin Juin, il présente encore tant du point de vue qualitatif que quantitatif une meilleure valeur que les autres groupements (figure 68d). BOUZILLE *et al.*, (1989) mettent, eux aussi, en évidence l'augmentation des U.F.L. et de la matière sèche produite dans les groupements à longue période d'humidité et abaissement estival de la nappe, comme le *GOF1* de la Meuse.

* Comparaison du SOM non fertilisé et fertilisé

Cette comparaison est rendue possible par la représentation de tous les niveaux d'humidité et de fertilisation dans cette communauté. Il faut cependant pondérer toutes ces observations par un facteur qui induit d'importantes variations: la date de fertilisation qui interfère grandement avec les biomasses produites et les phénomènes de dilution.

Le tableau 69 met en évidence l'impact des fertilisants sur la valeur fourragère quantitative et qualitative moyenne du *SOM*. La fertilisation augmente la teneur en matières protéiques et en protéines digestibles des végétaux récoltés. Parallèlement à l'augmentation de matière sèche produite, il y a dilution du potassium. Ce phénomène est très net pour le *SOM* 100U. Pour les parcelles fertilisées avec 60U la teneur en potassium augmente, au dessus de celles des parcelles témoins, entre le 17 et le 31/09/95, suite à un épandage tardif des engrais (vers la mi-Mai). Par contre, les concentrations en phosphore se maintiennent plus longtemps et la chute des valeurs sous celles des parcelles non fertilisées n'est observable qu'à partir du 31/05 pour les parcelles 100U et du 28/06 pour les parcelles 60U. La valeur alimentaire du fourrage est meilleure pour les parcelles non fertilisées par rapport aux parcelles fertilisées.

La fertilisation 100U est efficace en début de végétation, elle agit principalement sur la biomasse végétale produite et les teneurs en protéines brutes et digestibles; mais son action est plus faible sur les teneurs en potassium et phosphore du fourrage, d'autant plus que la croissance des végétaux a déjà été bien stimulée par les engrais. Il est vraisemblable que ces parcelles fertilisées intensivement doivent être fauchées très tôt (avant le 17/05), afin de conserver des teneurs en K⁺ importantes.

La fertilisation 60U qui a été plus tardive a, elle aussi, induit l'augmentation de la quantité de fourrage produit et sa teneur en protéines brutes et digestibles; elle a aussi favorisé l'augmentation des teneurs en K⁺ et P dans les plantes. Par rapport aux parcelles 100U, les

parcelles 60U présentent l'avantage de pouvoir être fauchées plus tardivement en donnant un foin qui possède des concentrations en éléments minéraux quasi-identiques.

6.3.3.3. Valeur comparée du fourrage des différentes sous-associations

a) Qualité des différentes sous-associations

La comparaison de la qualité des fourrages des différentes sous-associations est plus aisée pour les parcelles non fertilisées car les dates de fertilisation interfèrent (en agissant sur la biomasse produite) avec la teneur en éléments minéraux du foin.

Le tableau 70 met en évidence pour chaque sous-unité les valeurs du fourrage des prairies non fertilisées à chaque date de fauche:

Le 17 mai, les foins du *GOF1* et du *SOM3* présentent des teneurs en protéines identiques, plus importantes que celles des *SOM2* et *1*. Mais les protéines digestibles du *GOF1* sont plus importantes que pour le *SOM3*. Les teneurs en K et P fluctuent selon les groupements, mais c'est le *SOM2* qui semble posséder la qualité fourragère la plus faible. Le *GOF1*, avec une teneur de P de 247mg/100g, est le seul qui possède une valeur moyenne de cet élément.

Le 31 mai, c'est encore le *GOF1* qui possède les teneurs en protéines (totales et digestibles) et en P les plus importantes. Le *SOM2* est à nouveau le groupement le moins intéressant au niveau de la qualité. Le *CFP3*, qui produit le plus de matière sèche, présente des teneurs faibles en P et K, qui résultent de la dilution.

Le 15 juin le *GOF1* est toujours le plus riche en éléments minéraux. A cette date on peut observer un phénomène intéressant concernant les teneurs en K et P du *GOF1* et *SOM1*. Au lieu de diminuer, celles-ci augmentent ou se stabilisent, ceci résultant des repousses possibles de *Holcus lanatus* et du développement des graminées plus tardives (*Agrostis stolonifera* et *Phleum pratense*).

Le 28 juin, on atteint le pic de croissance du *GOF1*, dont la production est de 6,4 de t/ha pour des teneurs en éléments minéraux encore importantes. Pour les autres groupements, les pics de croissance sont dépassés et les concentrations en éléments nutritifs ont bien chuté, sauf pour le *CFP3* où elles augmentent pour le K et P, ceci résultant peut-être d'un phénomène de repousse des graminées (*Arrhenatherum elatius* principalement).

A partir du 12 juillet les teneurs en éléments nutritifs diminuent dans tous les groupements à un niveau quasi identique.

Le *GOF1*, qui est un groupement souvent déprécié par les agriculteurs, présente donc un intérêt qualitatif certain; il peut être fauché tardivement (28 juin), en conservant une bonne qualité et une productivité importante.

Le *SOM2*, qui est pourtant la sous-association la plus répandue dans la plaine alluviale, est celle qui semble présenter le moins d'intérêt du point de vue de la valeur fourragère. Mais ce groupement est aussi le plus productif (cf chapitre précédent).

b) Impact de la fertilisation sur la qualité des fourrages

La fertilisation précoce (Avril ou début Mai) a eu un impact rapide sur les biomasses produites, mais a de ce fait induit une diminution importante des concentrations en K, PBD et matières protéiques principalement. Ceci s'observe bien pour le *GOF1* (figure 69) le 17 Mai; les parcelles fertilisées 15 jours avant les prélèvements présentent des teneurs en éléments nutritifs bien inférieures à celles des autres carrés prélevés; par contre la matière sèche produite est plus importante. Pour le *GOF1* ce phénomène est encore plus net le 31/05 (figure 70). Une fertilisation relativement intensive (90U) et précoce donne donc un sérieux "coup de fouet" à la végétation, mais exige une fauche suffisamment précoce (fin Mai, début Juin) pour pouvoir concilier quantité de matière végétale produite et qualité (SOLTNER, 1983).

Les valeurs en protéines totales et digestibles augmentent avec la fertilisation (LAMBERT *et al.*, 1975), sauf quand le phénomène de dilution devient trop important, ceci pour tous les groupements (figures 71 a à 71 d). De la même manière, les concentrations en potassium et dans une moindre mesure en phosphore augmentent dans les foins où une fertilisation NPK a été appliquée (figures 72 a à 72 e). Par contre la fertilisation azotée reste souvent sans effet sur les concentrations de ces différents éléments (cf *SOM3*). Cependant, les fourrages récoltés le 12/07 sur les carrés permanents relevant des *SOM1* et *CFP3* et le 28/06 pour le *SOM3*, fertilisés avec l'azote seul, présentent des concentrations en K, protéines brutes et digestibles plus importantes que les autres (figures 73 a à 73 c). Pour le *SOM1* ce sont les repousses en *Holcus lanatus* qui ont pu favoriser cette différence, d'autant plus que selon DENUDT (1975), cette espèce possède de grandes capacités d'extraction vis-à-vis du potassium mais seulement en présence d'une fertilisation azotée.

Pour une date de coupe tardive (Juillet) la valeur fourragère des parcelles fertilisées chute suite à une dilution trop importante des éléments constitutifs qui peut cependant être légèrement stabilisée grâce aux repousses de végétation.

6.3.3.4. Relation entre les concentrations en K^+ dans le fourrage et les teneurs en K^+ du sol

La teneur en nutriments dans le sol peut influencer de manière importante les concentrations de ces éléments dans les plantes (LAMBERT et LIMBOURG, 1982). Ainsi, les concentrations en P et surtout en K^+ dans le sol peuvent constituer un facteur limitant de leur absorption.

L'étude plus précise des teneurs en potassium dans le fourrage du *SOM3* et dans les sols correspondants permet de mieux mettre en évidence ces relations:

Date 17/05/95: *SOM3*

traitement (sols)	K ⁺ sol mg/100g	K ⁺ fourrages mg/100g (le 17/05)
témoin (6)	14,7	2055
90N, 40P, 90K + 60N (17), fertilisation le 09/04	8,3	1379
100 NPK + 60N (19), fertilisation début Mai	15,7	2884

Il apparaît nettement que les parcelles 6 et 19 qui sont bien fournies en potassium dans le sol présentent un enrichissement en cet élément dans le fourrage par rapport à la station 17.

Concernant les différences des teneurs en K⁺ entre les stations 17 et 19, il se peut, qu'en plus de la dilution du K⁺ suite à une fertilisation plus précoce, ce soit l'ancienneté et la régularité des pratiques agricoles qui déterminent la quantité de nutriments exportés dans le fourrage par rapport aux éléments apportés par la fertilisation. En effet, les deux parcelles subissent le même régime d'exploitation avec 2 à 3 coupes par an et un apport d'engrais quasi-identique pour le potassium, la faible différence (10U) des apports potassiques peuvent peut-être à la longue favoriser un appauvrissement du sol en ion potassium. De surcroît, DENUDT (1975) a démontré l'hétérogénéité des concentrations en éléments minéraux dans les plantes. Ainsi, une composition floristique initiale différente (parcelles 17 et 19) peut induire des variations dans les teneurs en éléments minéraux des fourrages.

La parcelle témoin, connaît des exportations en éléments nutritifs (par la fauche) nettement moins importantes, puisqu'elle ne subit qu'une coupe par an, c'est pourquoi le sol y est moins appauvri.

6.3.3.5. Variabilité inter-annuelle de la qualité fourragère: comparaison des résultats obtenus en 1994 et 1995 au niveau du dispositif expérimental de l'ACNAT

Suite à des inondations tardives en 1995, la fertilisation n'a pas eu lieu à la même époque les deux années et la végétation n'a pas démarré au même moment (retard phénologique d'environ 15 jours selon les milieux). En 1994, les carrés permanents ont été fertilisés le 27 avril et en 1995, le 11 mai pour les zones moyenne et haute et le 17 mai pour la zone basse. Ce retard a eu un impact sur la précocité du développement de la végétation et sa teneur en nutriments.

Le tableau 71 met en évidence les différences et analogies entre les deux années.

- Phosphore:

Les teneurs en P le 1^{er} juin (1) et aux autres dates de coupe sont plus importantes en 1995 par rapport à 1994. Cette différence est encore accrue dans le cas des carrés qui reçoivent une fertilisation complète (NPK). Elle résulte certainement d'un double phénomène:

- la dilution plus importante en 1994, car le démarrage de la végétation a eu lieu plus tôt suite à un ressuyage et une fertilisation plus précoces.
- la présence dans le sol d'une fraction de phosphore facilement mobilisable suite aux fertilisations complètes et à la minéralisation accrue après que le canal ait été vidé en 1994.

Le 15 juillet (4) sur les carrés MNPK et BNPK, les teneurs en P pour les deux années atteignent des valeurs assez proches, l'année 1995 étant inférieure à 1994. Par contre sur les autres carrés, les teneurs sont toujours supérieures en 1995 par rapport à 1994. La chute des concentrations en P au cours du temps est plus brutale et rapide en 1994, elle a lieu entre le 15 juin (2) et le 1^{er} juillet (3).

- Potassium:

Contrairement au phosphore, les teneurs en potassium au 1^{er} juin sont, en général, légèrement plus importantes en 1994 par rapport à 1995, par contre ces résultats s'inversent pour les autres dates de fauche. Le 1^{er} Juin, trois carrés permanents se distinguent (BNPK, MN et HNPK) par des concentrations plus élevées en K⁺ en 1995 par rapport à 1994. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces différences:

- les exportations de K⁺ par les fourrages sont très importantes et ne sont que peu ou pas compensées par les apports en engrais. C'est pourquoi les carrés BNPK et HNPK sont mieux fournis en potassium.
- le potassium n'est que lentement mobilisable (sous forme de granulés) et, comme la fertilisation a eu lieu plus tard en 1995 par rapport à 1994, les concentrations dans la végétation sont plus faibles le 1^{er} juin. Cette hypothèse est corroborée par des teneurs en potassium plus importantes en 1995 par rapport à 1994 pour les autres dates de fauche. A nouveau, comme pour le phosphore, certains carrés recevant une fumure complète (MNPK et HNPK) se distinguent avec des teneurs plus faibles.

La décroissance du potassium au cours du temps est bien plus rapide en 1994 par rapport à 1995, surtout entre le 1^{er} et le 15 Juin.

-Matières protéiques:

La teneur en protéines dans les végétaux fluctue beaucoup selon les carrés permanents et l'année de prélèvement. Globalement, elle est plus importante dans les fourrages récoltés en 1995 par rapport à ceux de 1994. Ceci s'explique par un retard de la végétation en 1995 suite aux inondations plus tardives. Les teneurs les plus importantes sont observées sur les carrés BNPK et HNPK.

La décroissance des matières protéiques au cours du temps est moins rapide en 1995 par rapport à 1994 et les teneurs chutent moins bas.

-VEM:

Les valeurs alimentaires des fourrages fluctuent, tout comme les matières protéiques, selon les carrés permanents et l'année. Cependant, on peut noter que les carrés "hauts" de 1995 possèdent une VEM plus basse que celle de 1994.

6.4. DISCUSSION ET CONCLUSION SUR LA PRODUCTIVITE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES PRAIRIES MEUSIENNES

Pour les prairies exploitées sans application d'engrais, la date de fauche que l'on préconise est le 1^{er} Juillet, ce qui est en accord avec le contrat B de l'article 19. Après cette date, la croissance végétale se ralentit et le fourrage commence à diminuer sérieusement de valeur.

L'application des engrais semble à déconseiller vis-à-vis de la productivité du *GOF* et du *CFP*, à moins qu'elle n'ait lieu très tôt dans la saison.

La dose de 60 Unités d'Azote ou de NPK valorise bien la quantité de fourrage produite. La fauche peut avoir lieu à la mi-Juin sans problème, ceci est aussi en accord avec le contrat C de l'article 19. En fauchant vers le 15 Juin une deuxième fauche peut être réalisée.

En épandant de 100 à 120 Unités fertilisantes, la fauche doit avoir lieu avant le 15 Juin, surtout si la fertilisation a été réalisée dès la décrue. Ainsi, une fertilisation "intensive" et précoce (début à mi-Avril) est très bien valorisée si la fauche a lieu avant fin Mai. Si l'épandage des 100 à 120 Unités est réalisé tardivement (début à mi-Mai), la fauche doit être retardée d'un mois environ. En effet, la végétation présente un certain temps de latence vis-à-vis de sa réponse aux engrais.

La fauche après le 1^{er} Juillet connaît une baisse de rendement; en effet, elle se situe après le pic de végétation et la biomasse végétale récoltée décroît dans la plupart (*GOF* excepté) des cas observés.

La productivité quantitative et qualitative des herbages semble déterminée par l'économie de l'eau, avec une coupure entre les zones longuement inondées du *GOF*, où la nappe reste assez proche de la surface en été, et les zones qui peuvent souffrir de sécheresse estivale du *CFP*. Ceci est d'autant plus net que les différences sont marquées entre années sèche et humide. Ainsi, en réalisant une moyenne des valeurs obtenues sur les différentes sous-associations du *SOM* et en les comparant avec le *GOF* et le *CFP*, les résultats peuvent correspondre aux grandes distinctions topographiques (tableau 72).

La variabilité des différents facteurs étudiés est assez faible. Cependant, on peut relier certains facteurs au degré d'hygrophilie des différents groupements. Ainsi, en 1995:

- les teneurs en matières protéiques sont plus faibles pour les groupements mésophiles (*SOM*) et augmentent avec la fertilisation. Le *GOF* présente un intérêt certain vis-à-vis des matières azotées.
- la quantité de protéines brutes digestibles est la plus faible au niveau des groupements intermédiaires dans la topographie (*SOM*), elle est importante pour le *GOF* et se maintient mieux dans le temps pour les parcelles fertilisées. La digestibilité des fourrages des groupements secs (*CFP*) diminue de manière importante après le 15 juin. La fertilisation augmente les teneurs en matières protéiques brutes et digestibles des fourrages.
- les concentrations en K et P sont les plus importantes au niveau du *GOF* et les plus basses, jusque fin juin, au niveau du *CFP3*. Elles augmentent avec les engrais complets (NPK) jusqu'à ce qu'il y ait une dilution trop importante.
- la productivité (M-S) augmente, jusqu'au 15 Juin, des groupements les plus hygrophiles aux groupements les plus secs et lorsqu'on utilise des engrais.
- les teneurs moyennes en cellulose brute augmentent quand on se déplace vers un milieu plus sec et suite à l'adjonction d'engrais.
- la valeur énergétique moyenne (VEM) décroît lorsqu'on passe des prairies basses aux prairies hautes. Pour les prairies relevant du *CFP*, elle peut être augmentée "sensiblement" en utilisant des engrais, mais n'atteint jamais la valeur du *GOF* et du *SOM*.

Globalement, malgré une productivité plus faible en début de végétation, les prairies humides (*GOF*) fournissent un fourrage de meilleure qualité et, pouvant être fauché plus tard que les prairies qui sont situées à un niveau topographique plus élevé.

La valeur fourragère et la productivité des groupements dépend pour beaucoup des stades phénologiques de la végétation, de l'humidité du sol et donc des conditions climatiques de l'année, c'est pourquoi il faut relativiser les données obtenues dans la Meuse en 1995. Cependant, MAGNANON (1992) dans la Loire aboutit aux mêmes conclusions et met, elle aussi, en évidence l'intérêt des zones basses au niveau de la valeur fourragère qui est bonne et qui décroît assez lentement dans le temps. En effet, le 28 juin la qualité fourragère du *GOF* s'est mieux maintenue que pour les autres groupements. Le *GOF* supporte donc facilement une fauche tardive.

Le premier facteur intervenant dans la qualité du fourrage est la croissance des végétaux, qui induit une augmentation de la cellulose brute (MAGNANON, 1992), une baisse de la valeur azotée et des différents éléments minéraux, la décroissance du taux de protéines brutes digestives et de la valeur énergétique (BROYER & LAURANSON-BROYER, sous-*presse*). Jusqu'à une date plus ou moins tardive (selon les années, les fluctuations climatiques, les groupements et le type d'exploitation) qui correspond à la floraison des graminées les plus précoces, le facteur croissance des végétaux domine, puis il peut subir des modifications (MAGNANON, 1992), suite à:

- des possibilités de repousses végétatives de certaines graminées précoces (*Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*)

- l'apparition d'espèces plus tardives (*Agrostis stolonifera*, *Phleum pratense*)
- la chute possible des feuilles et des tiges "sèches" qui s'accumulent sur le sol et pourrissent.

Ainsi, après la crise de tallage des graminées, de nouvelles feuilles plus tendres peuvent apparaître et contribuer à améliorer les taux de matières azotées du fourrage. De même, les talles végétatives des graminées tardives peuvent se développer. De surcroît, une certaine amélioration de la qualité des herbages peut s'observer suite à la chute des feuilles et tiges âgées riches en cellulose, qui ne sont plus prises en compte lors des prélèvements de végétation.

Ceci peut se traduire, selon les syntaxons, par une légère amélioration de la valeur et de la qualité fourragère après le 28 juin. Ce phénomène ne s'observe qu'en fonction des possibilités floristiques des groupements qui sont déterminées par les espèces en présence.

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

La végétation des prairies alluviales est sous la double influence des facteurs hydriques et agronomiques. Les facteurs hydriques s'expriment à travers des durées d'inondation et des battements de la nappe différents selon les niveaux topographiques. Ils déterminent l'expression d'une flore adaptée à des périodes plus ou moins longues d'anaérobiose printanière ou au contraire de sécheresse estivale. Les facteurs agronomiques sélectionnent les espèces par rapport à leur adaptation à la coupe (dans le cas des prairies de fauche), au piétinement et au broutage (dans le cas du pâturage), ainsi qu'à leur capacité de maximiser leur vitesse de croissance quand la prairie est fertilisée.

De surcroît, dans le système alluvial, les fluctuations climatiques jouent un rôle déterminant sur les variations inter-annuelles de la composition floristique prairiale ainsi que sur le développement phénologique de la végétation et sur sa productivité. Elles agissent principalement, à travers la quantité d'eau précipitée, sur le régime hydrique (durées des inondations et niveau de la nappe), et le niveau d'humidité du sol. Le niveau hydrique peut influencer l'apparition plus ou moins précoce d'un stade phénologique, mais aussi la quantité de phytomasse aérienne produite. Les inondations de longue durée déterminent la formation de trouées dans le couvert, entraînant l'explosion démographique de certaines espèces favorisées par ces ouvertures et la régression d'autres moins opportunistes. Ainsi, cette étude a mis en évidence l'importance des fluctuations climatiques inter-annuelles dans les stratégies colonisatrices des espèces.

Les fluctuations, mêmes discrètes, de ces facteurs biotiques et abiotiques constituent donc des éléments "perturbateurs" de l'équilibre de la végétation prairiale. Ces perturbations agissent sur la structure du couvert prairial avec des intensités et fréquences (CLEMENT & MALTBY, sous-presse) variables qui permettent la mise en place de stratégies végétales différentes en favorisant les espèces dont la biologie permet, d'exploiter des conditions temporairement favorables (GRIME, 1977) ou de s'adapter à de nouvelles conditions de vie. Les caractéristiques morphologiques et biologiques qui déterminent les possibilités de réponse aux perturbations concernent le type de multiplication (végétative ou sexuée), la vitesse de croissance (DECAMPS *et al.*, 1995), la possibilité de valoriser les ressources nutritives du milieu et leurs allocations (graines, appareil végétatif souterrain ou aérien), l'apparition plus ou moins précoce dans le couvert végétal au printemps, la taille des graines, la capacité de réponse germinative dans différentes conditions de vie... Il apparaît que la végétation, par sa position charnière dans l'écosystème prairial alluvial, reflète dans sa composition spécifique, sa productivité et sa phénologie les conditions agro-stationnelles du milieu. Cependant, les divers facteurs du milieu inter-agissent les uns sur les autres. Ainsi par exemple, le climat, à travers des températures et des précipitations plus ou moins importantes va influencer la

prépondérance et le développement plus ou moins précoce de certaines espèces, qui vont ensuite permettre une productivité végétale, qualitative et quantitative, différente. La végétation, quant à elle, intervient dans l'épuration des eaux de la nappe et d'inondation (SANCHEZ-PEREZ *et al.*, 1991 et 1993), l'enrichissement possible du sol en nutriment (BUTTLER, 1992 a; GIBSON *et al.*, 1993) ou au contraire son appauvrissement (OOMES, 1991; OOMES & VAN DER WERF, *in press*), la régulation du flux d'eau et le maintien de la biodiversité animale et végétale en fournissant des habitats diversifiés (NAIMAN *et al.*, 1993). L'équilibre de l'écosystème prairial alluvial est donc fragile et complexe, la modification d'un des constituants induisant des changements aux niveaux des différents autres constituants.

Ainsi, la connaissance des facteurs influençant l'équilibre de la composition floristique prairiale est importante dans les problématiques de protection de l'environnement. En effet, les cahiers des charges qui sont établis dans le cadre des mesures de protection sont souvent sujet à discussion, en particulier de la part du milieu agricole, et les propositions avancées par les protecteurs de la nature manquent souvent d'argumentations fondées sur des exemples concrets. Les dispositifs et suivis qui ont été mis en place dans la Meuse permettent ainsi de répondre à quelques interrogations qui ont été posées lors de la mise en oeuvre des mesures agri-environnementales et mettent en exergue les points importants de la gestion conservatoire des prairies alluviales:

- lors de la mise en place des mesures agri-environnementales, ce sont les zones basses et moyennes (*GOF* et *SOM*) qui sont souvent considérées comme les plus intéressantes du point de vue patrimonial; or il se trouve que le *CFP*, surtout dans sa variante la plus sèche (*brometosum*), constitue, par la présence d'espèces méso-xérophiles à xérophiles (*Salvia pratensis*, *Onobrychis viciifolia*, *Veronica teucrium*, *Thymus pulegioides*...), la formation la plus originale et la plus menacée de l'écosystème alluvial. Ces zones sèches devraient d'autant plus être protégées qu'elles sont l'objet d'un retournement et/ou d'une fertilisation intensive qui se sont déjà traduits par la disparition du "pré à *Bromus erectus*", décrit par DUVIGNEAUD en 1958.

- la productivité quantitative et qualitative des prairies alluviales est bonne, même sans apports d'engrais. La fertilisation (surtout sous forme complète, NPK) augmente la biomasse produite et les teneurs en protéines, potassium et phosphore du fourrage, mais nécessite, pour être bénéfique, un avancement des dates de fauche (de 15 jours à un mois). Sans adjonction d'engrais, les prairies peuvent être fauchées assez tardivement (1^{er} Juillet) en conservant une valeur fourragère encore intéressante. Le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*, groupement de prairies très humides souvent sous-évalué par les agriculteurs, possède une valeur fourragère supérieure aux autres groupements et souvent égale à celle des parcelles fertilisées. De surcroît, il peut être fauché tardivement sans baisse de la valeur fourragère.

- les engrais, même à de faibles doses (30 à 45 U), ont un impact important sur la richesse floristique des prairies alluviales. Lors de la mise en place des mesures de protection

de l'environnement, il faudrait donc réduire au minimum (si possible à zéro) les apports dans les prairies, d'autant plus que les eaux d'inondations apportent déjà des fertilisants en quantité importante.

- la réduction ou l'augmentation des doses d'engrais, ainsi que la modification des dates de fauche (recul ou avancement) conduisent à une modification assez rapide (5 ans) de la contribution des différentes espèces dans le cortège floristique, et peuvent même provoquer l'apparition ou la disparition de certaines espèces particulièrement sensibles. Ce phénomène peut être accéléré par un rajeunissement quasi-annuel du couvert végétal par les inondations, qui peuvent beaucoup en modifier la structure.

- dans ce milieu alluvial, une seule coupe par an n'est pas suffisante pour contenir la dynamique colonisatrice de certaines espèces sociales, comme *Filipendula ulmaria*, *Carex acuta* et *C. disticha* dans les milieux humides ou *Arrhenatherum elatius* en milieu plus mésophile, aboutissant à plus ou moins longue échéance à une perte de richesse spécifique. Un pâturage du regain, ou une deuxième coupe permettent de conserver un couvert prairial davantage diversifié.

Au terme de ce travail, il apparaît que les modalités de restauration de la biodiversité et la dynamique fine de remplacement des espèces après extensification des pratiques sont encore très imparfaitement connues dans les milieux prairiaux alluviaux. Ainsi, selon DUTOIT et ALARD (sous-presse), trois sources "potentielles" de diversité sont à prendre en compte pour retrouver la composition floristique originelle d'un milieu; (1) la diversité "exprimée" (phytocénose) qui est le reflet des conditions stationnelles actuelles, (2) la diversité "latente" (banque de graines) qui reflète dans une certaine mesure la végétation passée du site et (3) la diversité "acquise" (immigration actuelle) qui correspond aux apports externes de graines. Dans le milieu alluvial, la diversité "exprimée" semble maintenant bien connue il reste donc à orienter les investigations sur:

(1) le potentiel séminal dans le milieu prairial, le rôle des réserves de graines du sol (seed-bank), des apports atmosphériques (rain-bank) et par les eaux de crues (flood-bank).

(2) l'importance des trouées dans l'expansion ou la possibilité d'expression de certaines espèces.

Le ré-ensemencement de parcelles anciennement cultivées, avec différents mélanges de graines, pourrait permettre d'étudier les possibilités de restauration de la composition floristique de la prairie alluviale. Celles ci dépendent du mélange utilisé, de la compétition inter-spécifique et des possibilités d'apparition de nouvelles espèces. L'étude des potentiels séminaux en présence (sols, inondations, parcelles adjacentes; MILBERG, 1992) et le suivi des trouées dans le couvert peuvent ainsi apporter des éclairages nouveaux sur la dynamique prairiale et les potentialités de restauration de la biodiversité dans les écosystèmes alluviaux.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ADMIRAAL W., VAN DER VELDE G., SMIT H. & CAZEMIER W.G.**, 1993. The rivers Rhine and Meuse in the Netherlands: present state and signs of ecological recovery. *Hydrobiologia*, **265**, 97-128.
- AERTS R., BERENDSE F., CALUWE H. & SCHMITZ M.**, 1990. Competition in heathland along an experimental gradient of nutrient availability. *Oikos*, **57**, 310-318.
- AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE**, 1989. Qualité des eaux superficielles des eaux de la Meuse, 7p.
- AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE**, 1990a. Commission de l'eau Chiers-Meuse. Les eaux souterraines, 2p.
- AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE**, 1990b. Commission de l'eau. Qualité des eaux superficielles Chiers-Meuse, 7p et annexes.
- AHSHAPANEK D.**, 1962. Phenology of a Native Tallgrass Prairie in central Oklahoma. *Ecol.*, **43**, 135-138.
- AI-MUFTI M.M, SYDES C.L, FURNESS S.B, GRIME J.P & BOND S.R**, 1977. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *J. Ecol.*, **65**, 759-792.
- ALARD D.**, 1990. La végétation pastorale de Normandie Centrale. Phyto-écologie, agronomie et dynamique, conséquences pour la gestion d'un espace agricole en mutation. *Thèse*, univ. de Rouen, 187 p et annexes.
- AMBROISE R.**, 1992. Réflexions sur la notion de plan de développement durable à l'étude au sein du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt. Ministère de l'Env. et DIREN. 3p.
- AMBROISE R. & CABANEL J.**, 1992. Réflexion de la mission du paysage- DPN- A propos du projet de la réforme de la PAC. Ministère de l'Env. et DIREN. 4p.
- AMBROISE R., CABANEL J. & DIANA O.**, 1992. Quelques réflexions à propos de la réforme de la PAC et des positions prises par le ministère de l'environnement. Ministère de l'Env. et DIREN. 7p.
- AMIAUD B., BOUZILLE J.B. & TOURNADE F.**, sous-press. Conséquences agro-écologiques engendrées par la suppression du pâturage dans les communautés du Marais Poitevin (France). A paraître *Acta Botanica Gallica*.
- AMOROS C., BRAVARD J.P., REYGROBELLET J.L., PAUTOU G. & ROUX A.L.**, 1988. Les concepts d'hydrosystèmes et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écosystèmes complexes. *Bull. Ecol.*, **19**(4), 531-546.
- AMOROS C. & PETTS G.E.**, 1993. Hydrosystèmes fluviaux. Collection écologie 24, Masson, 300p.
- ARMSTRONG W.**, 1979. Aeration in higher plants. *Adv. Bot. Res.*, **7**, 225-232.
- ASMAN W.H.A., DRUKKER B. & JANSSEN A.J.**, 1987. Estimated historic concentrations and depositions of ammonia and ammonium in Europe and their origin (1870-1980). Inst. for Meteorology and Oceanography, Utrecht, Rept R87-2.
- AUBLE G.T., FRIEDMAN J.M. & SCOTT M.L.**, 1994. Relating riparian vegetation to present and future streamflows. *Ecological Applications*, **4**(3), 544-554.
- BACH M.L. & JAEGER P.**, 1960. Nouvelles études sur les écotypes du *Knautia arvensis* (L) coult. *BAPAL*, **10**(8), 192-192.
- BAKKER J.P.**, 1989. Nature management by grazing and cutting. *Geobotany*, **14**, 121-184.
- BAKKER J.P. & DE VRIES Y.**, 1989. Effect of different hay making regimes in a lower course valley grassland in the Netherlands. In *Coll. Phytos. XVI : "Phytosociologie et Pastoralisme"*. Paris, 1988, 343-355.

- BAKKER J.P., DEKKER M. & DE VRIES Y.**, 1980. The effects of different management practices on a grassland community and the resulting fate of seedlings. *Acta Bot. Neerl.*, **29**, 469-482.
- BAKKER J.P., OLLF H., WILLEMS J.H. & ZOBEL M.**, 1996. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *Journal of Vegetation Science*, **7**, 147-156.
- BALDOCK D.**, 1989. Compréhension, rentabilité. In *Naturoipa* **63**, Conseil de l'Europe, 4-5.
- BANCE J.F.**, 1988. Les prairies de la basse vallée de l'Andelle. Données phytosociologiques. Données agronomiques. Variation des teneurs minérales de la végétation. *D.E.A*, univ. de Paris Sud. 49 p
- BARENDREGT A., De SMIDT J.T. & WASSEN M.J.**, 1986. The impact of groundwater flow on wetland communities. In *Coll. Phytos. XIII "Vegetation et Géomorphologie"*. Bailleul 1985, 603-612.
- BELSKY A.J.**, 1992. Effect of grazing, competition, disturbance and fire on species competition and diversity in grassland communities. *J. Veg. Sci.*, **3**, 187-200.
- BERENDSE F., ELBERSE W.TH. & GEERTS R.H.M.E.**, 1992a. Competition and nitrogen loss from plants in grassland ecosystems. *Ecology*, **73**(1), 46-53.
- BERENDSE F., OOMES M.J.M., ALTENA H.J. & ELBERSE W.TH.**, 1992b. Experiments of restoration of species-rich meadows in the Netherlands. *Biological conservation*, **62**, 59-65.
- BERENDSE F., OOMES M.J.M., ALTENA H.J. & DE VISSER W.**, 1994. A comparative study of nitrogen flows in two similar meadows affected by different groundwater levels. *J. of Applied Ecology*, **31**, 40-48.
- BERNARD A.**, 1974a. Observations phénologiques sur les prairies de fauche intensives de la plaine d'Alsace. *Association des amis du J. Botanique du Col de Saverne*, 17-23.
- BERNARD A.**, 1974b. Contribution à l'étude de la biosystématique du *Cardamine pratensis* L.s.l en Alsace. Etude de la spéciation des races non sylvatiques. *CRAS*, 259-262.
- BERNARD A. & CARBIENER R.**, 1979. Etude des écotypes sub-alpins d'espèces collectives praticoles inféodées aux prairies sub-alpines primaires (*Calamagrostion arundinaceae*) des Hautes Vosges. comparaisons aux taxons collinéens et planitiaires correspondants de la région Alsace. 1ère partie: les taxons à affinité sub-atlantique. *Doc. Phyto. Vol. IV* Lille, 1066-1079.
- BERNARD L., KOVALCHIK & CHITWOOD L.**, 1990. Use of geomorphology in the classification of riparian plant associations in mountainous landscapes of central Oregon, U.S.A. *Forest Ecology and Management*, **33/34**, 405-418.
- BIERE A.**, 1991. Parental effects in *Lychnis flos-cuculi* L. II. Selection on time of emergence and seedling performance in the field. *J. Evol. Biol.*, **3**, 467-486.
- BILLIARD D.**, 1979. Importance de l'inondation dans la différenciation et l'évolution cyclique annuelle des phytocénoses de la zone de confluence Moyenne-Sarthe-Loir. *Thèse*, Univ. Rennes, 213p.
- BLANDIN P.**, 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bull. d'Ecologie*, **4**(17), 215-307.
- BLOM C.W.P.M., VOESENEK L.A.C.J., BANGA M., ENGELAAR M.H.G., RIJNDERS J.H.G.M., VAN DE STEEG H.M. & VISSER E.J.W.**, 1994. Physiological Ecology of Riverside Species: Adaptive Responses of Plants to Submergence. *Annals of Botany*, **74**, 253-263.
- BLONDEL J.**, 1986. Biogéographie évolutive. Paris, Masson, 221p.
- BOBBINK R., BIK L. & WILLEMS J.H.**, 1988. Effects of nitrogen fertilization on vegetation structure and dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grassland. *Acta Bot. Neerl.*, **37**, 231-242.

- BOBBINK R., BOXMAN D., FREMSTAD E., HEIL G., HARDIJK A. & ROELOFS J.**, 1992. Critical loads for nitrogen eutrofication of terrestrial and wetland ecosystems based upon changes in vegetation and fauna. Background doc. Workshop "critical loads for nitrogen". Lökeberg Sweden 1992, 112-159.
- BOBBINK R. & WILLEMS J.H.**, 1987. Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grassland: a threat to a speci-rich ecosystem. *Biol. Conserv.*, **40**, 301-314.
- BOBBINK R. & WILLEMS J.H.**, 1991. Effectif nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *J. Appl. Ecol.*, **28**, 28-41.
- BOBE V.**, 1987. Etude phyto-écologique, agronomique et dynamique des prairies et des friches herbacées des vallées du Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse. D.A.A, I.N.A. Paris Grignon, 90 p et annexes.
- BOMMER D.**, 1959. Über Zeitpunkt und Verlauf der Blütendifferenzierung bei perennierenden Gräsern. *Z. Acker-Pfl. bau.*, **109**, 95-118.
- BOND G.**, 1976. The result of the IBP survey of root-nodule formation in non leguminous angiosperm. In symbiotic nitrogen fixation in plants. Ed. P.s. Nutman. Int. biological programme 7, Cambridge univ. press.
- BOSTOCK S.J.**, 1976. The life history strategies of selected perennial Compositae of disturbed ground. *Thesis*, Univ. Manchester.
- BOSY J.L. & READER J.**, 1995. Mechanisms underlying the suppression of forb seedling emergence by grass (*Poa pratensis*) litter. *Functional Ecology*, **9**, 635-639.
- BOTH G.J, GERARD S. & LAANBROECK H.J.**, 1992. The occurrence of chemolitho-autotrophic nitrifiers in water-saturated grassland soil. *Microb. Ecol.*, **23**, 15-26.
- BOURNERIAS M.**, 1979. Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Ecologie et Phytogéographie. 2ème édition. Sedes CDU, 509p.
- BOURNERIAS M.**, 1987. Cas des milieux humides des fonds de vallées. In Séminaire de Florac: "Conséquences écologiques de la déprise agricole et des changements d'affectation des terres", 45-55.
- BOURNERIAS M., DELPECH R., DORIGNY A., GEHU J.M., LECOINTE A., MAUCORPS J., PROVOST M., SOLAU J.L., TOMBAL P. & WATTEZ J.R.**, 1978. Les groupements de prairies et leurs satellites dans la vallée inondable de l'Oise. In *Coll. Phytos V* : "Les prairies humides". Lille 1976, 90-139.
- BOUTIN C. & KEDDY P.A.**, 1993. A functional classification of wetland plants. *Journal of Vegetation Science* **4**, 591-600.
- BOUZILLE J.B., DUPONT P. & VERTES F.**, 1989. Quelques données sur la valeur fourragère des prairies subhalophiles thermo-atlantiques. Recherche de l'optimum d'utilisation. In *coll. Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, 397-409.
- BRETAGNOLLE F., THOMPSON J.D. & LUMARET R.**, 1995. The Influence of Seed Size Variation on Seed Germination and Seedling Vigour in Diploid and Tetraploid *Dactylis glomerata* L. *Annals of Botany* **76**, 607-615.
- BRINSON M.**, 1993. Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients. *Wetlands*, **13**(2), 65-74.
- BRITTON D.L. & BROCK M.A.**, 1994. Seasonal Germination from Wetland Seed Banks. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **45**, 1445-1457.
- BROYER J.**, 1985. Le Rôle de genêts en France. Ministère de l'environnement, 106 p.
- BROYER J.**, 1987. L'habitat du Rôle de Genêts *Crex-Crex* en France. *Alauda*, 161-185.

- BROYER J.**, 1988. Dépérissement des populations d'oiseaux nicheurs dans les sites cultivés et prairiaux: la responsabilité de la modernité agricole. Ministère de l'environnement, 192 p.
- BROYER J.**, 1991. Conservation des écosystèmes agricoles dans le Val de Saône et dans la Dombes: définition de normes de gestion. Ministère de l'Environnement, 122 p
- BROYER J.**, 1994. La régression du Râle de Genêts *Crex-Crex* en France et la gestion des milieux prairiaux. *Alauda*, 62(1), 1-7.
- BROYER J. & PRUDHOMME J.**, 1995. Incidence de la fertilisation sur la diversité floristique des prairies de fauche inondables dans le val de Saône. *Ecologie*, 26(1), 45-58.
- BROYER J. & ROCHE J.**, 1991. La population nicheuse de Courlis cendré, *Numenius arquata*, du bassin de la Saône. *Alauda*, 59(3), 129-135.
- BROYER J. & LAURANSON-BROYER J.**, sous-pres. Etude de la reproduction sexuée des végétaux dans la prairie de fauche inondable du Val de Saône (Ain). A paraître in *Acta Botanica Gallica*, 17p.
- BRUNDTLAND G.H.**, 1989. Editorial. In *Naturopa* 63, Conseil de l'Europe, 3p.
- BULLOCK J.M., CLEAR HILL B., SILVERTOWN J. & SUTTON M.**, 1995. Gap colonization as a source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos*, 72, 273-282.
- BUSH J.**, 1983. "L'azote". *Cultivar, Spécial Fertilisation*, 162, 34-35.
- BUTTLER A.**, 1992a. Hydrochimie des nappes des prairies humides de la rive Sud du lac de Neuchâtel. *Bull. Ecol.*, 23(1-2), 35-47.
- BUTTLER A.**, 1992b. Permanent plot research in wet meadows and cutting experiment. *Vegetatio*, 103, 113-124.
- CABANEL J.**, 1992. Paysage, agriculture, économie. Ministère de l'Env. et DIREN, 3p.
- CARBIENER R.**, 1969. Le grand Ried d'Alsace, Ecologie d'un paysage. *Bull. Soc. Ind. de Mulhouse*, 734, 15-44.
- CARBIENER R.**, 1978. Un exemple de prairie hygrophile primaire juvénile: l'*Oenanthe lachenalii-molinietum* de la zonation rhénane résultant des endiguements du 19^{ème} sc. en moyenne Alsace. In *Coll. Phytos. V*: "Les prairies humides". Lille 1976, 13-42.
- CARBIENER R.**, 1983. Le grand Ried Central d'Alsace: Ecologie et Evolution d'une zone humide d'origine fluviale Rhénane. *Bull. Ecol.*, 14(4), 249-277.
- CARTER E.**, 1987. Action d'information. In *Naturopa* 56, Conseil de l'Europe, 18-20.
- CERE M.**, 1995. Enquête sur les pratiques agricoles dans les prairies du val de Meuse (réalisée dans le cadre de l'application des mesures agri-environnementales, article 19). Rapport MST Aménagement et Environnement, Univ. de Metz, 45p et annexes.
- CHAPIN**, 1980. The mineral nutrition of wild plant. *Annual review of Ecology and systematics* 11, 233-260.
- CHEVALIER C.I., PERICHON C., ROCAMORA G. & TERRISSE J.**, 1992. Protocole d'évaluation scientifique sur les OGAF environnement en biotopes humides. Application aux marais de l'Ouest. INRA St Laurent de la Prée, LPO Rochefort, 31 p et annexes.
- CLEMENT B. & MALTBY E.**, sous-presse. Plant diversity and ecological variables in moist and wet grasslands of riverine wetlands. A paraître *Acta Botanica Gallica*.

- COLLECTIF**, sans date. Procédures de travail, Analyses des sols. Section Environnement. Rapport interne, Laboratoire d'Ecologie des prairies Michamps, 41p.
- COLLECTIF**, 1976. Inventaire floristique et potentialités fourragères des prairies de la vallée de l'Yron (Incidence d'un redressement du cours), 45 p.
- COLLECTIF**, 1978. Etude préliminaire sur les affinités de quelques taxons des *Arrhenatheretea* et des groupements primaires. *Doc. Phyto.* vol. II, Lille, 158-179.
- COLLECTIF**, 1983. Géographie de la Lorraine. Sous la direction de R. Frécaut. Presse Univ. de Nancy, édition Serpenoise, 633p.
- COLLECTIF**, 1987. Marais et prairie humide. Valorisation écologique et gestion agricole. St Lot, Actes du colloque, 87p.
- COLLECTIF**, 1989. Qualité des eaux superficielles du bassin de la Meuse. Rapport Agence de l'Eau, 7p.
- COLLECTIF**, 1991. Zones inondables des vallées de la Meuse, du Loison et de la Thinte. Dossier de candidature pour l'application du règlement CEE 797/85. DRAE Lorraine et DDAF Meuse, 29p et annexes.
- COLLECTIF**, 1992a. Analyse de la diversité des situations et des démarches OGAF environnement biotopes sensibles. Séminaire Caen, INRA 28p.
- COLLECTIF**, 1992b. Application de l'Article 19 dans les vallées de la Meuse, de la Thinte et du Loison. Etudes préalables: Patrimoine naturel et pratiques agricoles. Rapport 47p et annexes.
- COLLECTIF**, 1993a. Programme de sauvegarde de la vallée alluviale de la Meuse, mise en oeuvre du programme de Sauvegarde des vallées alluviales du Nord et de l'Est de la France. Rapport CSL, 23p et annexes.
- COLLECTIF**, 1993b. Action Communautaire pour la Nature, ACNAT VANEF, Sauvegarde des vallées alluviales du Nord et de l'Est de la France, Cadre Scientifique. Rapport CSNP, CSL, CPNCA, ENF, 12p.
- COLLECTIF**, 1994. Listes des espèces végétales protégées en région Lorraine (03/01/94). Ministère de l'Environnement, Journal officiel de la république française, 3539-3541.
- COLLECTIF**, 1995. Etude de l'impact des changements des pratiques agricoles sur la biodiversité végétale et la fonction d'épuration des eaux dans les prairies alluviales de Lorraine. Rapport Ministère de l'Environnement, Agence de l'eau Rhin-Meuse, Région Lorraine, CREUM, 181p. et annexes.
- COLLINS S.L., BRADFORD J.A. & SIMS P.S.**, 1987. Succession and fluctuation in *Artemisia* dominated grassland. *Vegetatio* 73, 89-99.
- COMITE DE BASSIN RHIN-MEUSE**, 1990a. Commission de l'eau "Chiers-Meuse". Schéma piscicole des grands cours d'eau. Pourquoi faire? Délégation rég. du conseil sup. de la pêche, 6p.
- COMITE DE BASSIN RHIN-MEUSE**, 1990b. Commissions de l'eau "Bassin Rhin-Meuse". Présentation du Bassin Rhin-Meuse, 30p.
- COMITE DE BASSIN RHIN-MEUSE**, 1990c. Commission de l'eau "Meurthe-Moselle-Sarre"- "Chiers-Meuse". *Eau et Agriculture*, 9p.
- CONSTANT P., BONNET P., EYBERT M.C. & HEDIN J.**, 1987. Importance des zones humides de la dépression brieronne pour l'avifaune aquatique: Reproduction et estivage. *Bulletin d'écologie*, 18(7), 169-180.
- COSTE Abbé H.** (1901). Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. 2^{ème} tirage, trois volumes.
- COTTENIE A., KIEKENS L. & VERLOO M.**, 1975. Principe of soil and substrate analysis with regard to mobility of nutrient element. *Pédologie*, 25(2), 134-142.

- DAGET P. & POISSONET J.**, 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. Agro.*, **22**(1), 5-41.
- DAVIES I.**, 1969. The influence of management on tiller development and herbage growth. *Tech. Bull. Welsh Pl. Breed. Stat.*, **3**, 121p.
- DAUDON M.**, 1993. Caractérisation de la flore et de la végétation des basses Vallées Angevines (Maine et Loire). Intérêt patrimonial et déterminisme écologique. LPO, 46p et annexes.
- DARDENNE P. & BISTON R.**, 1989. Prévion de la valeur alimentaire des herbages par spectrométrie dans le proche infra-rouge. In Colloque d'information scientifique: Produire de l'herbe de qualité "un objectif prioritaire". Namur 1989, 39-46.
- DECAMPS A., PLANTY-TABACCHI M. & TABBACHI E.**, 1995. Changes the hydrological regime and invasion by plant species along riparian system of Adour rivers, France. regulated rivers, *Reserch & Management*, **11**, 23-33.
- DE FOUCAULT B.**, 1984. Systémique, structuralisme et synsystème des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises. *Thèse d'Etat*, univ. de Rouen, 675 p et tableaux.
- DE FOUCAULT B.**, 1989. Structure formelle fonctionnelle des systèmes prairiaux mésophiles. Applications agronomiques. In *Coll. Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, 61-72.
- DE KLEMM C.**, 1991. La conservation des milieux naturels en dehors des aires protégées: Analyse juridique. Conseil de l'Europe, 60p.
- DELHAYE J.P. & LAMBERT J.**, sans date. Contribution à l'étude de l'influence de la fertilisation sur la qualité des fourrages. Influence de doses croissantes d'une fumure de même composition alimentaire. Group. de Recher. sur les protéines fourragères, Michamps, 8p.
- DELPECH R.**, 1975. Contribution à l'étude expérimentale de la dynamique de végétation prairiale. *Thèse d'Etat*, univ. Paris Sud, 114 p et annexes.
- DELPECH R.**, 1977. Recherches documentaires sur la productivité herbagère des alpages de haute montagne. *Trav. Scien. Parc Nat. Vanoise*, **8**, 41-65.
- DELPECH R.**, 1978. Affinités phytosociologiques de quelques prairies alluviales inondables de Sologne. In *Coll. Phytos. V* : "Les prairies humides". Lille 76, 58-64.
- DELPECH R.**, 1982. La végétation prairiale, reflet du milieu et des techniques. *BTI*, **370/372**, 363-373.
- DELPECH R.**, 1984. Etude expérimentale de la dynamique de phytocénoses de pelouses subalpines soumises à l'action de facteurs anthropozoogènes. Actes du Coll., GABAS, 1982, "Ecologie des milieux montagnards et de haute altitude". *Doc. d'Ecologie pyrénéenne*, **3-4**, 463-470.
- DELPECH R.**, 1989a. Utilisation des bio-indicateurs pour l'évaluation des prairies. In *XVI^e Congrès International des Herbages*, Nice, France 1988, 29-30
- DELPECH R.**, 1989b. Effets d'une eutrophisation du sol sur la dynamique de populations végétales et la diversité spécifique de communautés herbacées. Résultats expérimentaux. In *V^{ème} colloque national: "L'écologie en France. Des recherches aux applications: vers de nouvelles perspectives"*, 151-170.
- DELPECH R & FRILEUX P.N.**, 1978. Aperçu phytosociologique sur les prairies hygrophiles de la Brenne. In *Coll. Phytos. V* : "Les prairies humides". Lille 76, 52-56.
- DEMARQUILLY C.**, 1977. Fertilisation azotée et qualité du fourrage. *Fourrages*, **69**, 61-81.
- DENUDT G.**, 1975. Essai de caractérisation de la flore et de la végétation prairiale à l'aide des teneurs minérales. *Thèse*, Univ. Cat. de Louvain, Fac. des Sc. Agro., Labo. d'Ecol. des prairies, 118p et annexes.

- DENNY P.**, 1993. Water Management Strategies for the Conservation of Wetlands. *J. IVEM*, 7, August, 387-394.
- DE VRIES D.M., KRUIJNE A.A. & MOOI H.**, 1957. Veelvuldigheid van grasslandplanten en hunaanvuijzing van milieu-eigenschappen. *Medeling 27* van het IBS, 183-191.
- DIDIER B. & ROYER J.M.**, 1989. Etude phytosociologique des prairies de fauche inondables des vallées de l'Aube, de la Seine et de la Marne (Champagne crayeuse). In *Coll. Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris 1988, 195-200.
- DIERSSEN K.**, 1989. Evolution des groupements influencés par la nappe phréatique de la plaine du N-W de l'Allemagne. Conséquences pour les mesures d'exploitation extensives et de déprise agricole. In *Coll. Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, pp 484-496.
- DUCHAUFOR P.**, 1970. Précis de pédologie. Masson et Cie., 433p et annexes.
- DUCHAUFOR P.**, 1988. Abrégés de Pédologie. Masson 2^{ème} édition. 224p.
- DUGAN P.J.**, 1990. Wetland conservation- a review of current issues and required action. IUCN, Gland, Switzerland, 100p.
- DURING H.J. & WILLEMS J.H.**, 1984. Diversity models applied to a chalk grassland. *Vegetatio*, 57, 103-114.
- DURU M.**, 1989. Dynamique de tallage et type de talles au printemps. Cas du dactyle de prairies permanentes. *Fourrages*, 117, 17-28.
- DURU M.**, 1992. Diagnostic de la nutrition minérale des prairies permanentes au printemps. I: Etablissement de références. II: Validation de références. *Agronomie*, 12, 219-233 et 345-357.
- DUTOIT Th. & ALARD D.**, 1995. Mineral contents and plant diversity in chalk grassland under different management. A case study in Normandy, France. V th Int. Rangeland Congress Salt Lake City.
- DUTOIT Th. & ALARD D.**, sous-presse. Biodiversité actuelle et potentielle des écosystèmes prairiaux calcicoles: influence de la gestion sur les phytocénoses et les banques de graines. A paraître *Acta Botanica Gallica*.
- DUTOIT Th.**, 1995. Successions végétales secondaires des pelouses calcicoles de Haute-Normandie (France): approche multi-niveaux et gestion conservatoire. *Thèse*, Université de Rouen, 119p.
- DUVIGNEAUD J.**, 1958. Contribution à l'étude des groupements prairiaux de la plaine alluviale de la Meuse lorraine. *Bull. Soc. Roy. Bot Belg.*, 91, 7-77.
- DUVIGNEAUD J.**, 1982a. La flore et la végétation de Lorraine. Institut Européen d'Ecologie, 68-79.
- DUVIGNEAUD J.**, 1982b. Le pré à *Bromus erectus* et *Thalictrum minus* de la plaine alluviale de la Moselle (Lorraine, France), un groupement du *mesobromion* en voie de raréfaction et de disparition. In *Coll. Phytos. X* : "Les pelouses calcaires". Strasbourg 1982, 270-280.
- DUVIGNEAUD J.**, 1986. La végétation prairiale de la plaine alluviale de l'Aisne aux environs de Vouziers (Dép. des Ardennes France) influence de la microtopographie sur la durée des inondations et la composition du tapis herbacé. In *Coll. Phytos. XIII* : "Végétation et Géomorphologie". Bailleul, 1985, 634-654.
- DUVIGNEAUD J.**, 1989. La végétation des prairies de la plaine alluviale de la Saône. In *Coll Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, 212-218.
- DYER W.E.**, 1995. Exploiting Weed Seed Dormancy and Germination Requirements through Agronomic Practices. *Weed Science*, 43, 498-503.
- ELBERSE W.T., VAN DEN BERGH J.P. & DIRVEN J.G.P.**, 1983. Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of old grassland on heavy-clay soil. *Neth. J. Agric.*, 31, 63-88.

- EJRNAE R. & BRUUN H.H.**, 1995. Prediction of Grassland Quality for Environmental Management. *Journal of Environmental Management*, **41**, 171-183.
- ELLENBERG H.**, 1952. Wiesen und weiden und ihre standörtliche Bewertung, 143 p.
- ELLENBERG H.**, 1979. Zeigewerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, **9**, 122p.
- ELLENBERG H.**, 1988. Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluss düngung und Immissionen. *Schweiz 7. Forstwes.*, **136** (1985) 1, 19-39.
- ENGELAAR W.M.H.G., BODELIER P.L.E., LAANBROECK H.J. & BLOM C.W.P. M.**, 1991. Nitrification in the rhizosphere of a flooding resistant and a flooding non-resistant *Rumex* species under drained and waterlogged conditions. *FEMS Microbiol. Ecol.*, **86**, 33-42.
- ENGELAAR W.M.H.G., SYMENS J.C., LAANBROECK H.J. & BLOM C.W.P.M.**, 1995. Preservation of nitrifying capacity and nitrate availability in waterlogged soils by radial oxygen loss from roots of wetland plants. *Biol. Fertil. Soils*, **20**, 243-248.
- EVERTS H., GROOTJANS A.P. & DE VRIES P.J.**, 1989. Distribution of marshplants as guidelines for hydrological research. In *Coll Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, 272-291.
- FABER M.**, 1994. Contribution à l'étude hydroclimatique de la Meuse de sa source à la station de Stenay. Mémoire de maîtrise, Univ. Nancy, Fac. d'histoire et de géographie, Département de géographie, 76 p et annexes.
- FACELLI J.M. & PICKETT S.T.A.**, 1991. Plant litter : its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical review*, **57**, 1-32.
- FALK D.A.**, 1992. From Conservation Biology to Conservation Practice: Strategies for Protecting Plant Diversity. In *Conservation biology : the theory and practice of nature conservation, preservation and management*, 397-431.
- FINLAYSON C.M. & VAN DER VALK A.G.**, 1995. Wetland classification and inventory : a summary. *Vegetatio*, **118**, 185-192.
- FLEURY P.**, 1994. Le diagnostic agronomique des végétations prairiales et son utilisation dans la gestion des exploitations agricoles. Typologies fondées sur les aptitudes des prairies à remplir des fonctions. Méthodes et applications dans les Alpes du Nord. Thèse INPL Nancy, 139p et annexes.
- FRILEUX P-N., DE FOUCAULT B. & ROY J.**, 1989. Etude de la végétation prairiale de la basse vallée de la Seine entre Rouen et l'Estuaire. In *Coll. Phytos. XVI* : "Phytosociologie et Pastoralisme". Paris, 1988, 234-239.
- GACHON L.**, 1972. Fractionnement du P labile en relation avec le type de sol. *Ann. Agro.*, **23** (4), 429-444.
- GEHU J.M.**, 1961. Les groupements végétaux du Bassin de la Sambre française. *Vegetatio Acta geobotanica*, **2-6**, Thèse Lille, 69-372.
- GIBSON D.J & HULBERT L.C.**, 1987. Effects of fire, topography and year to year climatic variation on species composition in tallgrass prairie. *Vegetatio*, **72**, 175-185.
- GIBSON D.J., SEASTEDT T.R. & BRIGGS J.M.**, 1993. Management practices in tallgrass prairie: large- and small-scale experimental effects on species composition. *J. of Applied Ecology*, **30**, 247-255.
- GIREL J.**, 1994. Old distribution procedure of both Water and Matter flood plains of Western Europe: Impact on Present Vegetation. *Env. manag.*, **18/2**, 203-221.
- GLEMEE-DRON M.T.**, 1979. La végétation des prairies humides de Bretagne- Esquisse phytosociologique. Productivité, phénologie et structure d'une prairie de Basse- Bretagne. *Thèse Univ. Rennes*, 104p.

- GODFROID S. & LEONARD C.**, 1990. Appréciation de la richesse des sols de la Province de Luxembourg. Labo. d'Ecol. des Prairies, CPIA, communication 42, 51p.
- GOLDBERG D.E & MILLER T.E.**, 1990. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology*, **71**, 213-225.
- GORDON I.J., DUNCAN P., GRILLAS P. & LECOMTE T.**, 1990. The use of domestic herbivores in the conservation of the biological richness of European Wetlands. *Bull. Ecol.*, **21** (3), 49-60.
- GOUNOT M.**, 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, 315p.
- GRACIEN P.**, 1971. Contribution à l'étude phytosociologique et agronomique des prairies pâturées et fauchées du Hurepoix. *Thèse Orsay*, 105p.
- GREVILLIOT F.**, 1992.- Premiers éléments d'une étude de la dynamique de la végétation prairiale de la vallée de la Meuse dans le cadre de la mise en oeuvre de l'Article 19. *DEA Laboratoire d'écologie Univ. de Metz, INPL Nancy*, 37 p et annexes.
- GREVILLIOT F. & KREBS L.**, 1994. Suivi scientifique de la mise en oeuvre de l'Article 19 et de l'ACNAT VANEF dans le Val de Meuse. Présentation des dispositifs et premiers résultats (1993/94). Rapport DIREN, CSL, CREUM, 23p. et annexes.
- GREVILLIOT F. & MULLER S.**, 1995a. Les groupements végétaux prairiaux de la plaine alluviale de la Meuse (Lorraine, France). Position syntaxonomique et biogéographique dans le cadre ouest-européen. *37 th LAVS Symposium "Large area vegetation surveys"*. Bailleul.
- GREVILLIOT F. & MULLER S.**, 1995b. Application de l'analyse diachronique globale à l'étude de l'évolution d'une végétation prairiale. *C. R. Acad. Sci.*, **318**, 491-497.
- GREVILLIOT F. & MULLER S.**, (sous-presse). Etude de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité végétale dans les prairies inondables du Val de Meuse: présentation méthodologique et premiers résultats. *Acta Botanica Gallica*, 12 p et annexes.
- GREVILLIOT F., BROYER J. & MULLER S.**, (sous-presse). Phytogeographical and phenological comparison of the Meuse and the Saône valley meadows (France). *Journal of Biogeography*.
- GREVILLIOT F., KREBS L., CORBONNOIS J. & MULLER S** (soumis). The meadows plant communities as bioindicators of the different hydrological fonctionnement of two alluvial sectors of the Meuse valley. *Journal of Vegetation Science*.
- GREVILLIOT F., KREBS L. & MULLER S** (soumis). Interactions between environmental factors (hydrous and agronomic) and vegetation types in the flood plain of the Meuse. *Acta Oecologica*.
- GRIME J.P.**, 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Natur.* **111**, 1169-1194.
- GRIME J.P.**, 1979. Plant strategies and vegetation processes. Ed. John Willey and sons, Chichester, 216p.
- GRIME J.P. & HUNT R.**, 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. *J. Ecol.*, **63**, 393-422.
- GRIME J.P. & JEFFREY D.W.**, 1965. Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. *J. Ecol.*, **53**, 621-642.
- GROOTJANS A.P., FRESCO L.F.M., DE LEEUW C.C. & SHIPPER P.C.**, 1996. Degeneration of species-rich *Calthion palustris* hay meadows; some considerations on the community concept. *J. Veg. Sci.*, **7**, 185-194.

- GUINOCHET M.**, 1946. Sur l'existence, dans le Jura central, de races écologiques aneuploïdes et polyploïdes chez *Cardamine pratensis* L. *CRAS*, 1131-1133.
- GUINOCHET M.**, 1973. Phytosociologie. Masson, Paris, 227 p.
- GUREWITCH J., WILSON P. , STONE J.L., TEESE P. & STOUTENBURGH R.J.**, 1990. Competition among old field perennials at different levels of soil fertility and available space. *J. Ecol.*, **78**, 727-744.
- HARMAND D.**, 1992. Histoire de la vallée de la Meuse Lorraine. Presse universitaire de Nancy, 146p.
- HARRISON A.F., TAYLOR K., HATTON J.C. & HOWARD D.M.**, 1994. Role of nitrogen in herbage production by *Agrostis-Festuca* hill grassland. *J. of Applied Ecology*, **31**, 351-360.
- HASSINK J.**, 1992. Effect of grassland management on N mineralization potential, microbial biomass and N yield in the following year. *Netherland Journal of Agricultural Science*, **40**, 173-185.
- HEDIN L. & LE CACHEUX M.T.**, 1951. Humidité du sol et comportement des espèces prairiales. *Ann. Agr.*, 77-124
- HEGG O., FELLER U., DÄHLER W. & SCHERRER C.**, 1992. Longterm influence of fertilization in a Nardetum: Phytosociologie of the pasture and nutrient contents in leaves. *Vegetatio*, **103**, 151-158.
- HELIOTIS F.D.**, 1988. An inventory and review of the wetland ressources of Greece. *Wetlands*, **8**, 1-18.
- HELLER R., ESNAULT R. & LANCE C.**, 1993. Physiologie végétale, 1: nutrition. Masson collection Abrégés, 5^{ème} édition, 294p.
- HENRY C.P. & AMOROS C.**, 1995a. Research, Restoration Ecology of Riverine Wetlands: I a Scientific Base. *Env. Manag.*, **19**(6), 891-902.
- HENRY C.P. & AMOROS C.**, 1995b. Restoration Ecology of Riverine Wetlands: II. An Exemple in a former Channel of the Rhône River. *Env Manag.*, **19**(6), 903-913.
- HENRY C.P., BORNETTE G. & AMOROS C.**, 1994. Differential effects of floods on the aquatic vegetation of braided channels of the Rhône River. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **13**(4), 439-467.
- HENRY C.P., AMOROS C. & BORNETTE G.**, 1995. Species traits and recolonization processes after flood disturbances in riverine macrophytes. *Vegetatio*, **00**, 1-13.
- HERBEN T.**, 1996. Permanent plots as a tool for plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*, **7** 195-202.
- HERBEN T., KRAHULEC F., HADINCOVA V. & KOVAROVA M. ,** 1993. Small scale spatial dynamics of plant species in a grassland community during six years. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 171-178.
- HERBEN T., KRAHULEC F., HADINCOVA V. & PECHAKOVA S.**, 1995. Climatic variability and grassland community composition over 10 years: separating effects on module biomass and number of modules. *Functional Ecology*, **9**, 767-773.
- HERCENT J.L.**, 1991. Application de l'Article 19 en vallées de la Meuse, Thinte et Loison. DESS, INPL et univ. Metz, 25 p et annexes.
- HOLLIS G.E. & JONES T.A.**, 1991. Europe and Mediterranean Basin. In Finlayson & Moser (Eds) *Wetlands IWRB*, Slimbridge, UK, 27-56.
- HUGHES J.M.R.**, 1995. The current status of European wetland inventories and classifications. *Vegetatio*, **118**, 17-28.

- HUNT R.J., KRABBENHOFT D.P. & ANDERSON M.P.**, 1996. Groundwater inflow measurements in wetland systems. *Water Resources Research*, **32**(3), 495-507.
- INOUE R.S. & TILMAN D.**, 1988. Convergence and divergence of old field plant communities along experimental nitrogen gradients. *Ecology*, **69**, 995-1004.
- INSAUSTI P., SORIANO A. & SANCHEZ R.A.**, 1995. Effects of flood-influenced factors on seed germination of *Ambrosia tenuifolia*. *Oecologica* **103**, 127-132.
- JAEGER P.**, 1949. Sur la présence, chez *Knautia arvensis* Coult., de deux races se distinguant par des caractères biologiques. *CRAS*, 949-950.
- JAEGER P.**, 1963. Premières observations sur les écotypes de l'*Heracleum sphondylium* L. (Ombellifère). *CRAS*, 1147-1149.
- JAEGER P.**, 1976. Action favorisante du fauchage sur la diversification de certains écotypes dans les Arrhénathérais de la plaine d'Alsace. In *Coll. Phytos. IV: "Les prairies humides"*. Lille, 200-203.
- JAGER C.**, 1995. Etude phytocéologique de la végétation prairiale de cinq vallées alluviales issues du massif Vosgien (Moselle, Moselotte, Mortagne, Vezouze et Meurthe) appliquée à leur gestion conservatoire. DESS Nancy, 24p et annexes.
- JONES T.A. & HUGHES J.M.R.**, 1993. Wetland inventories and wetland loss studies: a European perspective. In Moser, Prentice & van Vessum (eds), *Waterflow and Wetland Conservation in the 1990s. IWRB Special Publication No 26*, Slimbridge, 164-170.
- JOURDAN G.**, 1987. Développement de nouvelles techniques. In *Naturopa* **56**, Conseil de l'Europe, 6-9.
- JUSTIN S.H.F.W. & ARMSTRONG W.**, 1987. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. *New Phytol.*, **106**, 465-495.
- KELLY C.K.**, 1996. Identifying plant functional types using floristic data bases: ecological correlates of plant range size. *J. Veg. Sci.*, **7**(3), 417-424.
- KOLVALCHIK B.L. & CHITWOOD L.A.**, 1990. Use of geomorphology in the classification of riparian plant associations in mountainous landscapes of central Oregon, U.S.A.. *Forest Ecology and Management*, **33/34**, 405-418.
- KREBS L.**, 1995. Prairies alluviales de Lorraine et qualité des eaux souterraines. *DESE Arlon*, 73p et annexes.
- KRULJNE A.A.**, 1964. The number of species in grassland. *Medeling* 253 vantet IBS, 167-175.
- KRULJNE A.A., DE VRIES D.M. & MOOI H.**, 1967. Bijdrage tot de oecologie van de Nederlandse grasslandplanten. *Versl. landbouwk. Onderz.*, **696**, 1-65 (English summary).
- KUSS F.R.**, 1986. A review of major factors influencing plant responses to recreation impacts. *Env. Manag.*, **10**, 637-650.
- LAAN P., BERREVOETS M.J., LYTHE S., ARMSTRONG W. & BLOM C.W.P.M.**, 1989a. Root morphology and aerenchyma formation as indicators of the flood tolerance of *Rumex* species. *J. Ecol.*, **77**, 693-703.
- LAAN P., SMOLDERS A., BLOM C.W.P.M. & ARMSTRONG W.**, 1989b. The relative roles of internal aeration, radial oxygen losses, iron exclusion and nutrient balances in flood tolerance of *Rumex* species. *Acta Bot. Neerl.*, **38**, 131-145.
- LAISSUS R. & MARTY J.**, 1973. Evolution de la flore et du rendement d'une prairie permanente durant quinze années d'exploitation. *Fourrages*, **53**, 47-66.

- LAKANEN E. & ERVIÖ W.R.**, 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Julkaisuja. *Acta Agralia Fennica Helsinki*, **123**, 223-232.
- LAMBERT J.**, sans date. Les méthodes d'analyse prairiale, préconisées par DE VRIES et ses collaborateurs. Rapport interne, Laboratoire d'Ecologie des prairies.
- LAMBERT J.**, 1963. Recherches phytosociologiques sur les prairies de moyenne Ardenne. *Agriculture* vol **XI**, Mars, 5-196.
- LAMBERT J.**, 1994. Modes opératoires, analyse des végétaux. Fac. des Sc. Agro. de Louvain, UCL, 49p.
- LAMBERT J., LAMBERT R., TOUSSAINT B., PEETERS A. & DELPECH R.**, sans date. Contribution à l'étude de la gestion des prairies humides de fonds vallées en Ardennes belges. Rap. UCL, INA, 16p.
- LAMBERT J. & LIMBOURG P.**, 1982. Herbages et productions fourragères. *In Séminaires de perfectionnement Zootechnie*, 44p.
- LAMBERT J. & PEETERS A.**, 1989. L'étude de la teneur minérale des herbages: une approche phytosociologique et agronomique. *In Coll. Phytos. XVI : "Phytosociologie et Pastoralisme"*. Paris, 1988, 743-756.
- LAMBERT J., TOUSSAINT B., DEPAUW P. & DELHAYE J.P.**, 1976. Recherche d'un équilibre entre l'augmentation des productions quantitatives et qualitatives des graminées fourragères soumises à différents niveaux de fumure azotée. *In IV^e Congrès International de la Recherche Agronomique*. Rome, 15-19 mars 1976, 16p.
- LAMBERT J. & TOUSSAINT B.**, 1978. Etude des facteurs qui influencent la teneur en phosphore des herbages. *Phosphore et Agriculture*, **73**, 1-13.
- LAMBERT J., TOUSSAINT B. & DE PAEPE J.**, 1975. Fertilizer Influence on the Protein Content and its Value in Mayor Grasses and Legumes of Temporary Grass for cutting. *In Proceedings of the 11th Colloquium of the International Potash Institute*, Bornholm, Denmark, 137-147.
- LAMBERT R., LAMBERT J., TOUSSAINT B.**, 1992. Résultats d'un essai d'épuisement du sol en phosphore (1984-199:- Teneur en P dans le sol - Rendement MS/Ha - Teneur en éléments minéraux de la plante - Exportation de P). Fac. des Sc. Agro. de Louvain. Communication 50, 37p.
- LAMBINON J., DE LANGHE J.E., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J.**, 1992. Nouvelle flore de la Belgique, du G-D du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. Ed. du patrimoine du Jardin botanique Naturel de Belgique, 4^{ème} édition, 1092p.
- LAUENROTH W.K. & SALA O.E.**, 1993. Long term forage production of North America shortgrass steppe. *Ecol. Appl.*, **2**, 397-403.
- LECOMTE T. & LENEUVEU C.**, 1986. Le marais Vernier; contribution à l'étude et à la gestion d'une zone humide. *Thèse*, Univ. de Rouen, 625p.
- LE FLOC'H E.**, 1969. Caractéristiques morphologiques des stades et phases phénologiques dans les communautés végétales. CNRS, Montpellier Doc. CEPE 45, 136p.
- LERICQ R.**, 1965. Contribution à l'étude de groupements végétaux du Bassin français de l'Escaut. Lille, 153p.
- LEROY-DITSCH C.**, 1994. Etude et cartographie phytosociologiques des prairies alluviales de la Nied. Préalables à la mise en place des mesures agri-environnementales. *DEA Sc. agro. INPL-Univ. Metz*, 42p et annexes.

- LESAGE P., MISSEY J. & PERAGALLO J.**, 1980. Reconnaissance géophysique de sites de captage. Renforcement de L'AEP des collectivités de la vallée de la Meuse, de Biesme et de l'Ornain. B.R.G.M., 13p et annexes.
- LIEM A.S.N. & GROOT J.**, 1973. Anthesis and Pollen dispersal of *Holcus lanatus* L. and *Festuca rubra* L. in relation to climate factors. *Rev. Paleobot. et Palyn.*, **15**, 3-16.
- LOACH K.**, 1970. Shade tolerance in tress seedlings: II. Growth analysis of plant raised under artificial shade. *New Phytol.*, **69**, 273-286.
- LORD PLUMB OF COLESHILL**, 1987. Hier, Aujourd'hui, demain.... In *Naturoipa* **56**, Conseil de l'Europe, 4-5.
- LÜTTGE U., KLUGE M. & BAUER G.**, 1992. Botanique, traité fondamental. Tec. & Doc., Lavoisier, 574p.
- Mc DONALD A.W., BAKKER J.P. & VEGELIN K.**, 1996. Seed bank classification and its importance for restoration of species-rich flood meadows. *J. Veg. Sci.*, **7**, 157-164.
- McJANET C.L., KEDDY P.A. & PICK F.R.**, 1995. Nitrogen and phosphorous tissue concentrations in 41 wetland plants: a comparison across habitats and functional groups. *Functional Ecology*, **9**, 231-238.
- MAFF.**, 1991. The sommerset Levels and Moors. Environmentally Sensitive Area. Report of monitoring, 54p.
- MAGNANON S.**, 1991. Contribution à l'étude des prairies naturelles inondables des marais de Donges et de l'estuaire de la Loire. Phyto-écologie, Phytosociologie, valeur agronomique. *Thèse*, univ. de Nantes, 269 p et annexes.
- MAHMOUD A.**, 1973. A laboratory approach to ecological studies of the grasses *Arrhenatherum elatius* (L.) BeauV; ex J. and C. Presl, *Agrostis tenuis* Sibth. and *Festuca ovina* L. PH. D. *Thesis*, Univ. of Sheffield., 203p et annexes.
- MAHMOUD A. & GRIME J.P.**, 1976. An analysis of competitive ability in three perennial grasses. *New Phytol.*, **77**, 431-435.
- MARKHAM A.**, 1989. Maintenir la diversité ou la recréer. In *Naturoipa* **63**, Conseil de l'Europe, 12-13.
- MARSHALL E.J.P.**, 1990. Interferences between sown grasses and the growth of rhizome of *Elymus repens* (Couch grass). *Agriculture, Ecosystem set Environment* **33**, 11-22.
- MARRS R.H.**, 1993. Soil fertility and nature conservation in Europe: theoretical considerations and practical management solutions. *Adv. Ecol. Res.*, **24**, 241-300.
- MATCHES A.G.**, 1992. Plant Respons to Grazing: A Review. *J. Prod. Agric.*, **5**(1), 1-7.
- MAUBERT P.**, 1987. Un exemple d'application de la phytosociologie à la définition d'une gestion conservatoire des milieux prairiaux en Brenne: La réserve naturelle de Chérine (Indre). In *Coll. Phytos. XV*: "Phytosociologie et Conservation de la nature". Strasbourg, 391-415.
- MAYER R. & REBISCHUNG J.**, 1949. Caractérisation de deux populations de fromental en vue de leur utilisation pour la sélection. *C.R. Heb. Séances Acad. Agr.* **12**, 501-505.
- MAYER R. & REBISCHUNG J.**, 1951. Composition botanique et variétale de l'herbe. *C. R. Journées d'Etudes "l'alimentation des prairies"* Assoc. Franç. de Zootechnie, Paris, 40-48.
- MENTRE-HILDEBRAND A.**, 1986. Contribution à l'étude des phénomènes hydro-climatiques, le cas du bassin lorrain de la Meuse. *Thèse*, Univ. de Nancy, CEGUM, 379p.
- MILBERG P.**, 1992. Seed bank in a 35-year-old experiment with different treatments of a semi-natural grassland. *Acta Oecologica*, **13**(6), 743-752.

- MILTON W.E.J.**, 1940. The effect of manuring, grazing and cutting on the yield, botanical and chemical composition of natural hill pastures. *J. Ecol.*, **28**, 328-356.
- MONTAGNE S.**, 1995. Les écoulements souterrains de la poche alluviale de Stenay. Mémoire de maîtrise, Univ. de Metz, Dép. de géographie physique, 71p et annexes.
- MOUNTFORD J.O., LAKHANI K.H. & HOLLAND R.J.**, 1996. Reversion of grassland vegetation following the cessation of fertilizer application. *J. of Veg. Sci.*, **7**, 219-228.
- MOUNTFORD J.O., LAKHANI K.H. & KIRKHAM F.W.**, 1993. Experimental assessment of the effects of nitrogen addition under hay-cutting and aftermath grazing on the vegetation of meadows on a Somerset peat moor. *J. Appl. Ecol.*, **30**, 321-332.
- MULDER E.G., LIE T.A. & WOLDENDRUP J.W.**, 1969. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. Chemistry and biochemistry of herbage, Ed. Buttler & Bailey, **2**, 248-308. In Denudt, 1975.
- MULLER S.**, 1983. Etude phytosociologique des formations prairiales et palustres de la vallée de la Meuse entre Vilosnes et Pouilly. Evaluation de l'intérêt floristique, phytoécologique et agronomique de ces milieux. Ministère de l'environnement, 14 p et annexes.
- MULLER S.**, 1991a. Etude des modifications floristiques et faunistiques consécutives à la déprise agricole dans les vallées du PNR des Vosges du Nord. Ministère de l'Environnement, SRETIE, 14p et annexes.
- MULLER S.**, 1991b. Expertise des actions de protection menées par le Conservatoire des Sites Alsaciens dans le ried d'Alsace. Ministère de l'Environnement Direction de la Protection de la Nature, 9p.
- MULLER S. & LEROUX P.**, 1987. Aperçu de la flore menacée de Lorraine. Les actions de protection engagées. In Plantes Sauvages menacées de France- Bilan et Protection. BRG, TEC, Doc., 32-45.
- MULLER S., HOUPERT G., JACQUEMIN G., LEGLIZE L., GUEROLD F., MULLER Y., PASQUET A., LEBORGNE R. & WEISS J.C.**, 1991. Etude des modification floristiques et faunistiques consécutives à la déprise agricole dans les vallées du P.N.R. des Vosges du Nord. Rapport Ministère de l'Environnement, SRETIE, P.N.R. V.N., 14p et annexes.
- MULLER S., DUTOIT T.h., ALARD D. & GREVILLIOT F.**, sous-presse. Restoration of species rich grasslands in France. *Restoration Ecology*.
- MURRAY J., WILTON A.C. & POWELL J.B.**, 1973. Floral induction and development in *Festuca rubra* L; differential clonal responses to environmental conditions. *Group. Sc.*, **13**, 645-648.
- MUSCAT B.**, 1995. Etude de l'avifaune nicheuse des prairies inondables de la vallée de la Meuse. Rapport MST, 30p et annexes.
- NAIMAN R.J., DECAMPS H. & POLLOCK M.**, 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, **3(2)**, 209-212.
- NEILL C.**, 1993. Seasonal flooding, soil salinity and primary production in northern prairies marshes. *Oecologia*, **95**, 499-505.
- NOGUEIRA D.**, 1995. Echec et succès de la politique agri-environnementale dans la Val de Meuse. INRA Nancy, 42p.
- NYS C.**, 1989. Fertilisation, déperissement et production de l'Epicéa commun (*Picea abies*) dans les Ardennes. *Revue forestière Française*, **41(4)**, 336-347.
- OBERDORFER E.**, 1977. Süddeutsche Pflanzen-gesellschaften, Teil I. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 311p.

- OBERLE S., PLANTUREUX S., BONISCHOT R. & GUCKERT A.**, 1989. Relation entre facteur hydrique, drainage et évolution de la flore prairiale en Lorraine. *In XVIè Congrès intern. des Herbages*, Nice, France, 29-30.
- OLFF H.**, 1992. Effects of light and nutrient availability on dry matter and N allocation in six successional grassland species. *Oecologia*, **89**, 412-421.
- OLFF H.**, 1993. Seasonal flooding, soil salinity and primary production in northern prairies marshes. *Oecologia*, **95**, 499-505.
- OOMES M.J.M.**, 1991. Effects of groundwater level and the removal of nutrients on the yield of non-fertilized grassland. *Acta Oecologica*, **12**(4), 461-469.
- OOMES M.J.M.**, 1992. Yield and species density of grasslands during restoration management. *J. Veg. Sci.*, **3**, 271-274.
- OOMES M.J.M. & ALTENA H.J.**, 1994. Decrease in grassland production by management of vegetation and groundwater. *In Mannetje. Lt and J. Frame : Grassland and society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, 328-331.
- OOMES M.J.M. & KEMMERS R.H.**, 1994. Effects of raising the groundwater level on availability and uptake of nutrients by grassland. *Berichte der Norddeutsche Naturschutz Akademie (NNA- Berichte)*, *in press*.
- OOMES M.J.M. & MOOI H.**, 1981. The effect of cutting and fertilizing on the floristic composition and production of an *Arrhenatherion elatioris* grassland. *Vegetatio*, **47**, 233-239.
- OOMES M.J.M. & VAN DER WERF A.**, 1995. Restoration of species diversity in grasslands: The effect of grassland management and changes in groundwater level. *Acta Botanica Gallica*, *in press*.
- OZENDA P.**, 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin éditeurs, Paris, 431p.
- PAUTOU G.**, 1975. Contribution à l'étude écologique de la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon. *Thèse*, Univ. de Médecine, Grenoble, 375p.
- PANON G.**, 1991. Etude de la qualité des eaux superficielles de la Meuse à Stenay, 6p.
- PEETERS A. & LAMBERT J.**, 1989. Les prairies permanentes de l'Est de la Belgique. *In Coll. Phytos. XVI : "Phytosociologie et Pastoralisme"*. Paris, 1988, 250-267.
- PEETERS A., MOENS A., HENDRICKX C. & LAMBERT J.**, 1991. Caractéristiques écophysologiques et génétiques du chiendent (*Elymus repens*) sous l'angle de la production fourragère. Synthèse bibliographique. *Fourrages* **126**, 161-172.
- PERICHON C.**, 1992. Suivi-Evaluation des OGAF Environnement en biotopes sensibles zones humides. Méthode, critiques, application. *DAA Sci. et Techniques des productions végétales*. INA Paris-Grignon, 85p et annexes.
- PETRUCCI Y.**, 1992. Etude et cartographie phytosociologique des prairies halophiles de la vallée de la Seille en vue de la mise en place d'une gestion conservatoire. *DEA Orsay*, 39p et annexes.
- PFITZENMEYER C.**. Les principales graminées des prairies, s.d.
- PHILIPPI G.**, 1960. Zur Gliederung der Pfeifengraswiesen im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. *Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtld.*, **19**, 138-187.
- PIERROT P., CARDOT J. & VUILLAUME A.**, 1891 à 1904. Catalogue des plantes vasculaires de l'arrondissement de Montmédy avec indication de leurs stations, propriétés et usages divers. *Mém. Soc. Am. Nat. Nord Meuse*, **3**(1891) à **16** (1904).

- PIPER J.K.**, 1994. Composition of prairie plant communities on productive versus unproductive sites in wet and dry years. *Can. J. Bot.*, **73**, 1635-1644.
- PLANCQUAERT P.**, 1975. La fertilisation azotée des prairies. *Fourrages*, **62**, 95-117.
- PLANTUREUX S.**, 1983. Incidences des techniques agronomiques sur la composition floristique et la physionomie d'un échantillon de prairies du secteur ouest du département des Vosges. *Thèse*, INPL, 167 p et annexes.
- PLANTUREUX S., BONISCHOT R. & GUCKERT A.**, 1987. Effet des techniques d'intensification sur l'évolution de la végétation de prairies permanentes lorraines. *Acta oecol., Oecol. applic.* **8**, 229-246.
- PLANTUREUX S., BONISCHOT R. & GUCKERT A.**, 1992. Utilisation d'une typologie des prairies permanentes du Plateau Lorrain pour le diagnostic agronomique. *Fourrages*, **132**, 381-394.
- PLANTUREUX S., BONISCHOT R. & GUCKERT A.**, 1993. Calssification, vegetation dynamics and forage production of permanent pastures in lorraine. *Eur. J. Agron.* **2**(1), 11-17.
- PLAT J. & CHAVANCE A.**, 1966. Essai de fumure azotée progressive de longue durée sur prairie permanente. *Fourrages*, **28**, 41-57.
- POWLSON D.S.**, 1993. Understanding the soil nitrogen cycle. *Soil Use and Management*, **9**(3), 86-94.
- PRACH K.**, 1992. Vegetation, microtopography and water table in the Luznice flood plain, South Bohemia, Czechoslovakia. *Preslia, Praha*, **64**, 357-367.
- PRACH K.**, 1993. Vegetation changes in a wet meadow complex, South Bohemia, Czech Republic. *Folia Geobot. Phytotax. Praha*, **28**, 1-13.
- PRACH K. & RAUCH O.**, 1992. On filter effects of ecotones. *Ecologia (CSFR)*, **11**(3), 293-298.
- PRESSEY R.L. & ADAM P.**, 1995. A review of wetland inventory and classification in Australia. *Vegetatio*, **118**, 117-129.
- REDAUD J.L.**, 1995. Propositions pour la mise en place du Plan d'action pour la protection et la reconquête des zones humides. In *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, **26**, 49-59.
- REED F.C.P. III**, 1977. Plant species number, biomass accumulation and productivity of a differentially fertilized Michigan old-field. *Oecologia*, **30**, 43-53.
- REINARTZ J.A. & WARNE E.L.**, 1993. Development of vegetation in small created wetlands in southeastern Wisconsin. *Wetlands*, **13**(3), 153-164.
- RICOUR J., BARTRY M., RAMON S. & VAN DEN AVENNE S.**, 1978. Etude coordonnée granulats-eau dans la vallée de la Meuse entre Lacroix sur Meuse et Pouilly sur Meuse. Définition des zones à préserver à l'exploitation de granulats et d'eaux. DDA Meuse, CCI Meuse, DRIRE Lorraine, GEP Meuse, 60p et annexes.
- RIZA**, 1993. Reports of the project "ecological rehabilitation of the river Meuse". La "moyenne Meuse" comme référence pour la Greensmaas? Un inventaire. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-General Rijkswaterstaat, Riza.Direktie Limburg, 80p et annexes.
- ROGERS J.A. & DAVIES G.E.**, 1973. The growth and chemical composition of four grass species in relation to soil moisture and aeration factors. *J. Ecol.*, **61**, 455-472.
- ROYER J.M.**, 1975. Les prairies de fauche semi-naturelles à *Narcissus poeticus* (*Arrhenatherion elatioris*) de Bourgogne et de Champagne méridionale. *Doc. Phytos.*, **9-14**, Lille, 238-243.

- ROYER J.M. & DIDIER B.**, 1982. Etude phytosociologique des prairies alluviales inondables du bassin de la Voire (Champagne humide, France). *Bull. de la Soc. de Sc. Nat. et d'Archéologie de la Haute Marne*, numéro spécial: Les prairies de la Voire, **XXI**(17), 418-459.
- RYSER P.**, 1993. Influences of neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 195-202.
- SAGAR G.R.**, 1970. Some aspects of competition between species pasture: the effect of environment and defoliation. *J. Appl. Ecol.*, **7**, 417-428.
- SALAMOLARD M. & EGRETEAU C.**, 1994. Programme Life Rôle de Genêts. Bilan étude et conservation 1994. Val de Charente (Charente-Maritime). LPO, Union Européenne, Ministère de l'Environnement, 20p et annexes.
- SALVI A.**, 1993. Le Courlis cendré (*Numenius arquata*) en Lorraine: nidification, migrations, hivernage. Contexte dans le Nord-Est de la France. *Cicconia*, **17**(1), 1-31.
- SANCHEZ PEREZ J.M.**, 1992. Fonctionnement hydrochimique d'un écosystème forestier inondable de la plaine du Rhin. *Thèse*, CEREG, Univ. Strasbourg, CNRS-URA 95, 176p.
- SANCHEZ-PEREZ J.M., TREMOLIERES M. & CARBIENER R.**, 1991. Una station d'épuration naturelle des phosphates et nitrates apportés par les eaux de débordement du Rhin: la forêt alluviale à frêne et orme. *C.R. Acad. Sci., Paris, Série III*, **312**, 395-402.
- SANCHEZ-PEREZ J.M., TREMOLIERES M., SCHNITZLER A. & CARBIENER R.**, 1993. Nutrient content in alluvial soil submitted to flooding in the Rhine deciduous forest. *J. of Biogeography*, **21**, 605-623.
- SARUKHAN J.**, 1974. Studies in plant demography: *Ranunculus repens* L., *R. bulbosus* L and *Ranunculus acris* L.: II Reproductive strategies and seed production dynamics. *J. Ecol.*, **62**, 151-177.
- SCARISBRICK D.H. & IVINS J.D.**, 1970. Some aspects of competition between species pasture: the effect of environment and defoliation. *J. Appl. Ecol.*, **7**, 417-428.
- SCHLACHT H.**, 1987. Le paysage agricole. In *Naturopa*, Conseil de l'Europe, 21-23.
- SHAO G., SHUGART H.H. & HAYDEN B.P.**, 1996. Functional classifications of coastal barrier island vegetation. In *J.V.S.*, **7**(3), 391-396.
- SCOTT D.A. & JONES T.A.**, 1995. Classification and inventory of wetlands: A global overview. *Vegetatio*, **118**, 3-16.
- SELINGER R.**, 1995. Déterminisme de la biodiversité des formations herbacées d'une plaine inondable: la vallée de la Sarre en Lorraine. DEA Sc. Agro. INPL-Univ. Metz, 63p.
- SEMENIUK C.A. & SEMENIUK V.**, 1995. A geomorphic approach to global wetland classification for inland Wetlands. *Vegetatio*, **118**, 37-45.
- SHIFLET T.N. & DIETZ H.E.**, 1974. Relationship between precipitation and annual rangeland herbage production in southeastern Kansas. *J. Range Manag.*, **27**, 272-276.
- SIGWALD P.**, 1989. La faune des Rieds: originalités, évolution, menaces. *Bull. Soc. Ind. de Mulhouse: "Nos Rieds, demain"*, **813**, 125-143.
- SMITH R.S. & JONES L.**, 1991. The phenology of mesotrophic grassland in the Pennine Dales, Northern England: Historic hay cutting dates, vegetation variation and plant species phenologies. *J of applied Ecology*, **28**, 42-59.
- SOLTNER D.**, 1983. Les grandes productions végétales. 13ème édition, Collection Sciences et Techniques Agricoles, 440p.

- SOUGNEZ N. & LIMBOURG P.**, 1963. Les herbages la Famenne et de la Fagne. Centre de cartographie phytosociologique et centre de recherche écologique et phytosociologique de Gembloux, communication 43, 359-412.
- STAMPFLI A.**, 1991. Accurate determination of vegetational change in meadows by successive accurate point quadrat analysis. *Vegetatio*, 96, 185-194.
- STAMPFLI A.**, 1992. Year to year changes in unfertilized meadows of great species richness detected by point quadrat analysis. *Vegetatio*, 103, 125-133.
- STEVENS T.H., BENIN S. & LARSON J.S.**, 1995. Public attitudes and economic values for wetland preservation in New England. *Wetlands*, 15(3), 226-231.
- SUN D.**, 1992. Trampling resistance, recovery and growth rate of eight plant species. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 38, 265-273.
- SYKES M.T., VAN DER MAAREL E., PEET R.K. & WILLEMS J.H.**, 1994. High species mobility in specvies-rich plant communities: an intercontinental comparison. *Folia Geobot. Phytotax.* 29, 439-448.
- TER HEERDT G.N.J., BAKKER J.P. & DE LEEUW J.**, 1991. Seasonal and spatial variation in living and dead plant material in a grazed grassland as related to plant species diversity. *J. of Applied Ecology*, 28, 120-127.
- TERRISSE J. & CAUPENNE M.**, 1992. OGAF-Environnement canton de Marennes (17). Etude écologique préalable. Ministère de l'Environnement, DIREN Poitou Charentes, LPO, 38p et annexes.
- THIMONIER A., DUPOUEY J.L. & TIMBAL J.**, 1992. Floristic changes in the herb-layer vegetation of a deciduous forest in the Lorraine Plain under the influence of atmospheric deposition. *Forest Ecology and Management*, 55, 149-167.
- THOMET P. & KOCH B.**, 1993. Langerfristige Auswirkungen von düngung und Schnittregime auf eine Heumatte. *Landwirtschaf Schweiz*, 6(2), 107-114.
- THOMPSON K., GRIME J.P. & MASON G.**, 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature*, 267, 147-149.
- THOMPSON K., HILLIER S.H., GRIME J.P., BOSSARD C.C. & BAND S.R.**, 1996. A functional analysis of a limestone grassland community. *Journal of Vegetation Science*, 7, 371-380.
- TILMAN D.**, 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecological monographs*, 57, 189-214.
- TILMAN D. & OLFF H.**, 1991. An experimental study of the effects of pH and nitrogen on grassland vegetation. *Acta Oecologica*, 12, 427-441.
- TILMAN D. & WEDIN D.**, 1991a. Plant traits and ressource reduction for five grasses growing on a nitrogen gradient. *Ecology*, 72(2), 685-700.
- TILMAN D. & WEDIN D.**, 1991b. Dynamics of nitrogen competition between successional grasses. *Ecology*, 72(3), 1038-1049.
- TINER R.W.**, 1991. The concept of hydrophyte for wetland identification. *Bioscience*, 41(4), 236-247.
- TINER R.W.**, 1993. Using plants as indicator of wetland. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 144, 240-253.
- TOUSSAINT B. & COLLIGNON A.**, 1994. La prairie de fauche. Note interne, 23p.

- TOUSSAINT B. & LAMBERT J.**, 1992. Fertilisation azotée, Nutrition azotée de la prairie de fauche. *Revue de l'agriculture*, **45**(2), 318-330.
- TRIVAUDEY M.J.**, 1983. Etude écologique de deux systèmes prairiaux alluviaux de la vallée de la Saône (Hauts du Val de Saône). *DEA Nancy I*, 38p.
- TRIVAUDEY M.J.**, 1989. Les prairies longuement inondables de la Saône. In *Coll. Phytos. XVI: "Phytosociologie et Pastoralisme"*. Paris, 1988, 818-823.
- TRIVAUDEY M.J.**, 1995. Contribution à l'étude phytosociologique des prairies alluviales de l'Est de la France (vallées de la Saône, de la Seille, de l'Ognon, de la Lanterne et du Breuchin). *Thèse*, Univ. Franche Comté, 197p et tableaux.
- TÜXEN R. & PREISING E.**, 1951. Erfahrungsgrundlagen für die pflanzensoziologische Kartierung des westdeutschen Grünlandes. *Angewandte Pflanzensociologie Stolzenau/Weser*, 5-28.
- VAN BREEMEN N. & VAN DIJK H.F.G.**, 1988. Ecosystems effects of atmospheric deposition of Nitrogen in the Netherlands. *Env. Pollution*, **54**, 249-274.
- VAN DEN BERGH J.P.**, 1980. Changes in the composition of mixed populations of grassland species. The study of vegetation. *Junk, Hague-Boston-London*, 59-80.
- VAN DER MAAREL E.**, 1985. Fluctuations in a coastal dune grassland due to fluctuations in rainfall: experimental evidence. *Vegetatio*, **47**, 259-265.
- VAN DER VALK A.G. & DAVIS C.B.**, 1976. The seed bank of prairie glacial marshes. *Can. J. Bot.*, **54**, 1832-1838.
- VAN DER VALK A.G. & DAVIS C.B.**, 1981. Succession in wetlands: a gleasonian approach. *Ecology*, **62**, 688-696.
- VAN DIGGELEN R., GROOTJANS A.P., WIERDA A., BURKUNK R. & HOOGENDOORN J.**, 1991. Prediction of vegetation changes under different hydrological scenarios. Proc. of the Vienna symposium August 1991, *IAHS publ.*, **202**, 71-79.
- VAN DIGGELEN R., GROOTJANS A.P. & BURKUNK R.**, 1994. Assessing Restoration Perspectives of Disturbed Brook Valleys: The Gorecht Area, The Netherlands. *Restoration Ecology*, **2**(2), 87-96.
- VAN DIGGELEN R., GROOTJANS A.P. & WIERDA A.**, 1995. Hydro-Ecological Landscape Analysis: A Tool for Wetland Restoration. *Z.f. Kulturtechnik und landentwicklung*, **36**, 125-131.
- VAN DYNE G.M., VOGEL W.G. & FISSER H.F.**, 1963. Influence of small plotsize and shape on range herbage production estimates. *Ecol.*, **44**, 746-759.
- VERTES F.**, 1983. Contribution à l'étude phytosociologique et écologique des prairies et alpages de moyenne Tarentaise. Application à l'évaluation des potentialités fourragères de la vallée de Peusey-Nancroix. *Thèse*, INAPG, 163p et annexes.
- VERTES F.**, 1989. Phytosociologie et estimation des ressources fourragères d'un territoire. XVI Congrès Intern. des Herbages, Nice, France, 1441-1442.
- VON MEYER**, 1989. Orientation nouvelle. In *Naturoopa*, Conseil de L'Europe **63**, p21.
- WALKER M.D., WEBER P.J., ARNOLD E.H. & EBERT-MAY D.**, 1994. Effects of interannual climate variation on above ground phytomass in alpine vegetation. *Ecology* **75**, 393-408.
- WASSEN, MARTIN J., OLDE VENTERINK, HARRY G.M., DE SWART & EVALYNE O.A.M.**, 1995. Nutrient concentrations in mire vegetation measure of nutrient limitation in mire ecosystems. *Journal of Veg. Science*, **6**, 5-16.

- WATT T.A.**, 1960. Population changes in acidiphitous grass-haeth in Breckland, 1936-57. *J. of Ecology*, **48**, 605-629.
- WATT T.A.**, 1976. The emergence, growth, flowering and seed production of *Holcus lanatus* L; sown monthly in the field. Proc. 1976 Br. Crop Prot. Conf.-Weeds, 567-574.
- WEAVER J.E.**, 1968. Prairie plants and their environment: a fifty year study in the midwest. Univ. of Nebraska Press, Lincoln, Nebr.
- WEDIN D.A. & TILMAN D.**, 1990. Species effects on nitrogen cycling: a test with perennial grasses. *Oecologia*, **84**, 433-441.
- WELLS T.C.E.**, 1980. Management options for lowland grassland. In Amenity Grassland: an Ecological Perspective, Ed. by I.H. Rorison and R. Hunt, 175-195.
- WELLS T.C.E., SHEAH J., BALL D.F. & WARD L.K.**, 1976. Ecological studies on the Porton Ranges: Relationships between vegetation, soils and land-use history. *Journal of Ecology*, **64**, 589-626.
- WERNER P.A.**, 1975. The effect of plant litter on germination in teasel *Dipsacus sylvestris* Huds. American Midland Naturalist **94**, 273-274.
- WILEN B.O. & BATES M.K.**, 1995. The U.S. Fish and Wildlife Service's National Wetlands Inventory Project. *Vegetatio*, **118**, 153-169.
- WILKINSON W.H.N.**, 1987. Agriculture et conservation de la nature. In *Naturopa* **56**, Conseil de l'Europe, 1-3.
- WILLIAMS E.D.**, 1978. The botanical composition of the park grass plots at Rothamsted 1856-1976. Rothamsted Experimental Station, Harpenden, England.
- WILLEMS J.H., PEET R.K. & BIK L.**, 1993. Changes in chalk grassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *J. Veg. Sci.*, **4**, 203-212.
- WILLEMS J.H. & VAN NIEUWSTADT M.G.L.**, 1996. Long-term after effects of fertilization on above-ground phytomass and species diversity in calcareous grassland. *Journal of Vegetation Science*, 177-184.
- WILLMS W D. & QUINTON D.A.**, 1995. Grazing effects on germinable seeds on the fescue prairie. *J. range Manage.*, **48**, 423-430.
- WILSON J.B., SYKES M.T. & PEET R.K.**, 1995. Time and space in the community structure of a species-rich limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*, **6**, 729-740.
- WILSON S.D. & TILMAN D.**, 1991. Components of plant competition along an experimental gradient of nitrogen availability. *Ecol.*, **72**(3), 1050-1065.
- WILSON S.D & TILMAN D.**, 1993. Plant competition and resource availability in response to disturbance and fertilization. *Ecol.*, **74**, 599-611.
- WINTER T.C. & ROSENBERY D.O.**, 1995. The interaction of groundwater with prairie pothole wetlands in the Cottonwood Lake area, east-Central North Dakota, 1979-1990. *Wetlands*, **15**(3), 193-211.
- WOLEDGE J.**, 1988. Competition between grass and clover in spring as affected by nitrogen fertiliser. *J. of applied ecology*, **25**, 176-186.
- WOLF G.**, 1979. Veränderung der Vegetation und Abbau der organischen Substanz in aufgegeben Wiesen des Wester-Waldes. Schriftenreihe für Vegetationskunde, **13**, Bonn-Bad Godessberg, 50 p.
- ZANGIACOMI L.**, 1979. Contribution à l'étude de la prairie permanente en Lorraine. Typologie et potentialités fourragères. *Thèse*, INPL, 94 p et annexes

RESUME

Les prairies alluviales constituent des écosystèmes originaux, qui abritent de nombreuses espèces animales et végétales rares ou en voie de disparition. Les groupements végétaux y sont zonés le long du gradient topographique. Dans la vallée de la Meuse, l'étude phytosociologique a permis de distinguer trois associations de prairies de fauche, le *Colchico-Festucetum pratensis*, le *Senecioni-Oenanthetum mediae* et le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*, deux associations de prairies pâturées l'*Hordeo-Lolietum perennis* et le *Rumici-Alopecuretum geniculati* ainsi que différents groupements palustres associés.

La végétation des prairies alluviales est en équilibre avec les facteurs hydriques (niveaux de la nappe et inondations) et les pratiques agricoles. La modification d'un des paramètres conduit à des changements de leur composition floristique. Les études, (1) synchronique de parcelles situées au même niveau du gradient topographique et subissant différents types de pratiques agricoles, (2) diachronique historique (grâce aux données de Duvigneaud, 1958), et (3) diachronique expérimentale (sur des carrés permanents mis en place et suivis sur 5 ans) mettent en évidence la dynamique de la végétation suite à la variation des pratiques agricoles.

Les perturbations du milieu favorisent la mise en place de différentes stratégies adaptatives des espèces. Celles-ci peuvent s'exprimer de manière:

- temporaire, en réponse aux fluctuations hydriques (durées des inondations et niveau de la nappe) qui influencent de manière importante les variations inter-annuelles de la flore. Par exemple, l'ampleur et la durée des crues peuvent favoriser l'apparition de trouées dans le couvert végétal, permettant l'extension d'espèces colonisatrices à multiplication végétative (*Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*).

- durable, à la suite des modifications des pratiques agricoles (fertilisation, pâturage, date de fauche). Ainsi, la réduction ou l'augmentation des doses d'engrais ou le changement de la pression de fauche (recul, avancement, diminution) peuvent conduire à une modification assez rapide (5 ans) de la contribution et du recouvrement des différentes espèces dans le cortège floristique. A plus longue échéance, elles conduisent à l'apparition ou la disparition de certaines espèces sensibles à la variation de ces facteurs. L'augmentation du niveau trophique s'est traduite, entre 1958 et 1993, par la régression, voire la disparition, de nombreuses espèces oligotrophes (*Succisa pratensis*, *Linum catharticum*, *Carex tomentosa*, *Carex flacca*...). Ce phénomène s'exprime également par la diminution importante du nombre d'espèces dans les parcelles fertilisées. L'augmentation de la pression de fauche a conduit à la régression de la mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria* et la disparition des cariçaies décrites par Duvigneaud (1958). L'étude des carrés permanents a confirmé la dynamique colonisatrice de *Carex acuta* et *Filipendula ulmaria*, lorsque la pression de fauche diminue.

L'évaluation de la productivité quantitative et qualitative des prairies alluviales a permis d'y mettre en évidence une production herbacée convenable, même sans apports d'engrais. La fertilisation augmente la biomasse produite ainsi que les teneurs en matières protéiques totales et digestibles du fourrage. Elle nécessite cependant un avancement des dates de fauche (de 15 jours à un mois). En l'absence d'apports d'engrais, les prairies peuvent être fauchées assez tardivement (après le 1^{er} Juillet) en conservant une valeur fourragère encore importante.

Ces résultats peuvent permettre de définir et d'argumenter les modalités d'une gestion conservatoire des prairies alluviales dans le cadre des Mesures Agri-Environnementales.

Mots clefs:

Prairie alluviale, Meuse, Lorraine, phytosociologie, études synchronique et diachronique, hydrologie, pratiques agricoles, climat, dynamique de la végétation, gestion conservatoire.

THESE

présentée à l'Université de METZ en vue de l'obtention du grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE METZ

MENTION: SCIENCES DE LA VIE

SPECIALITE: PHYTOECOLOGIE

par

Frédérique GREVILLIOT

Titre

LES ECOSYSTEMES PRAIRIAUX DE LA PLAINE ALLUVIALE DE LA MEUSE LORRAINE:

**PHYTOSOCIOLOGIE, DYNAMIQUE ET FONCTIONNEMENT, EN RELATION AVEC
LES GRADIENTS HYDRIQUES ET LES MODIFICATIONS DES PRATIQUES
AGRICOLES**

(Tome II: Figures, tableaux et annexes)

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE - METZ	
N° inv.	19961785
Cote	S/M3 96/57
Loc	Magasin TEC

LISTE DES FIGURES

- Figure 1: Evolution des rapports entre les grands herbivores, les hommes et les agro-systèmes
- Figure 2: Evolution des paysages en pays d'Auge
- Figure 3: Diagramme ombrothermique de la vallée de la Meuse à Stenay (moyennes mensuelles de 1983 à 1994)
- Figure 4: Bassin versant de la Meuse
- Figure 5: Variations des débits de la Meuse au cours de l'année
- Figure 6: Lithologie et perméabilité des formations affleurantes du bassin de la Meuse
- Figure 7: Géologie de la plaine alluviale au niveau de Mouzay et Luzy-St-Martin
- Figure 8: Pics des phosphates et nitrates lors des crues de la Meuse
- Figure 9: Superposition des zones d'intérêt biologique et des contrats proposés dans la zone de Luzy-St-Martin
- Figure 10: Dispositif expérimental (inspiré de DAGET-POISSONET) du suivi de l'article 19
- Figure 11: Dispositif de suivi de l'ACNAT
- Figure 12: A.F.C. globale des prairies de fauche extensives de la vallée de la Meuse
- Figure 13: A.F.C. des groupements héliophytiques de la Meuse
- Figure 14: A.F.C. comparative des groupements végétaux des prairies alluviales du Nord de la France
- Figure 15: A.F.C. comparative de l'impact du mode de gestion sur la composition floristique des prairies de fauche extensives de la Meuse
- Figures 16a et b: A.F.C. des prairies pâturées, structuration le long des gradients hydrique (16a) et trophique (16b)
- Figure 17: Sol brun alluvial
- Figure 18: Sol alluvial à gley minéral
- Figure 19: Gley humique à hydromull et anmoor
- Figures 20a et b: Evolution des teneurs en éléments minéraux du sol en fonction des fertilisations
- Figure 21: Suivis des inondations en 1992/93/94 et 1995, particularités de chaque année
- Figure 22: Distribution des groupements végétaux en fonction des niveaux piézométriques (zone de Mouzay, 4/05/94 au 22/12/94)
- Figures 23a et b: Cartographie de la végétation
- Figures 24a et b: Perméabilité des formations lithologiques et coupes géologiques de la plaine alluviale de Mouzay et Luzy-St-Martin
- Figure 25: Système de propagation des crues et de leur drainage sur la zone de Mouzay: réseau de noues et chenaux de drainage
- Figure 26: Comparaison des niveaux d'inondation de Luzy et Mouzay à différentes dates
- Figures 27a et b: Cartographies simplifiées des groupements végétaux et des inondations sur la zone de Mouzay
- Figures 28a et b: Cartographies simplifiées des groupements végétaux et des inondations sur la zone de Luzy-St-Martin
- Figures 29a et b: Fonctionnement comparé de la nappe alluviale des *GOF1* et 2 des prairies de Mouzay et Luzy-St-Martin
- Figure 30: Influence de la pluviométrie sur le système nappe, sous-nappe alluviale de Luzy par rapport à Mouzay
- Figure 31: A.F.C. comparative des groupements de Luzy et Mouzay
- Figure 32: Distribution des zones de transition floristique en fonction des niveaux piézométriques (zone de Mouzay)
- Figure 33: Niveaux et durées d'inondation comparés des deux secteurs de Mouzay et Luzy
- Figure 34: Relation entre les niveaux d'inondation sur les deux secteurs et le niveau de la Meuse
- Figures 35a et b: Phénomène de saturation de la nappe à Luzy-St-Martin
- Figure 36: A.F.C. des relevés des prairies de fauche et pâturages correspondant au *SOM1*
- Figure 37: A.F.C. du *SOM1* géré de manière extensive et intensive (fertilisé)
- Figure 38: A.F.C. du *SOM2* géré de manière extensive et intensive (fertilisé)
- Figure 39: A.F.C. du *SOM3* géré de manière extensive et intensive (fertilisé)
- Figures 40a et b: A.F.C. comparative des relevés réalisés sur les prairies de fauche par DUVIGNEAUD en 1958 et ceux réalisés en 1993
- Figure 41: A.F.C. comparative des relevés des zones basses réalisés par DUVIGNEAUD en 1958 et ceux réalisés en 1993
- Figure 42: Fluctuations des populations de *Trifolium pratensis* sur les carrés "article 19"
- Figures 43a à c: Espèces dont la dynamique est influencée par le climat
- Figures 44a à d: Espèces dont la dynamique est influencée par les pratiques agricoles
- Figure 45: Espèce dont la population est relativement stable
- Figures 46a à c: Espèces dont les populations fluctuent selon les opportunités du milieu

Figure 47: Liens dynamiques entre les différents groupements de la Meuse
 Figure 48: Différences dans les durées de maturation de trois graminées dont les floraisons se succèdent dans le temps
 Figure 49: Blocage d'un pool d'individus au stade végétatif pour quelques espèces
 Figures 50a à d: Apparition d'un stade phénologique plus précoce au niveau d'une communauté végétale
 Figures 51a à c: Proportion plus importante des individus à un stade donné dans un type de groupement
 Figures 52a à c: Espèces à floraison tardive
 Figure 53: Diagrammes ombrothermiques de chaque vallée
 Figure 54: Comparaison des diagrammes ombrothermiques de la Meuse et de la Saône
 Figure 55: Comparaison des températures maximales et minimales de chaque vallée
 Figures 56a et b: Comparaison du climat des années 1992/93 avec le climat moyen (83/94) pour les deux vallées
 Figure 57a: A.F.C. comparative Saône/Meuse (axes 1 et 2)
 Figure 57b: A.F.C. comparative Saône/Meuse (axes 2 et 3)
 Figure 58: Espèces qui présentent un retard du développement phénologique dans la Meuse par rapport à la Saône
 Figure 59: Espèce qui présente, dans la Meuse, un retard du développement phénologique en début de végétation qui est perdu par la suite
 Figure 60: Espèce qui présente, dans la Meuse, un retard du développement phénologique en début de végétation et une avance pour les derniers stades
 Figure 61: Espèce toujours en avance phénologique dans la Meuse par rapport à la Saône
 Figure 62: Espèce qui présente un comportement identique dans la Meuse et la Saône
 Figure 63: Proportions, pour chaque groupement, des individus à un stade donné
 Figure 64: Cartographie de la progression de fauche sur les prairies de Mouzay et de Luzy-St-Martin
 Figure 65: Productivité des différents groupements au cours du temps et selon la fertilisation
 Figure 66: Comparaison des productivités de 1995 et 1996
 Figures 67a à c: Décroissance de la valeur fourragère des différents groupements végétaux au cours du temps
 Figures 68a à e: Comparaison de la valeur fourragère des différents groupements végétaux
 Figure 69: Impact des fertilisations sur le *GOF1* le 17/05
 Figure 70: Impact des fertilisations sur le *GOF1* le 31/05
 Figures 71a à d: Augmentation des teneurs en PBD et matières protéiques dans les fourrages suite aux fertilisations, sauf quand le phénomène de dilution est trop important
 Figures 72a à e: Augmentation des teneurs en P et K des fourrages suite à la fertilisation NPK, sauf quand le phénomène de dilution est trop important
 Figures 73a à c: Impact de la fertilisation azotée sur la teneur en éléments minéraux du fourrage

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Concentrations en éléments minéraux des eaux de surface (canal à Mouzay) et des eaux souterraines dans le secteur de Mouzay
 Tableau 2: Evolution du nombre d'exploitations agricoles du département de la Meuse et de la vallée alluviale depuis 1970
 Tableau 3: Cahier des charges pour chaque contrat article 19
 Tableau 4: Stations de prélèvements d'échantillons de sol
 Tableau 5: Stations suivies pour les inondations
 Tableau 6: Comparaison des fréquences obtenues par les différents modes d'estimation de la végétation
 Tableau 7: Validation des résultats obtenus pour les prélèvements de biomasse végétale de la Meuse
 Tableau 8: Le *Colchico-Festucetum pratensis*
 Tableau 9: Comparaison du *Colchico-Festucetum pratensis* des différentes plaines alluviales
 Tableau 10: Comparaison des sous-unités du *Colchico-Festucetum pratensis*
 Tableau 11: Originalités floristiques du *CFP* des différentes vallées alluviales
 Tableau 12: Le *Senecioni-Oenanthetum mediae*
 Tableau 13: Comparaison du *Senecioni-Oenanthetum mediae* de différentes plaines alluviales
 Tableau 14: Comparaison des sous-unités du *Senecioni-Oenanthetum mediae*
 Tableau 15: Originalités floristiques du *SOM* des différentes vallées alluviales
 Tableau 16: Le *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*
 Tableau 17: Comparaison du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* de différentes plaines alluviales
 Tableau 18: Comparaison des sous-unités du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*
 Tableau 19: Originalités floristiques du *GOF* de différentes plaines alluviales
 Tableau 20: Tableau synthétique des prairies pâturées de la Meuse

Tableau 21: *Hordeo-Lolietum perennis cynosuretum cristati*
Tableau 22: *Hordeo-Lolietum perennis typicum*
Tableau 23: *Hordeo-Lolietum perennis alopecuretosum geniculati*
Tableau 24: Variations chorologiques du *HLP*, comparaison avec le *LCC*
Tableau 25: Le *Rumici-Alopecuretum geniculati*
Tableau 26: Variations chorologiques du *Rumici-Alopecuretum geniculati*
Tableau 27: Similarités floristiques entre le *GOF3* et les groupements "associés"
Tableau 28: Le *Phragmitetum australis*
Tableau 29: Le *Phalaridetum arundinaceae*
Tableau 30: Le *Caricetum gracilis*
Tableau 31: Le *Caricetum ripariae*
Tableau 32: Le *Glycerietum maximae*
Tableau 33: *L'Oenanthro-Rorippetum aquaticae*
Tableau 34: Résultats moyens des analyses de sol réalisées
Tableau 35: Comparaison des teneurs en éléments du sol entre un prélèvement de surface (15 cm) et un prélèvement en profondeur (30 cm)
Tableau 36: Etablissement de groupes fonctionnels vis à vis du facteur hydrique
Tableau 37: Comparaison de la composition floristique du *GOF1* des zones de Luzy (L) et Mouzay (M)
Tableau 38: Comparaison de la composition floristique du *SOM* de Luzy (L) et Mouzay (M)
Tableau 39: Intégration des deux facteurs hydrologiques (nappe et inondation) au niveau de la composition floristique des deux secteurs alluviaux
Tableau 40: Comparaison des prairies de fauche et des pâturages
Tableau 41: Comparaison du *SOM1* et de son homologue pâturé (*HLP1*)
Tableau 42: Comparaison du *SOM2* et de son homologue pâturé (*HLP2*)
Tableau 43: Comparaison du *SOM3* et de son homologue pâturé (*HLP3*)
Tableau 44: Comparaison du *GOF1* et de son homologue pâturé (*RAG*)
Tableau 45: Comparaison du *CFP3* et de son homologue fertilisé
Tableau 46: Comparaison du *SOM1* et de son homologue fertilisé
Tableau 47: Comparaison du *SOM2* et de son homologue fertilisé
Tableau 48: Comparaison du *SOM3* et de son homologue fertilisé
Tableau 49: Comparaison du *GOF1* et de son homologue fertilisé
Tableau 50: Impacts comparés de la fertilisation et du pâturage sur les prairies de fauche
Tableau 51: Mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria*
Tableau 52: Correspondances topographiques entre les groupements définis en 1958 et ceux de 1993
Tableau 53: Comparaison des unités sèches de 1958 et 1993
Tableau 54: Prairie à *Filipendula ulmaria* (1958)
Tableau 55a: Diminution de la richesse floristique entre 1958 et 1993
Tableau 55b: Evolution de l'indice d'Ellenberg moyen de l'azote pour chaque groupement entre 1958 et 1993
Calcul pondéré par les coefficients synthétiques (I à V) de chaque espèce
Tableau 56: Carrés permanents (article 19) suivis sur trois années au moins
Tableau 57: Carré témoin (TQ4) localisé au niveau du *SOM1*
Tableau 58: Carré (Q1) où il y a eu diminution des doses d'engrais appliquées (30U) et recul des dates de fauche (10j)
Tableau 59: Carré permanent (Q1) où la reprise de la fertilisation est soupçonnée
Tableau 60: Carré TQ2 où il y a eu un recul important de la date de fauche en 1995
Tableaux 61a et b: Carré permanent (Q18) où il y a d'abord eu recul de la date de fauche puis une 2^{ème} coupe (en 1995)
Tableau 62: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT basse (*SOM3*)
Tableau 63: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT moyenne (*SOM1*)
Tableau 64: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT haute (*CFP3*)
Tableau 65: Comparaison des données climatiques de la Saône et de la Meuse
Tableau 66: Tableau synthétique comparatif des groupements de la Meuse et de la Saône
Tableau 67: Particularités floristiques de chaque vallée alluviale
Tableau 68: Evolution de la valeur fourragère des différentes communautés végétales au cours du temps
Tableau 69: Comparaison des moyennes obtenues pour le *SOM* fertilisé et non fertilisé
Tableau 70: Evolution comparée de la valeur fourragère des différentes sous associations étudiées au cours du temps

Tableau 71: Comparaison de la qualité fourragère sur l'ACNAT entre 1994 et 1995

Tableau 72: Comparaison de la valeur fourragère moyenne des différentes associations végétales fertilisées et non fertilisées

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Différentes problématiques d'application de l'article 19 dans les zones humides

Annexe 2: Cartographie parcellaire des doses d'engrais appliquées

Annexe 3: Relevés de l'A.F.C. sur les prairies alluviales du Nord de la France

Annexe 4: Points cachés de l'A.F.C. sur les prairies alluviales du Nord de la France

Annexe 5: Normes utilisées pour estimer la qualité des sols de la Meuse (d'après LAMBERT *et al.*)

Annexe 6: Résultats des analyses de sol réalisées dans la Meuse

Annexe 7: Echelle des pH des sols

Annexe 8: Clef de cartographie des groupements végétaux des prairies alluviales de la Meuse

Annexe 9: Normes pour la richesse des fourrages (d'après LAMBERT)

Figure 1: Evolution des rapports entre les grands herbivores, les hommes et les agro-systèmes.

d'après LECOMTE et LE NEVEU (1986)

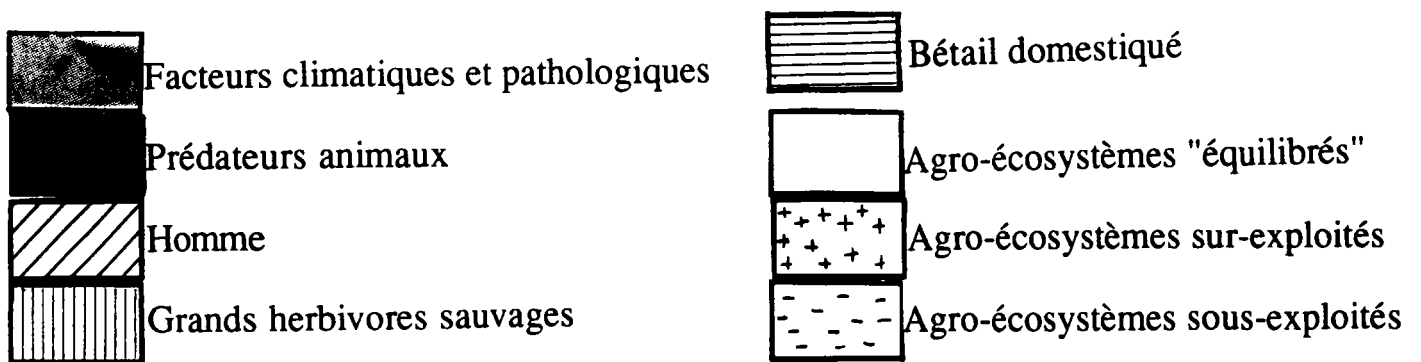
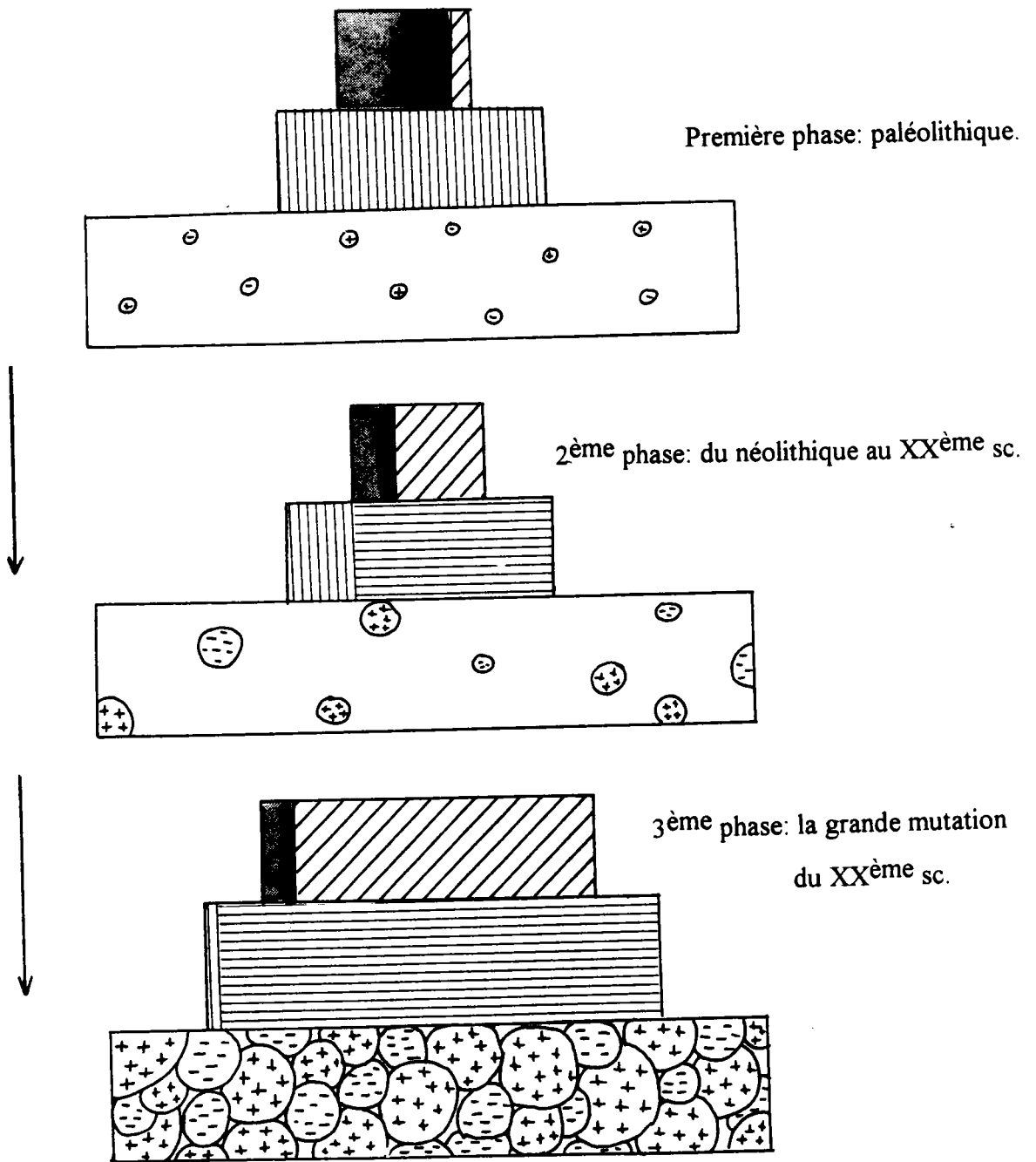


Figure 2: Evolution des paysages en pays d'Auge.

d'après ALARD (1990)

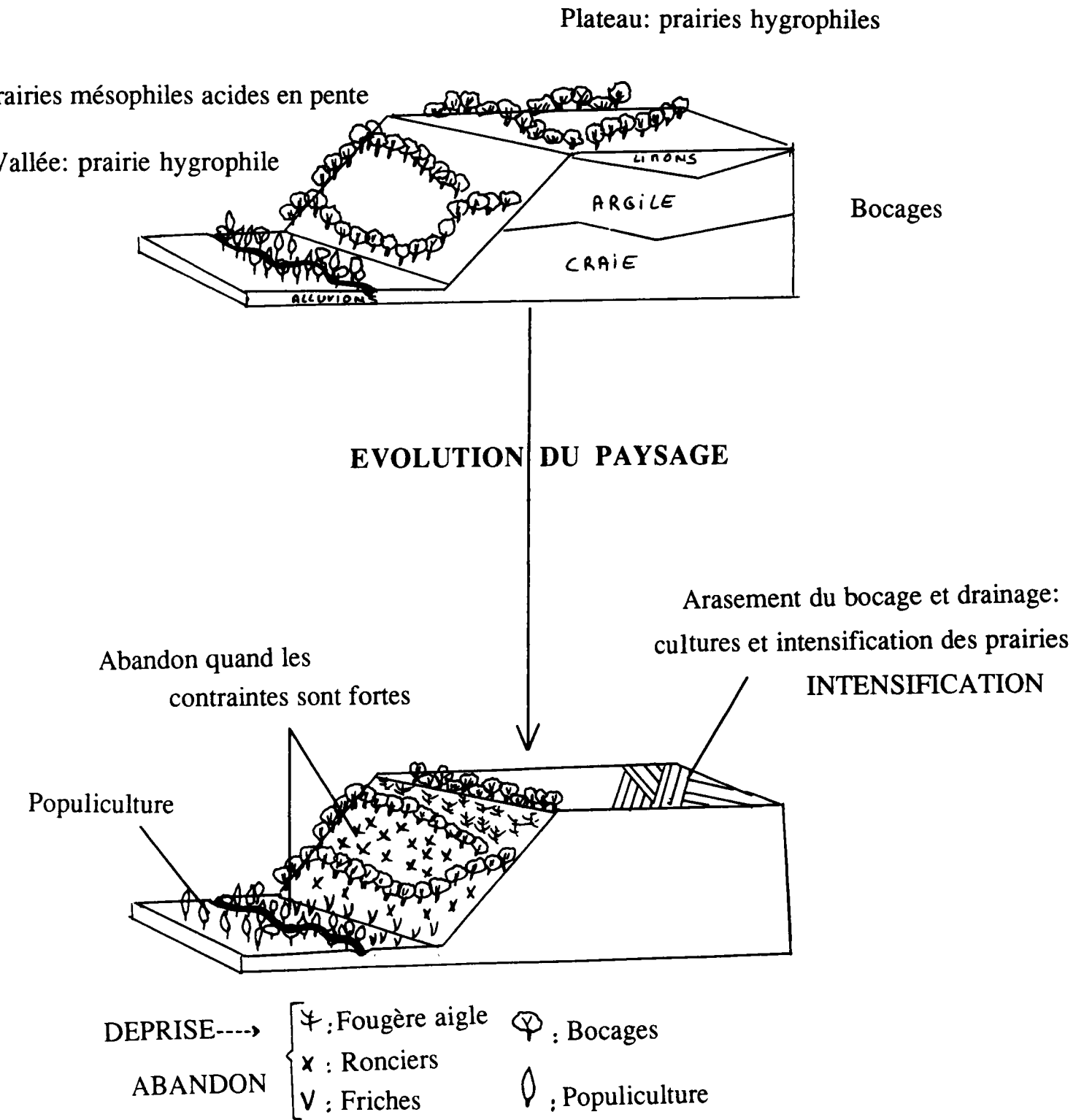


Figure 3: Diagramme ombrothermique de la vallée de la Meuse à Stenay
(moyennes mensuelles de 1983 à 1994)

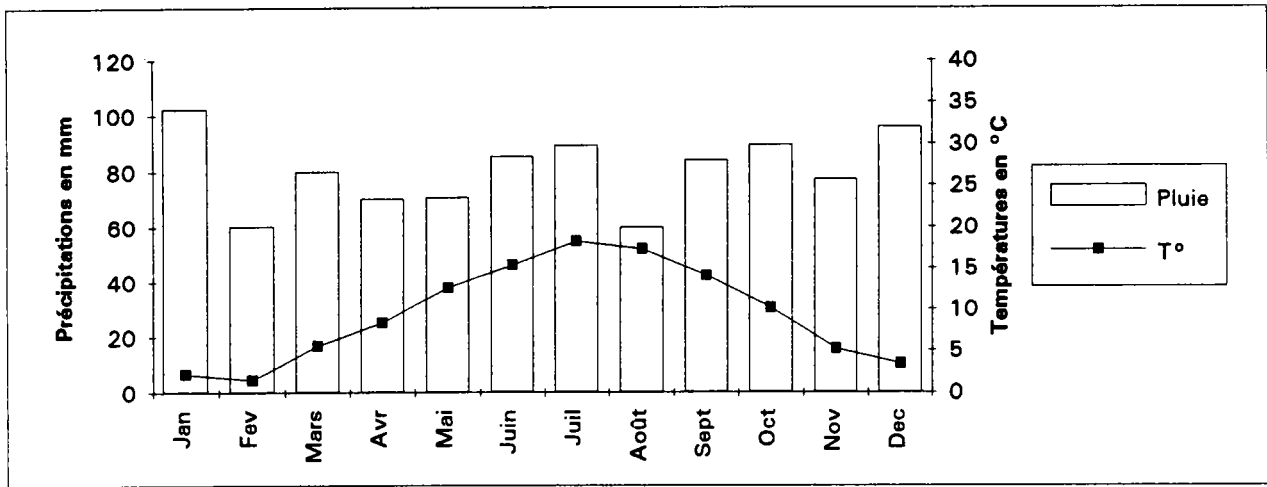


Figure 4: Bassin versant de la Meuse

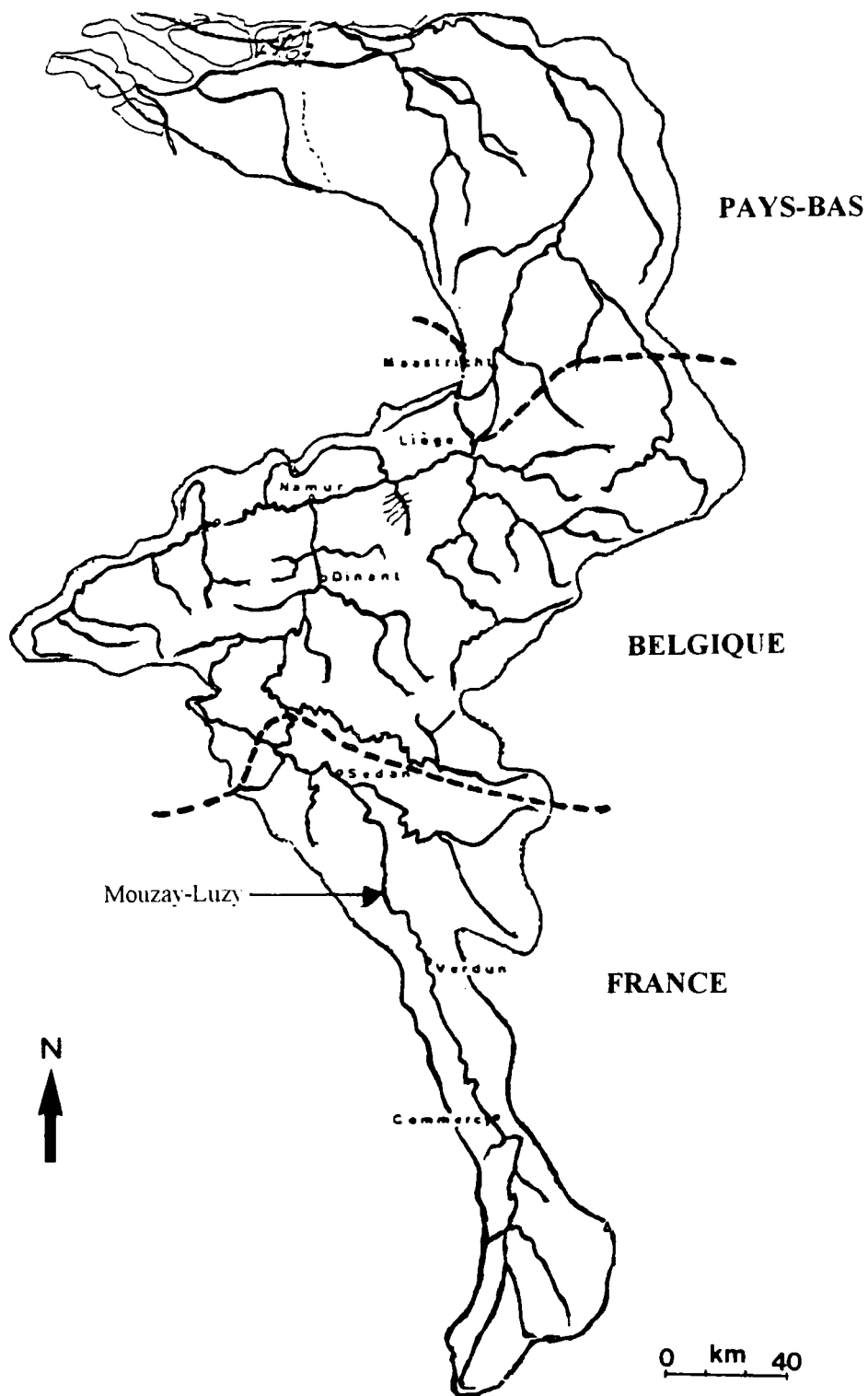


Figure 7: Géologie de la plaine alluviale au niveau de Mouzay et Luzy-St-Martin.

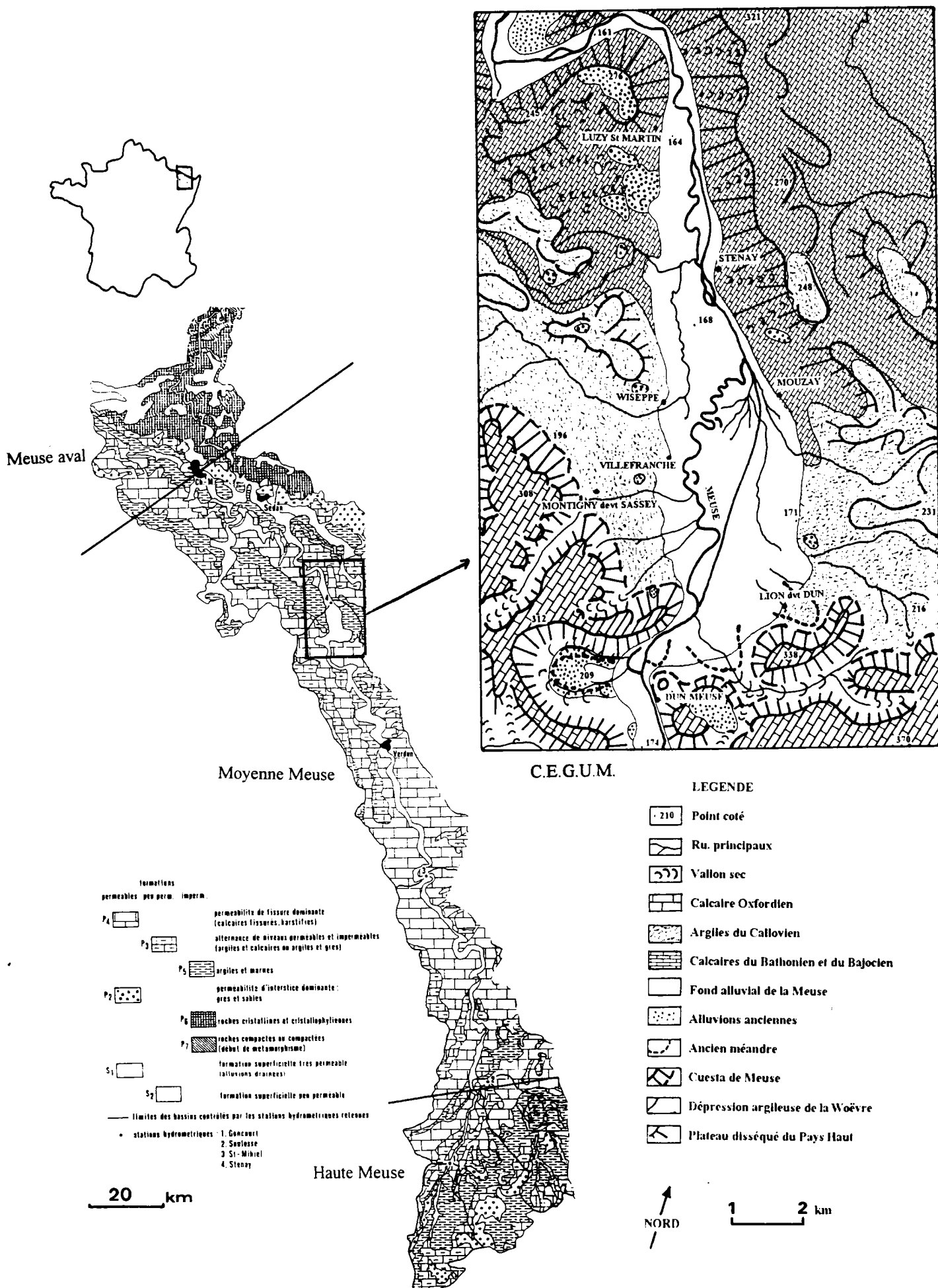
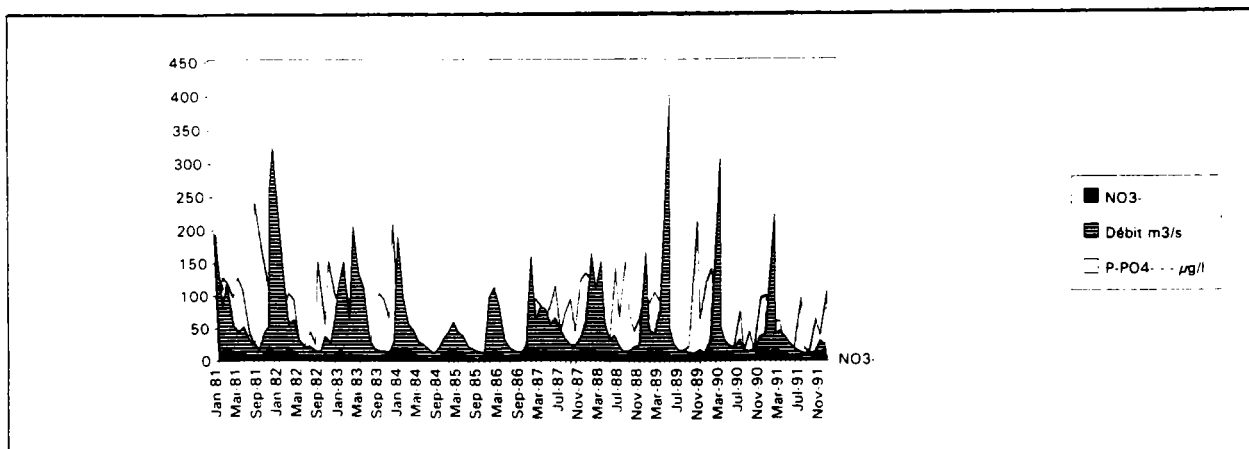
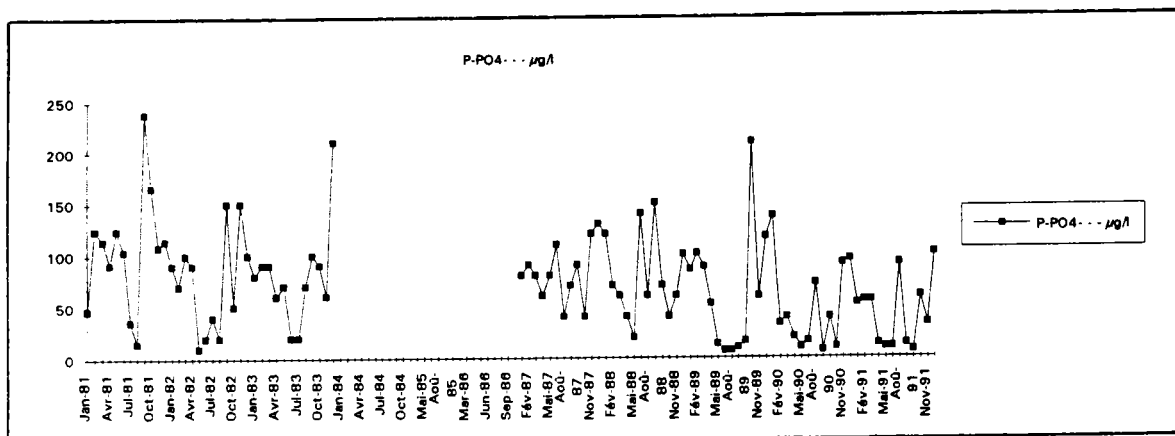
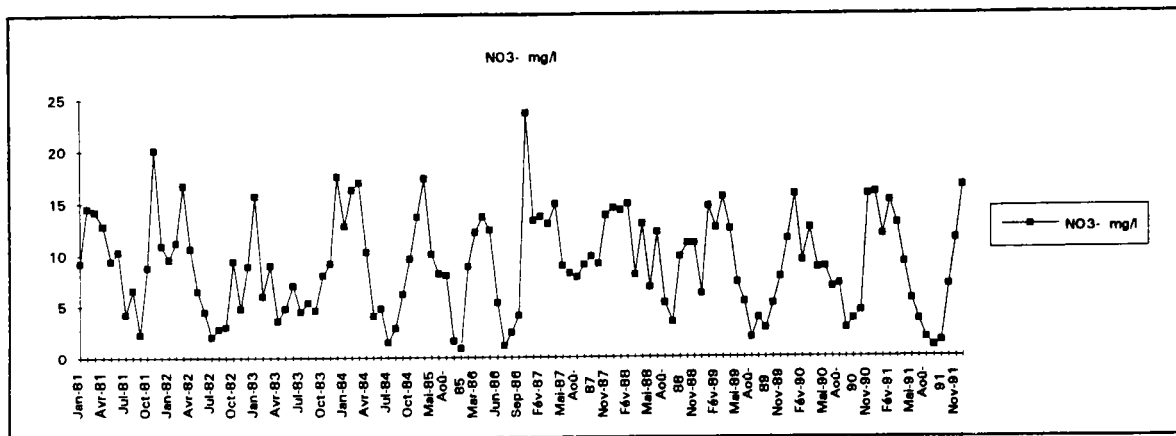


Figure 6: Lithologie et perméabilité des formations affleurantes du bassin de la Meuse.

Figure 8: Pics des Phosphates et Nitrates lors des crues de la Meuse.



données de la station d'Inor (Agence de Bassin Rhin-Meuse)

Figure 9: Superposition des zones d'intérêt biologique et des contrats proposés dans la zone de Luzy-St-Martin.

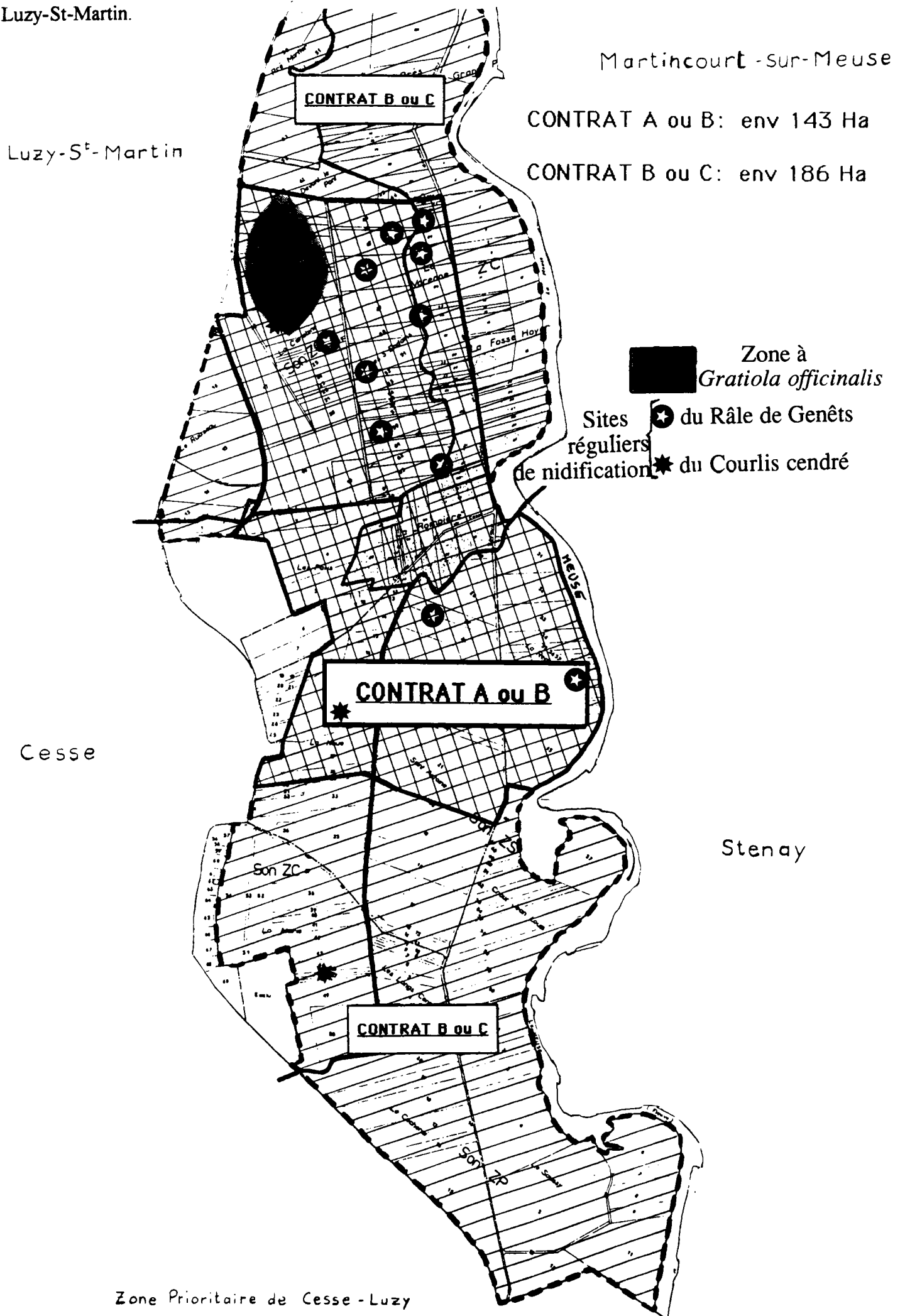
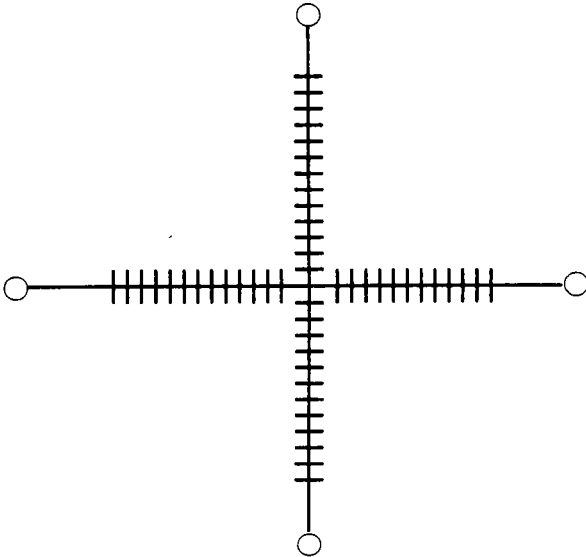


Figure 10: Dispositif expérimental (inspiré de DAGET- POISSONET) du suivi de l'article 19



distance entre deux points de visée: 25 cm

Positionnement du dispositif dans la végétation

Observateur

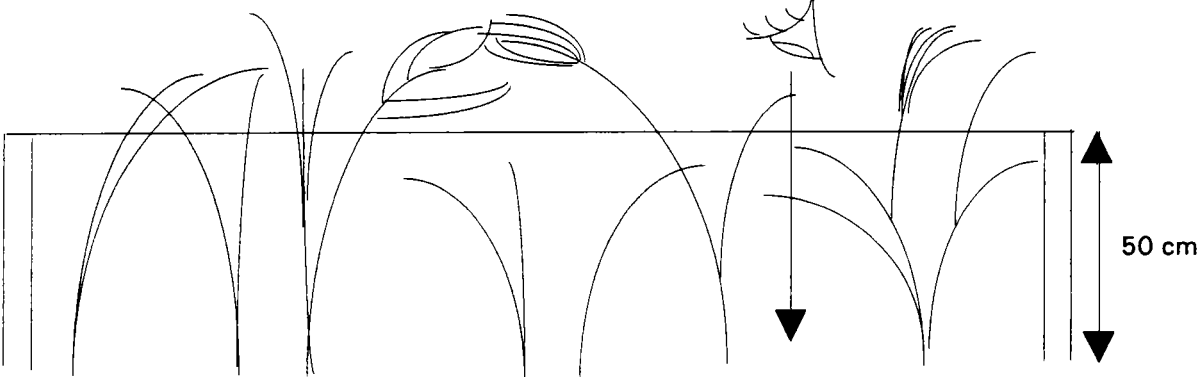


Figure 11: Dispositif de suivi de l'ACNAT

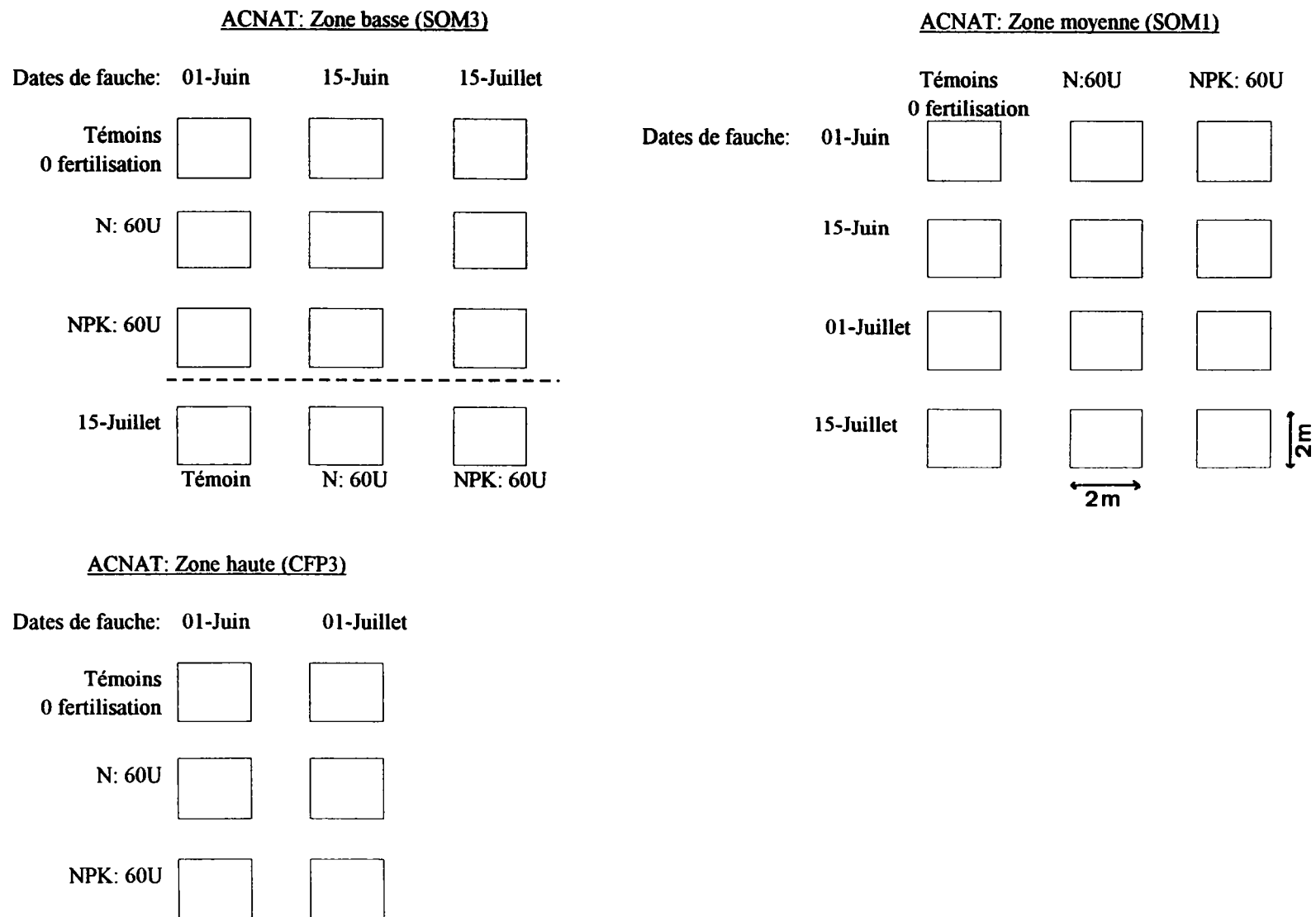
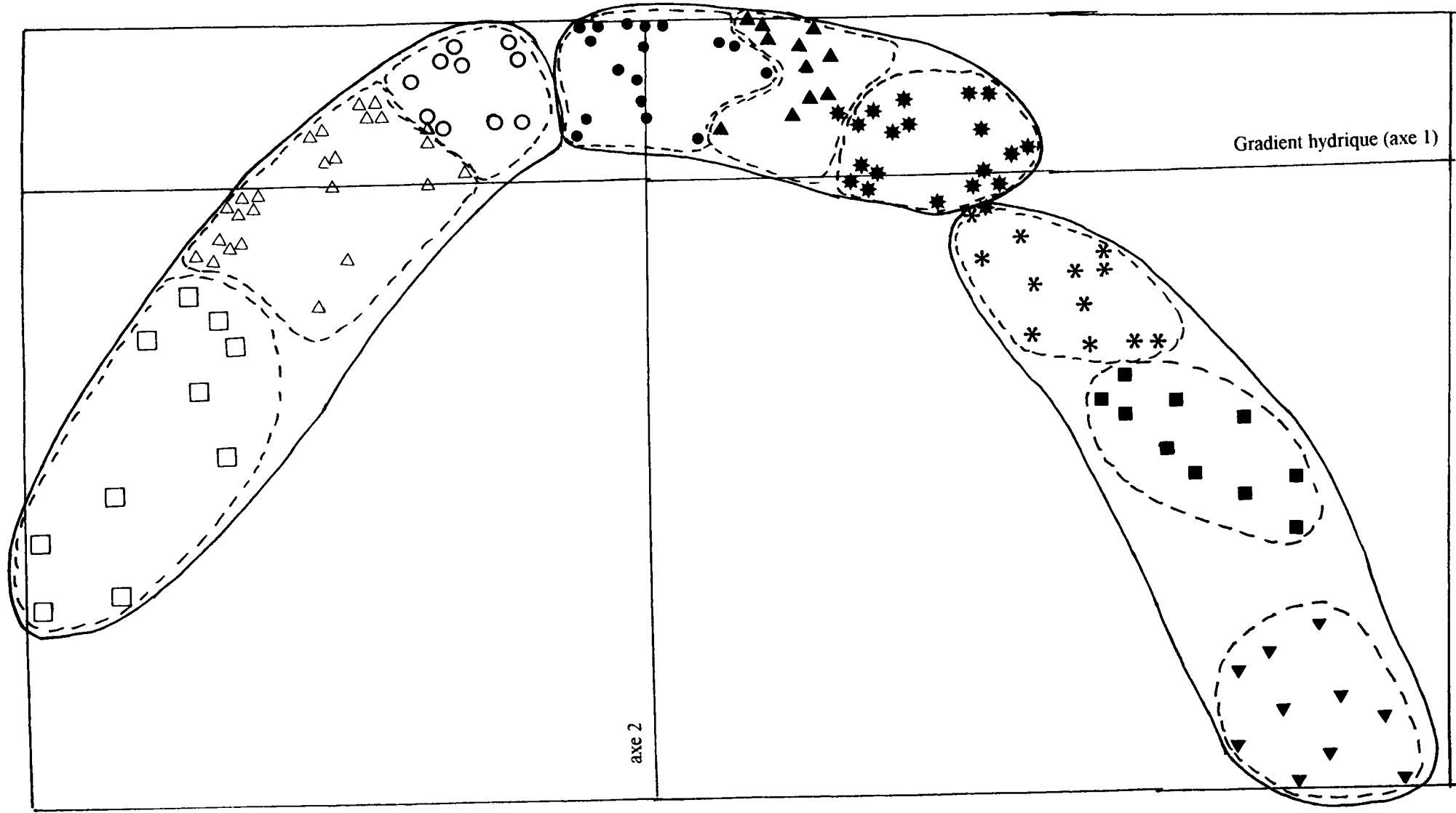


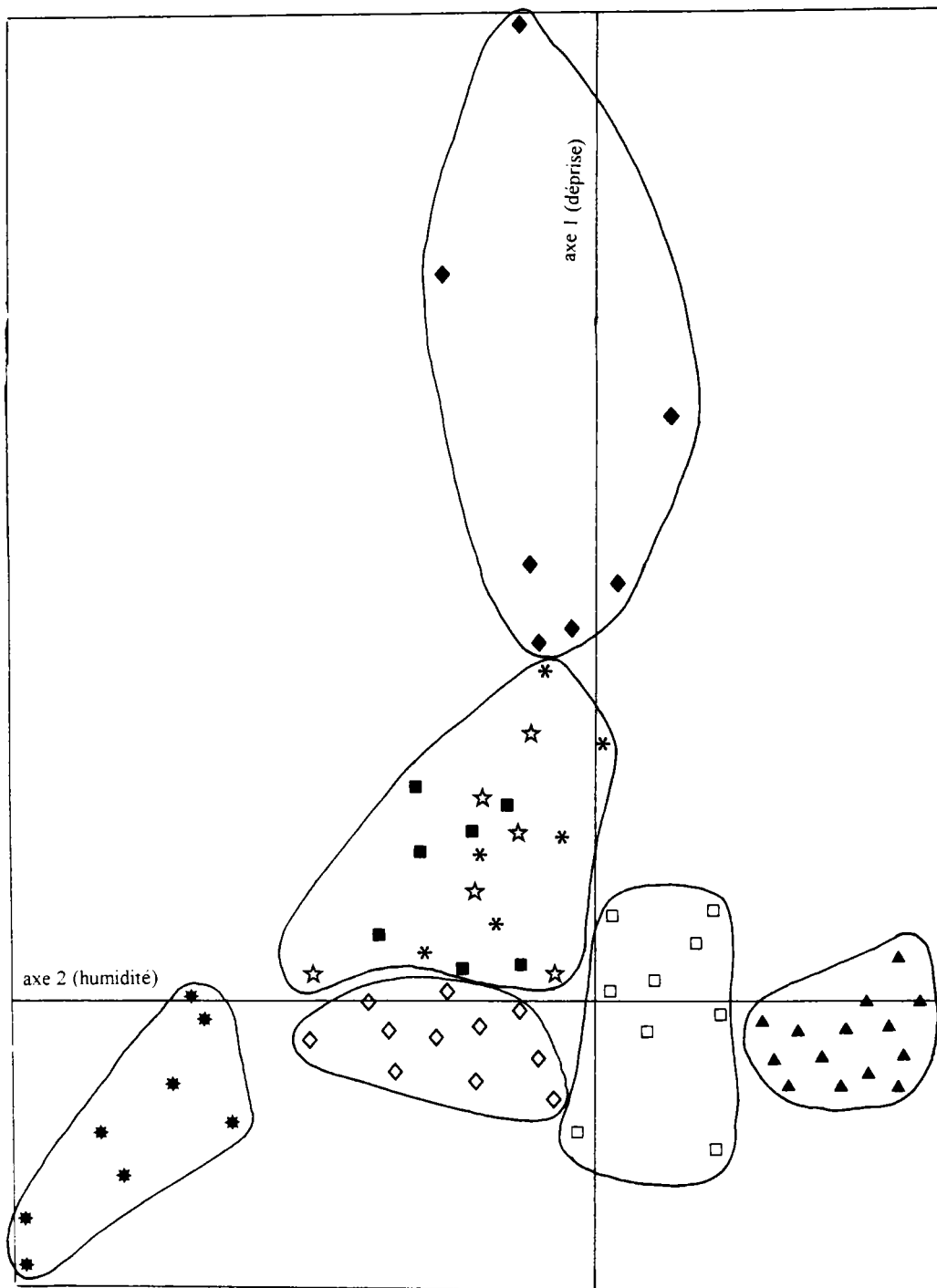
Figure 12: A.F.C. globale des prairies de fauche extensives de la vallée de la Meuse



. *Colchico-Festucetum pratensis* *Senecioni-Oenanthetum mediae* *Gratiolo-Oenanthetum fitulosae*

- | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| □ <i>brometosum</i> | ● <i>colchicetosum</i> | * <i>oenanthetosum</i> |
| △ <i>typicum</i> | ▲ <i>typicum</i> | ■ <i>typicum</i> |
| ○ <i>filipenduletosum</i> | ✱ <i>myosotetosum</i> | ▼ <i>eleocharetosum</i> |

Figure 13: A.F.C. des groupements héliophytes de la Meuse.



✱ *Oenanthe-Rorippetum aquatica*

▲ *GOF1*

□ *GOF2*

◇ *GOF3*

◆ *Phragmitetum australis*

* *Phalaridetum arundinaceae*

☆ *Glycerietum maximae*

■ *Caricetum gracilis et ripariae*

Figure 14: A.F.C. comparative des groupements végétaux des prairies alluviales du Nord de la France

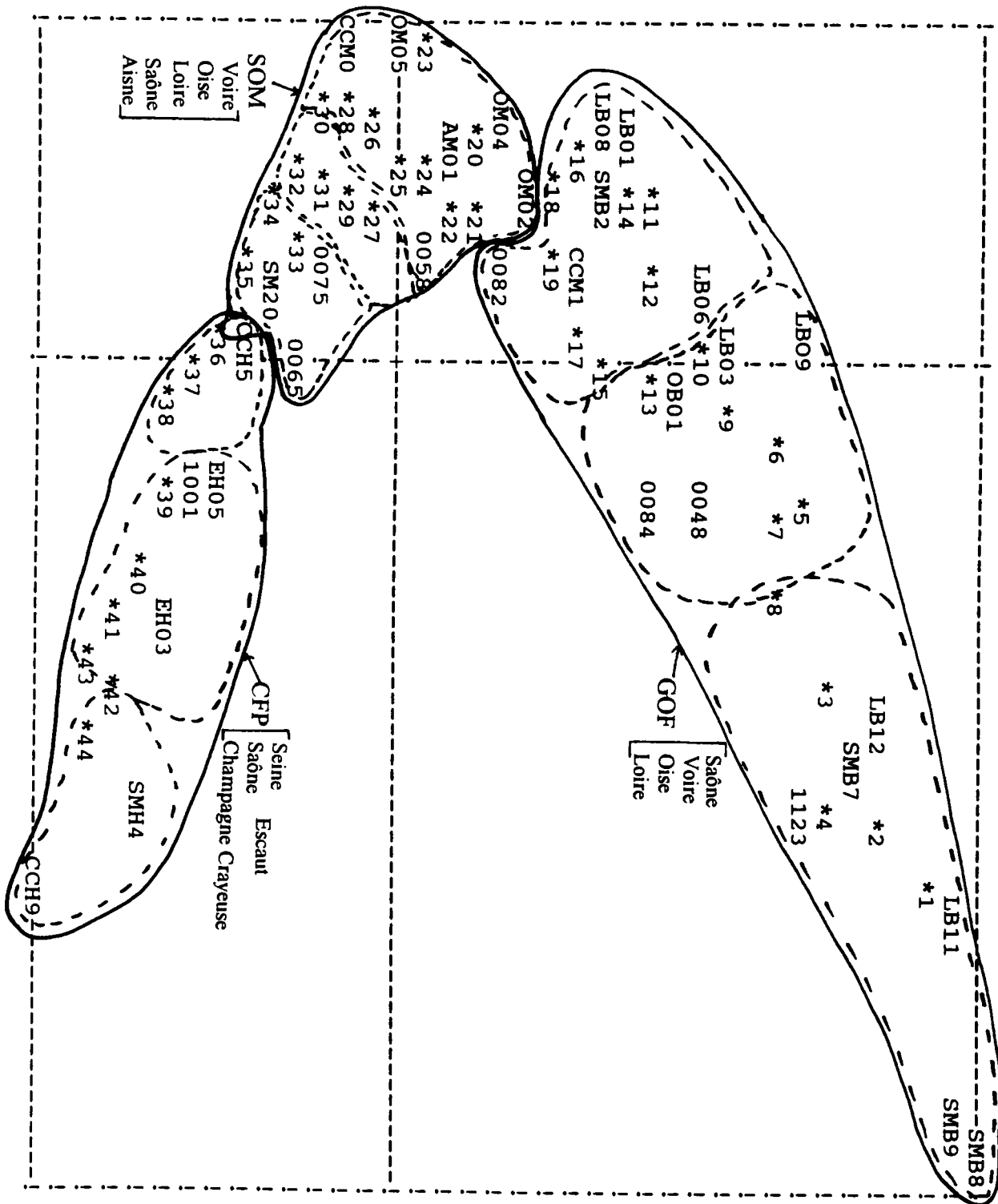


Figure 15: A.F.C. comparative de l'impact du mode de gestion sur la composition floristique des prairies de fauche extensives de la Meuse.

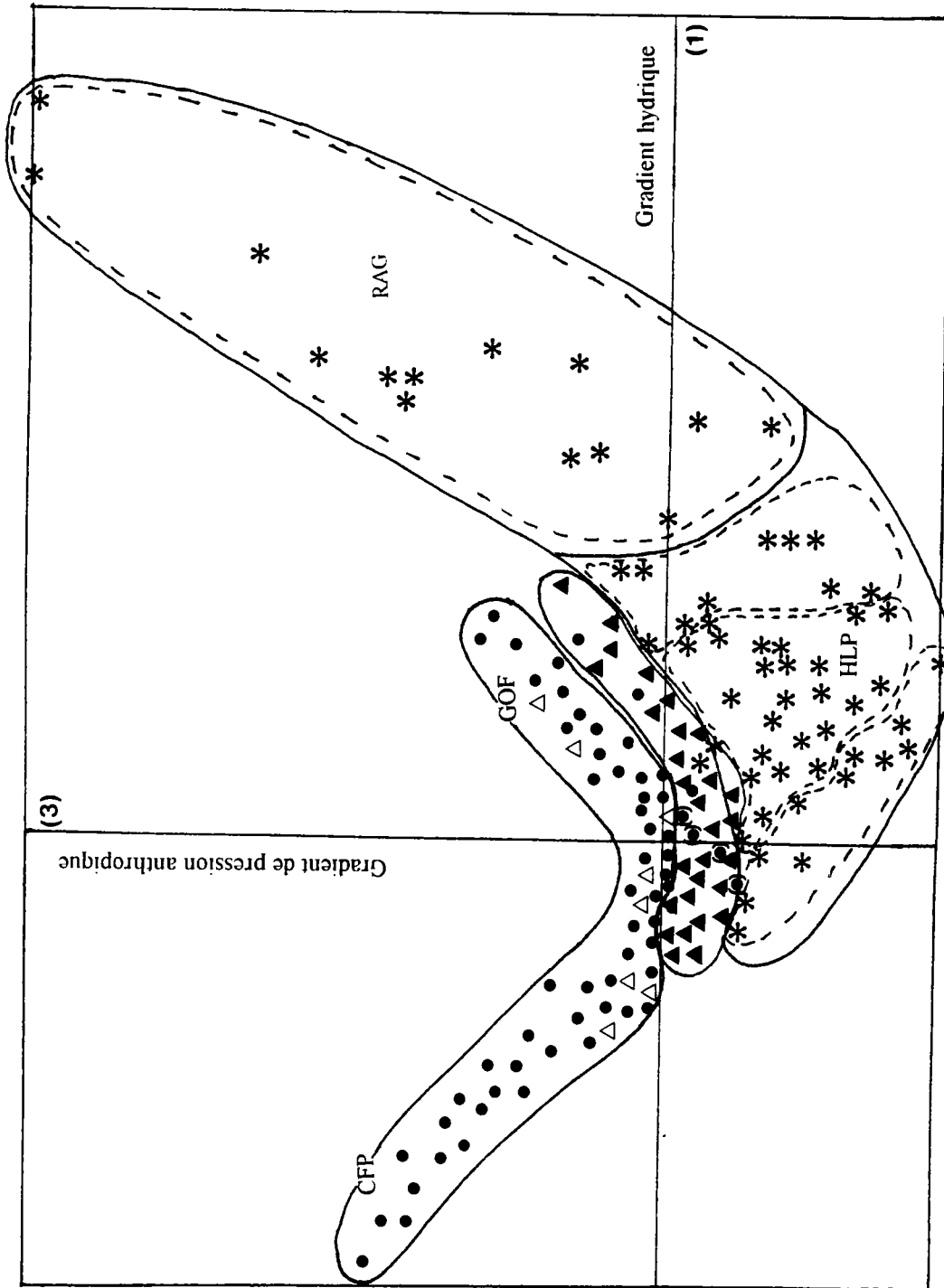
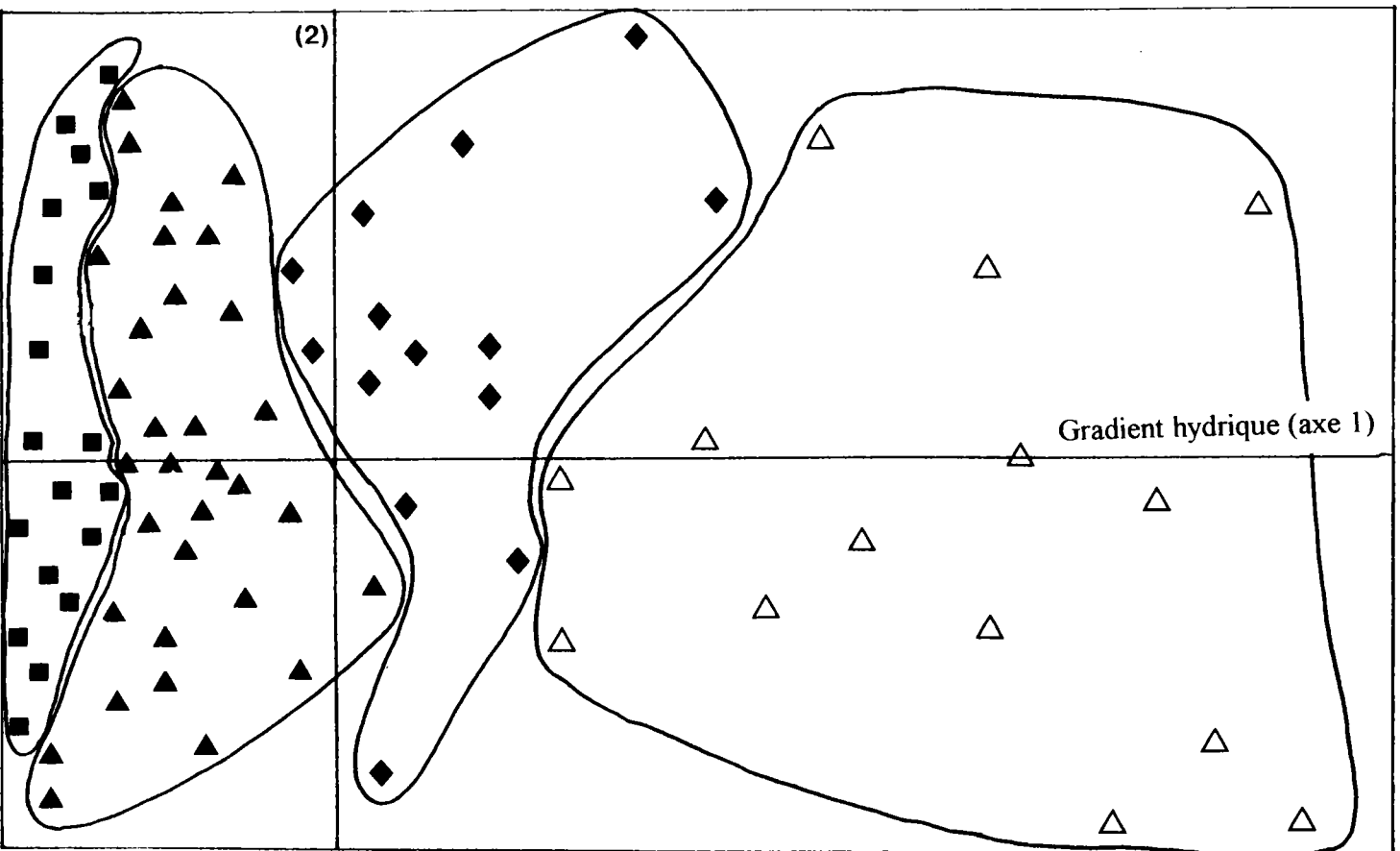


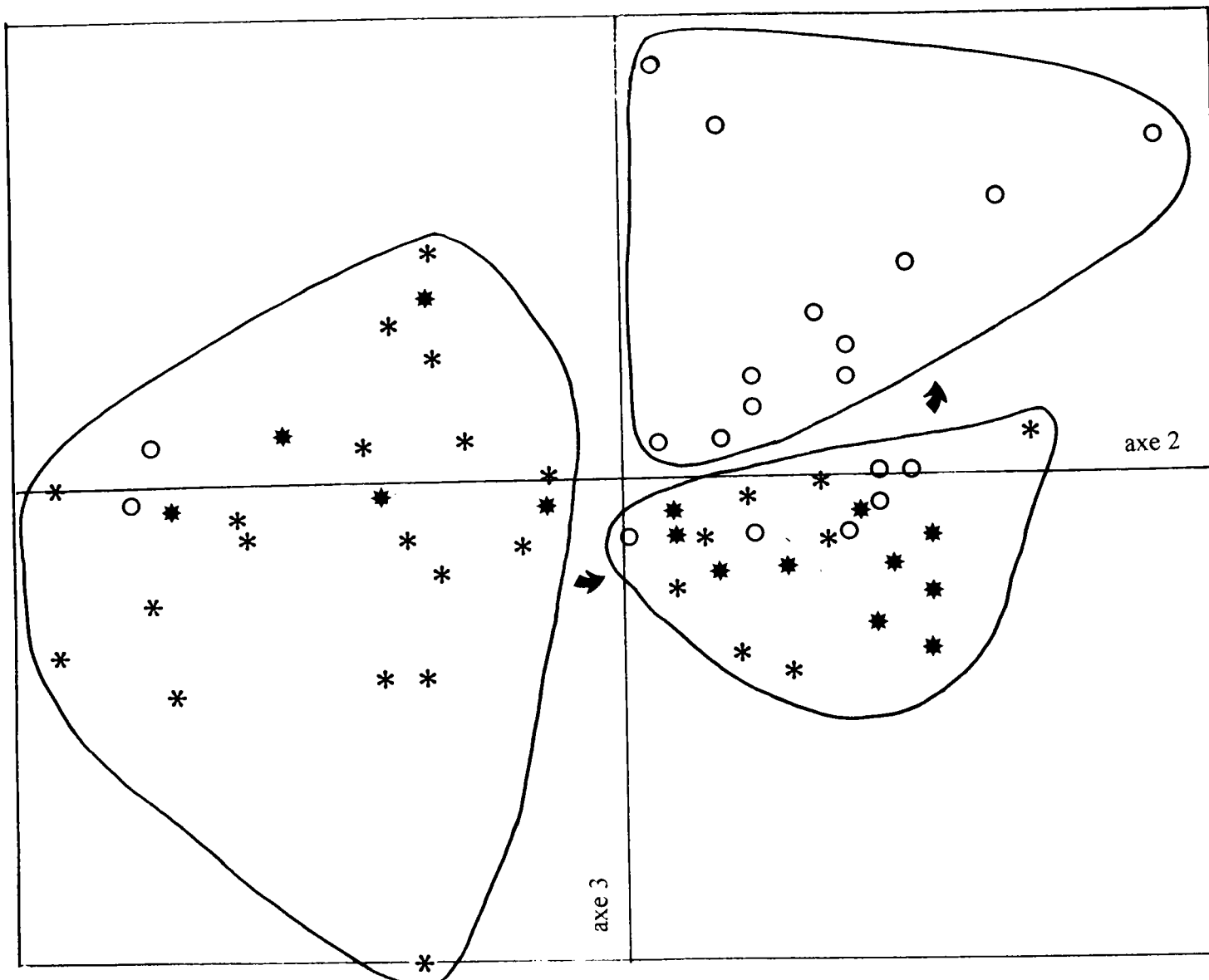
Figure 16a et b: A.F.C. des prairies pâturées, structuration le long des gradients hydrique (16a) et trophique (16b).

Figure 16a:



- *HLP1*
- ▲ *HLP2*
- ◆ *HLP3*
- △ *RAG*

Figure 16b:

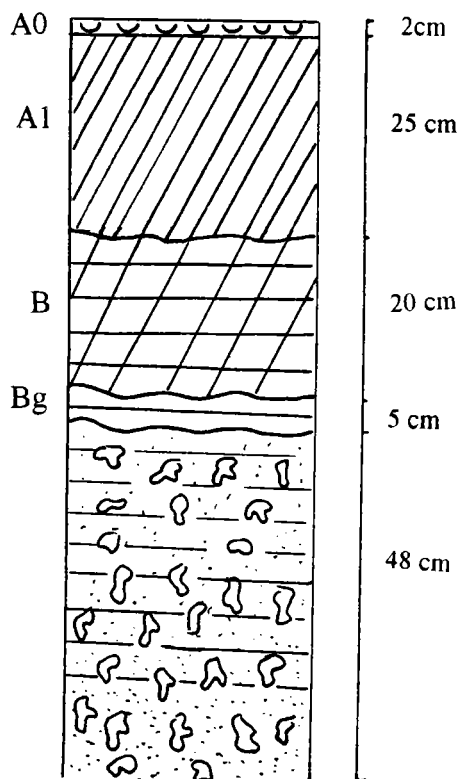


* relevés pâturés intensivement avec souvent apports de 100U

★ relevés moyennement pâturés avec souvent apports de 60U

○ relevés pâturés assez extensivement (0U)

Figure 17: Sol brun alluvial



Profil de sol (1m) au niveau de la station (13), correspond aussi aux stations (8) et (11).

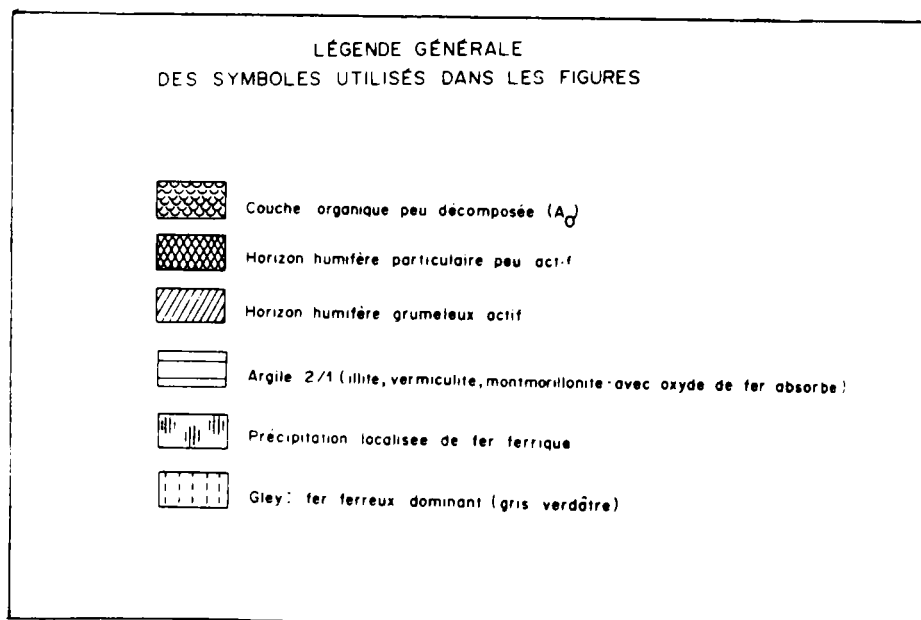
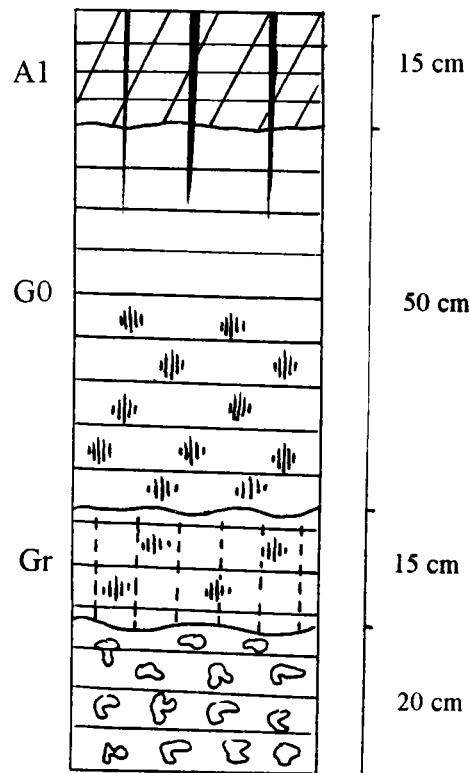
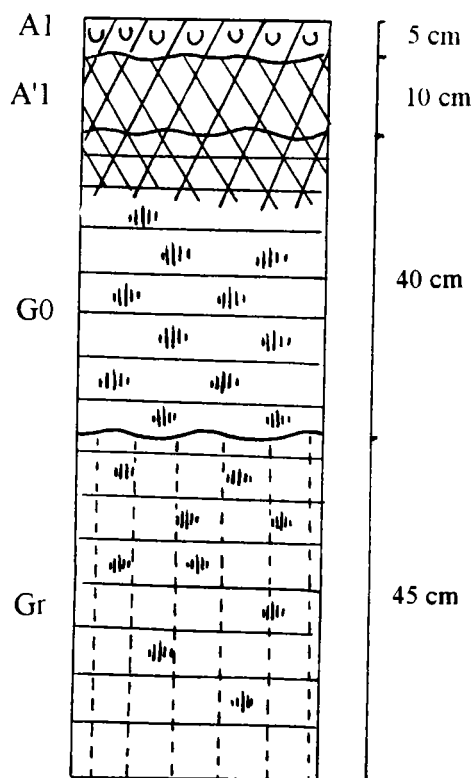


Figure 18: Sol alluvial à gley minéral.



Profil de sol (1m) au niveau de la station (9), correspond aussi aux stations (2, 3, 4, 5, 7a, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,) avec de petites variations.

Figure 19: Gley humique à hydromull et anmoor.



Profil de sol (1m) réalisé au niveau au niveau d'une station relevant du GOF3 en bordure de noue, les stations (1, 6 et 12) s'en rapprochent.

Figures 20a et b: Evolution des teneurs en éléments minéraux du sol en fonction des fertilisations

Figure 20a:

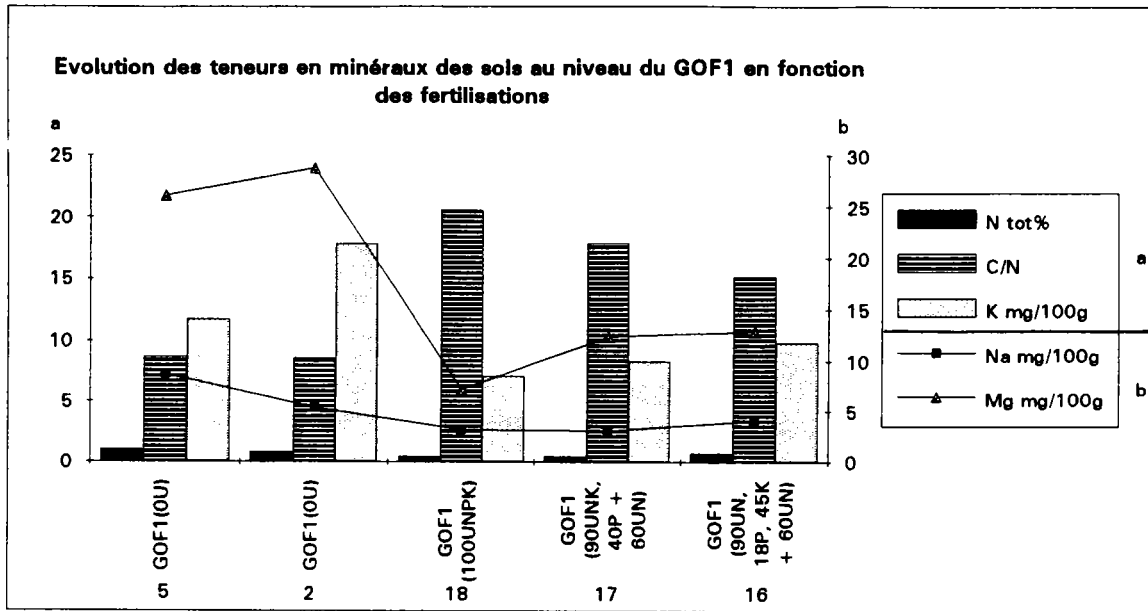


Figure 20b:

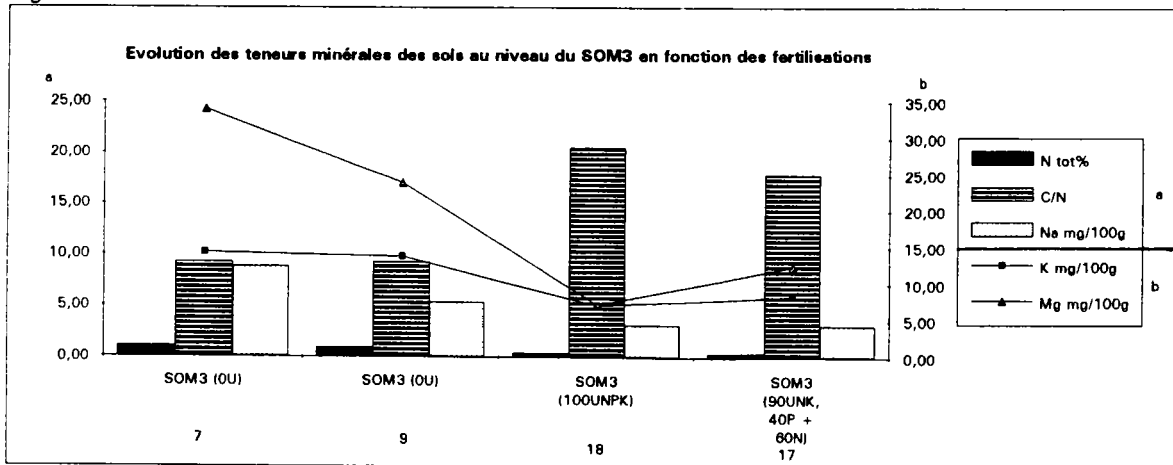
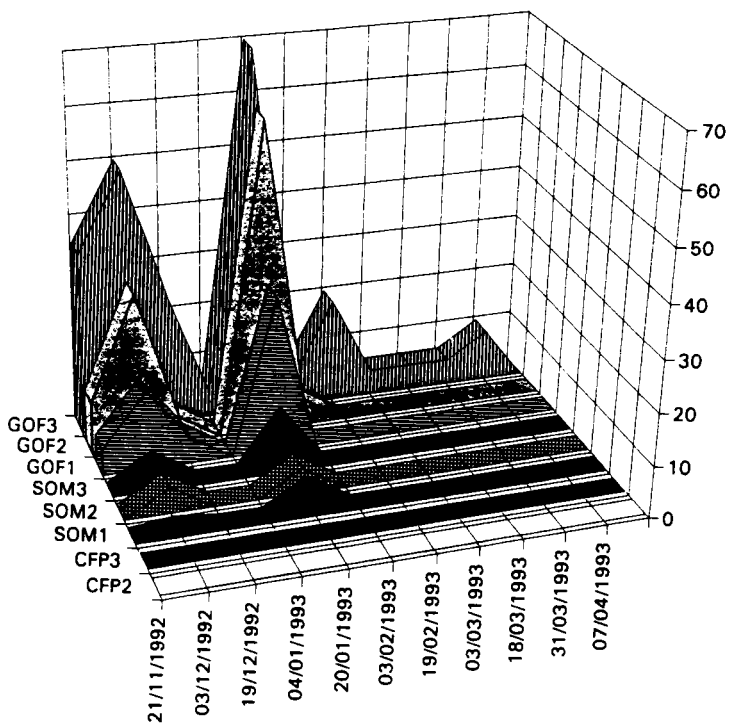


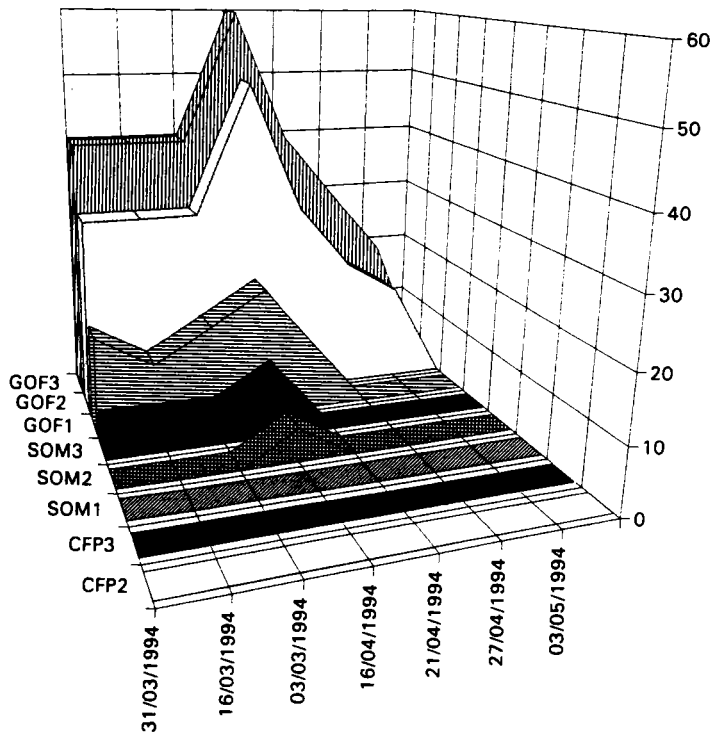
Figure 21: Suivis des inondations en 1992/93/94 et 1995, particularités de chaque année.

(moyennes des stations sur Mouzay et Luzy)

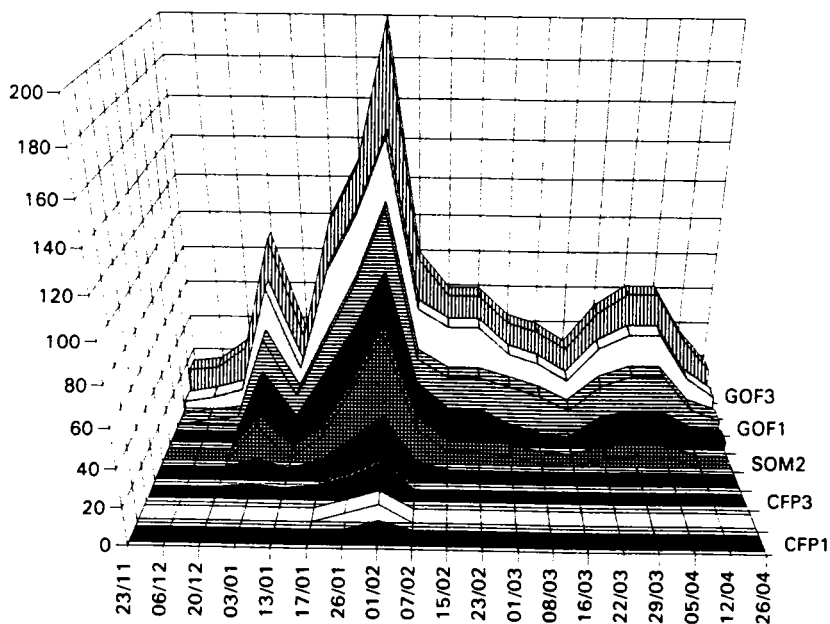
Inondations hivernales et printanières 1992/93



Inondations printanières 1994

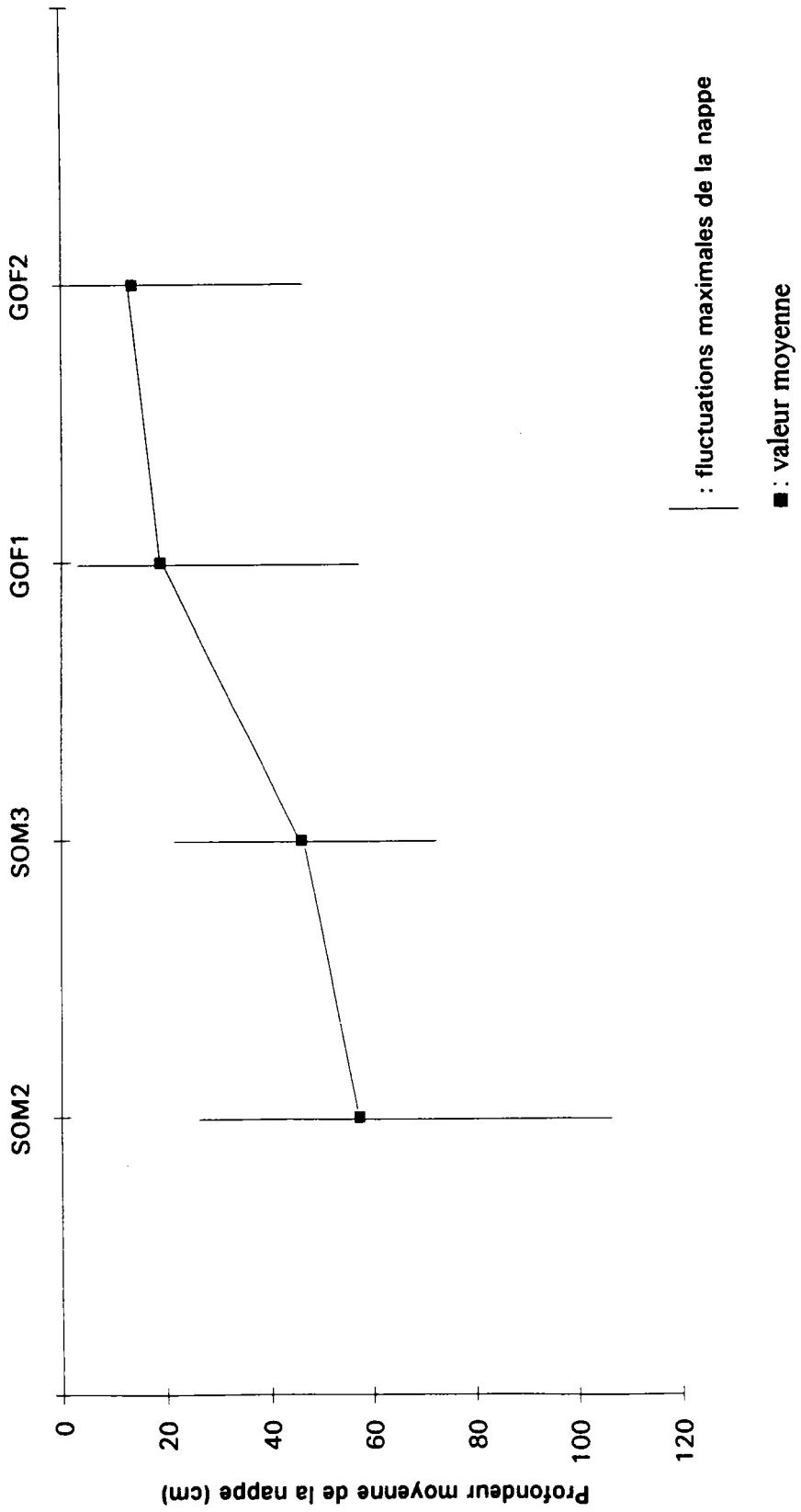


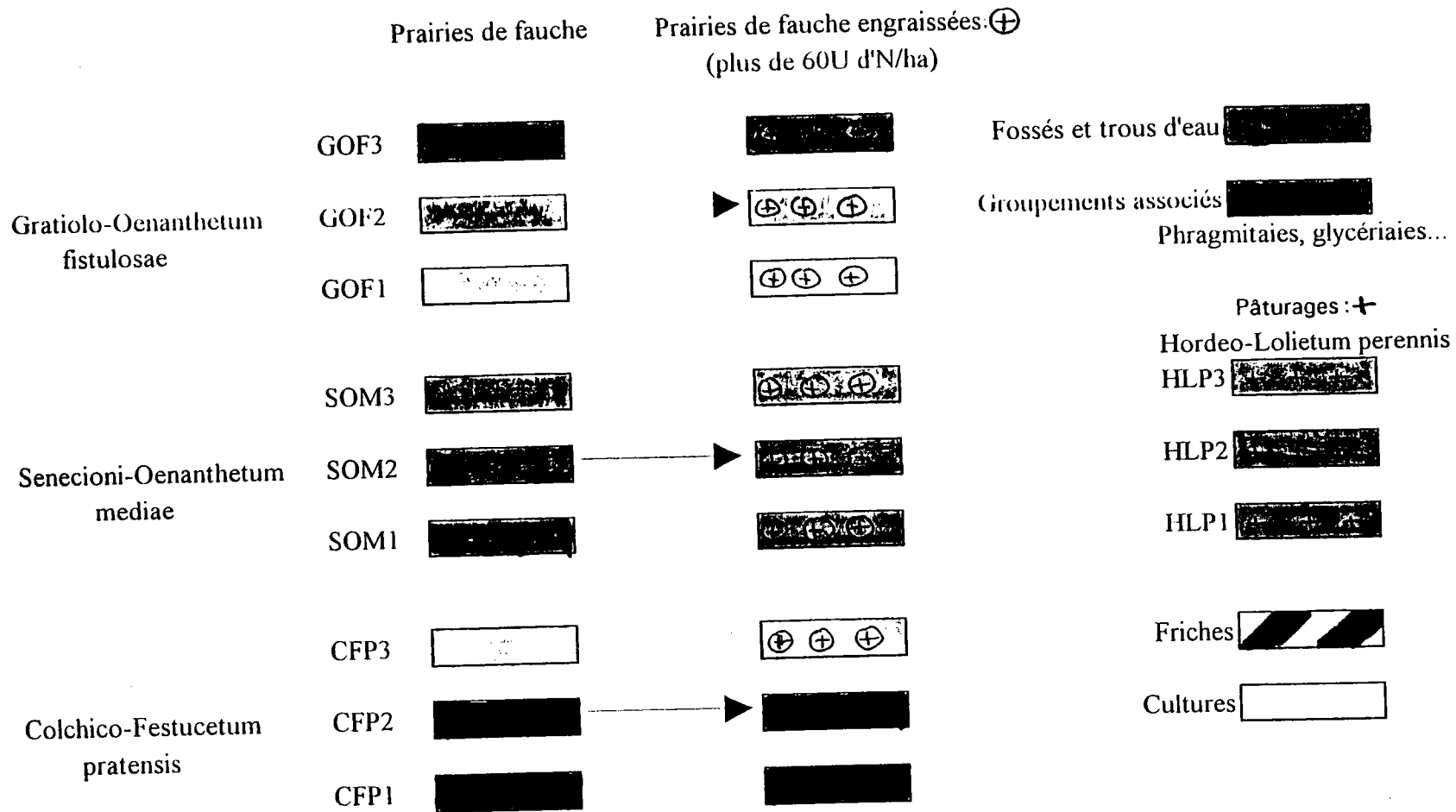
Inondations hivernales 1994/95



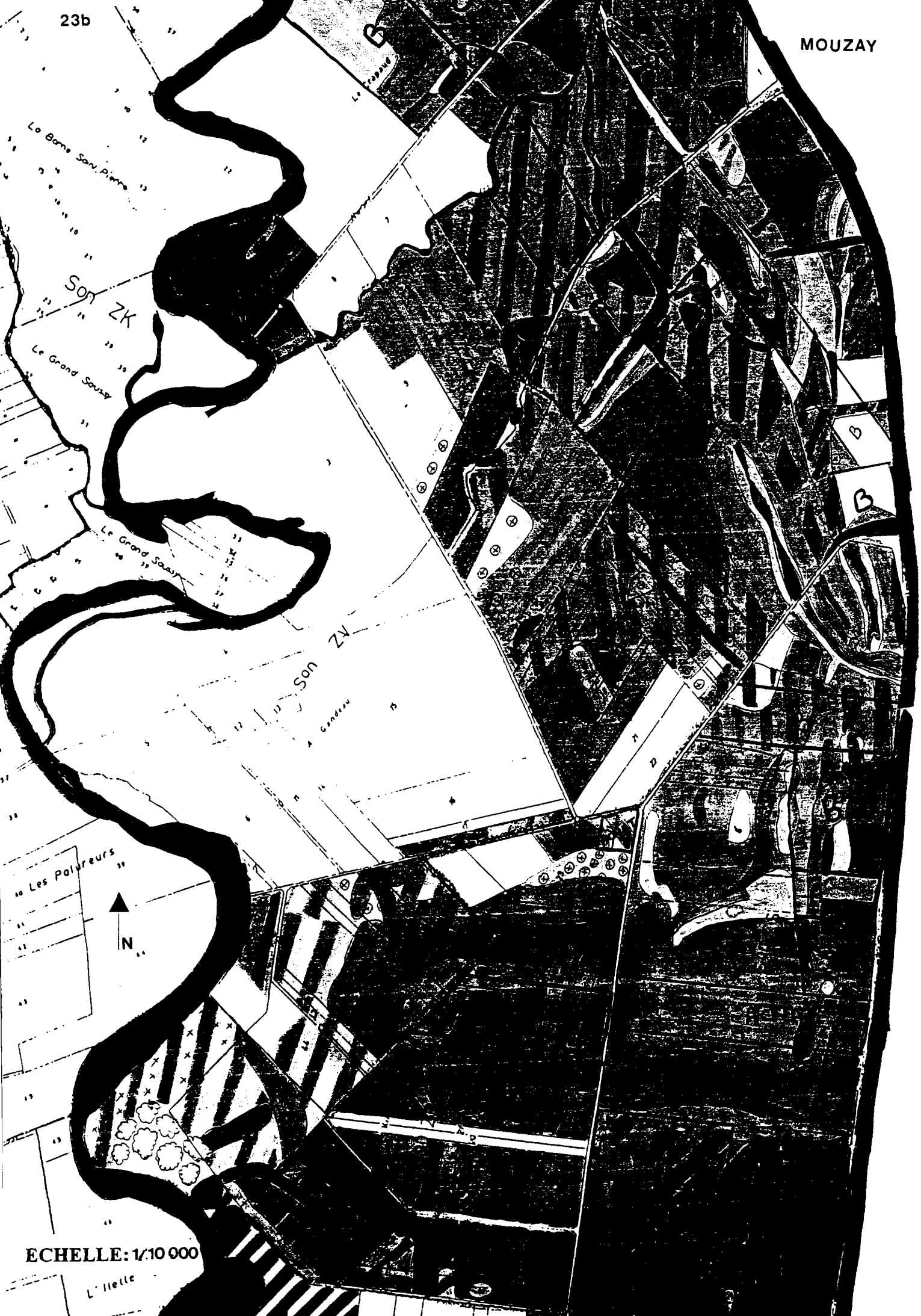
- GOF3
- GOF2
- GOF1
- SOM3
- SOM2
- SOM1
- CFP3
- CFP2
- CFP1

Figure 22: Distribution des groupements végétaux en fonction des niveaux piézométriques (zone de Mouzay, 4/05/94 au 22/12/94)





Figures 23 a et b: Cartographie de la végétation



ECHELLE: 1/10 000



La Borne Saint Pierre
 Le Grand Saussy
 Le Grand Saussy

Son ZV
 A Gendreau

Les Palureurs

L'Heille

Figures 24a et b: Perméabilité des formations lithologiques et coupes géologiques au niveau de la plaine alluviale de Mouzay et Luzy.

Figure 24a:

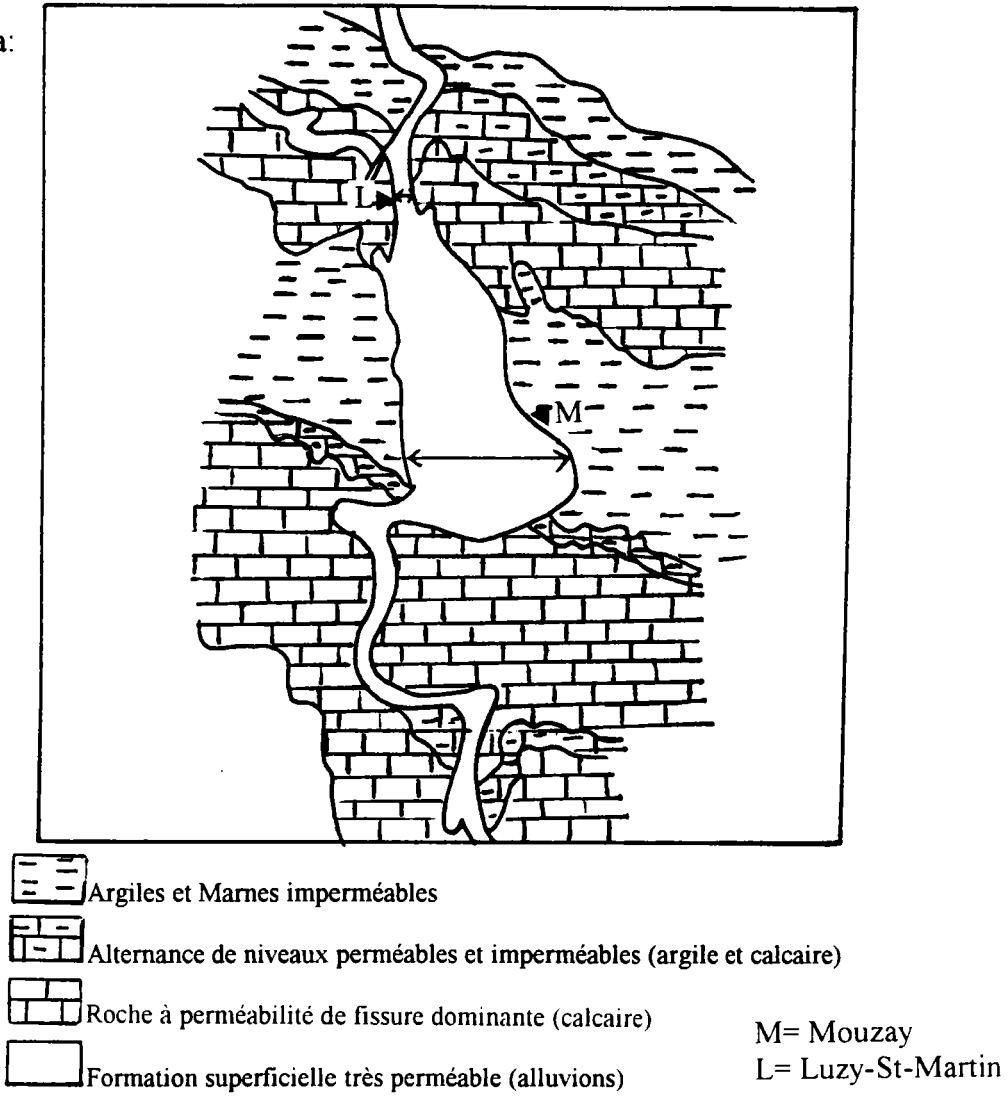


Figure 24b: COUPES A TRAVERS LE FOND ALLUVIAL DE LA MEUSE

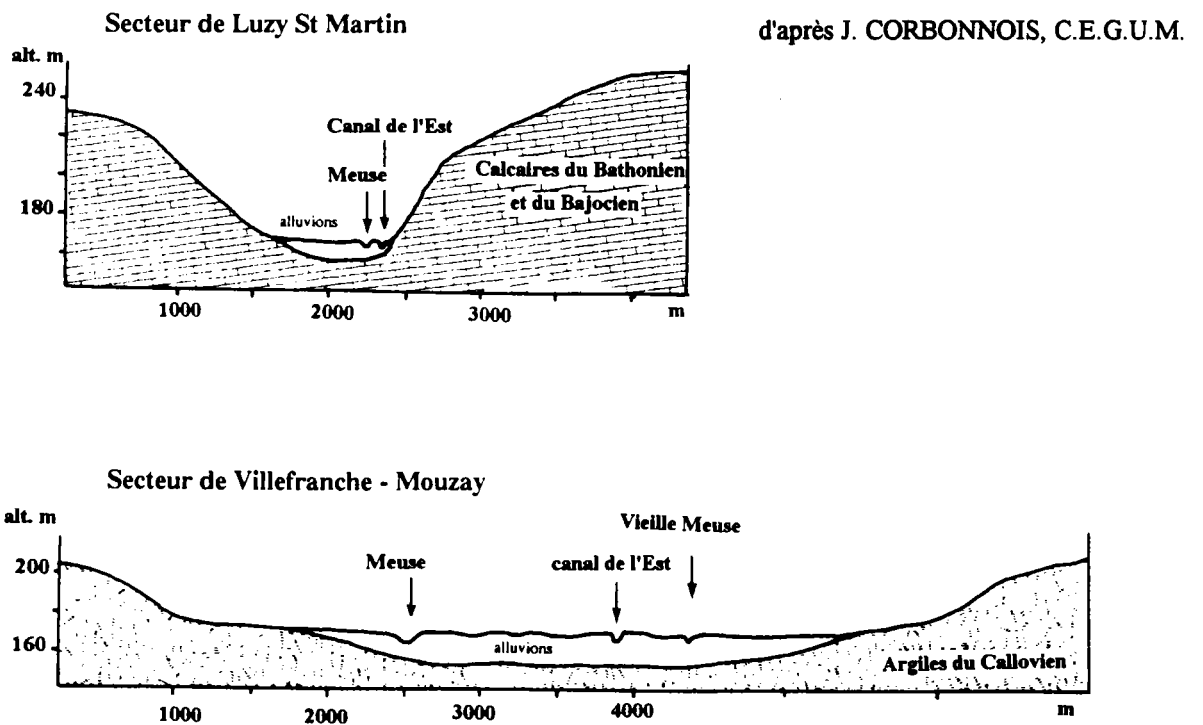
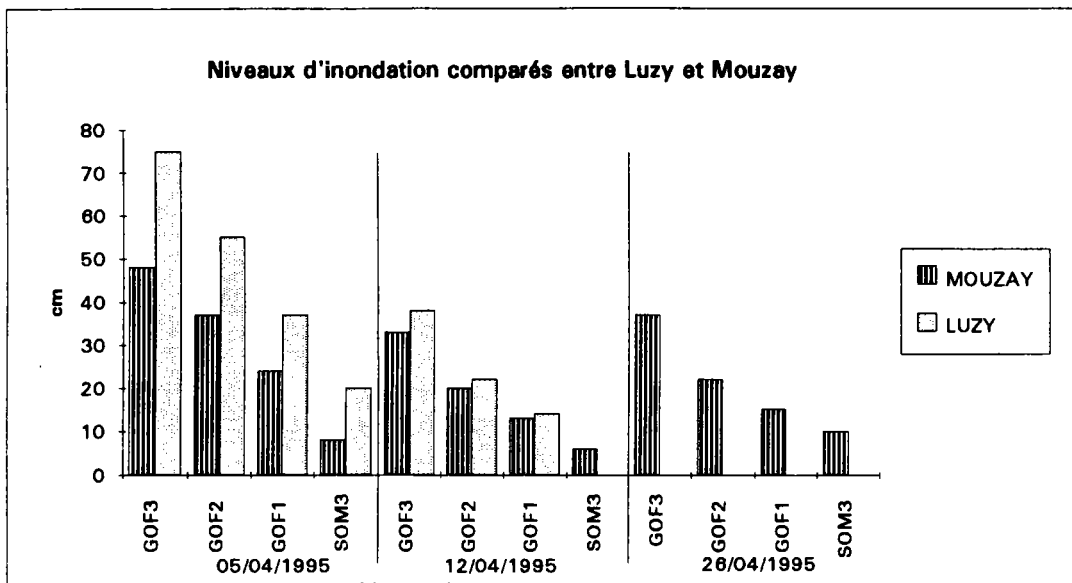




Figure 25: Système de propagation des crues et de leur drainage sur la zone de Mouzay: réseau de noues et chenaux de drainage.

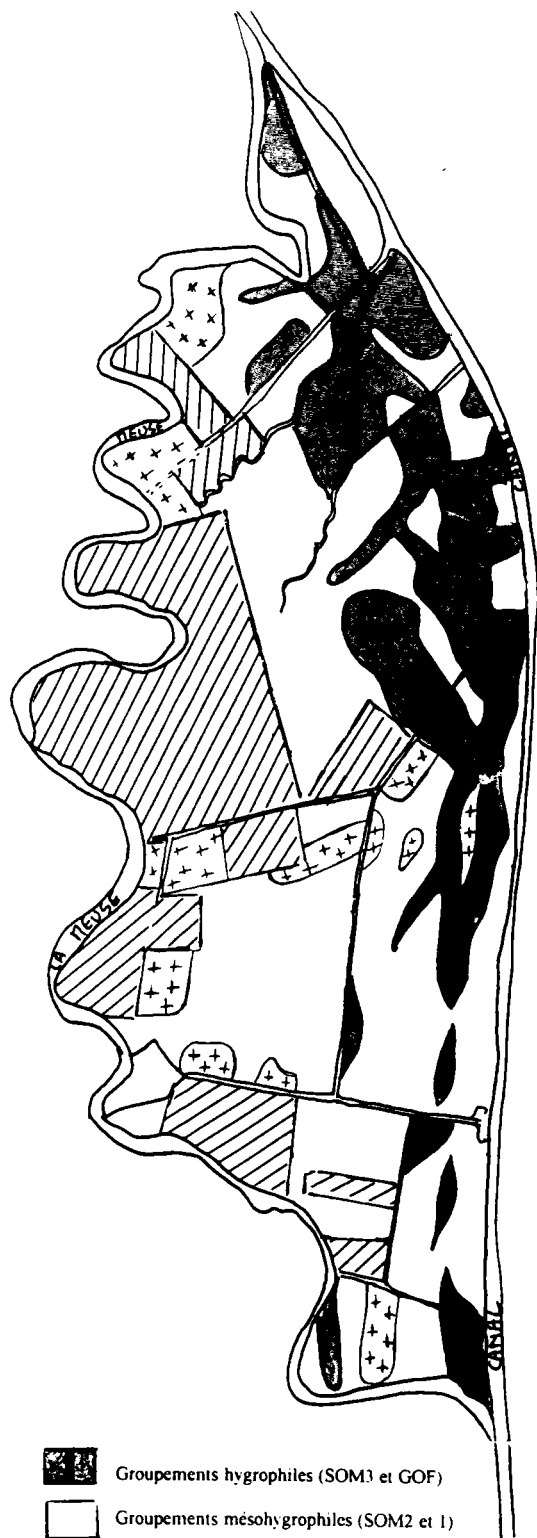
Figure 26: Comparaison des niveaux d'inondation de Luzy et Mouzay à différentes dates.







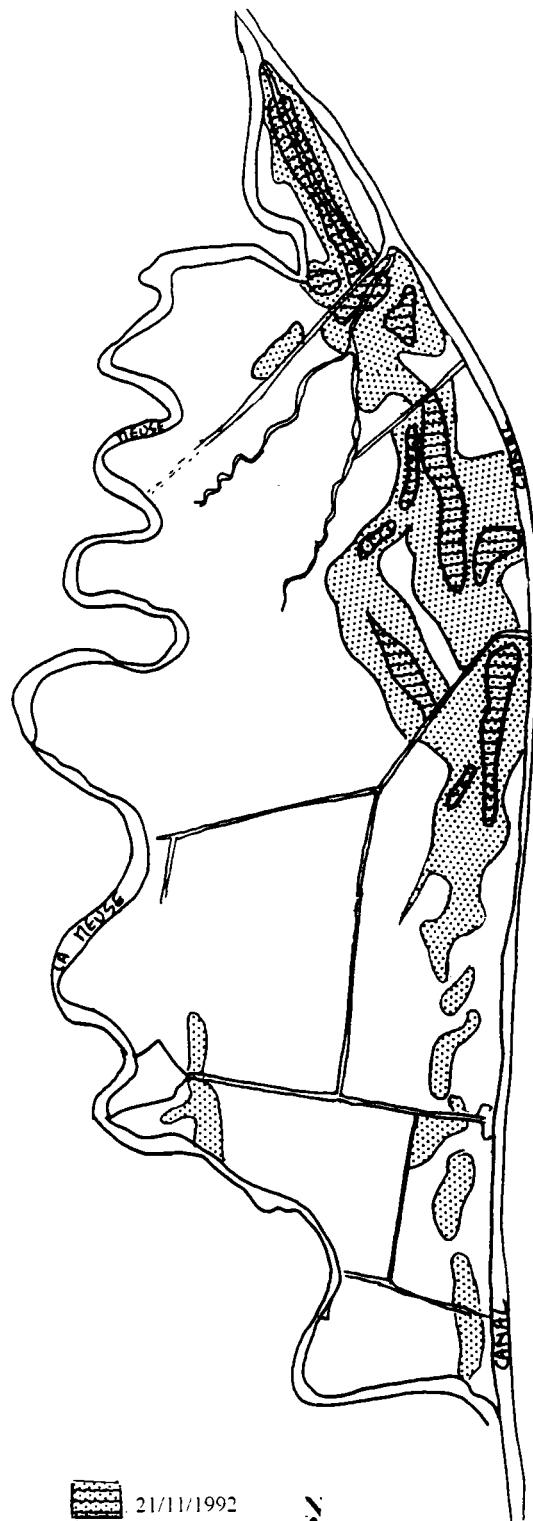
Figures 27a et b: Cartographies simplifiées des groupements végétaux et des inondations sur la zone de Mouzay



Figure 27a: Les groupements végétaux.

Figure 27b: Les inondations.



-  Groupements hygrophiles (SOM3 et GOF)
-  Groupements mésohygrophiles (SOM2 et 1)
-  Groupements mésophiles (CFP)
-  Cultures



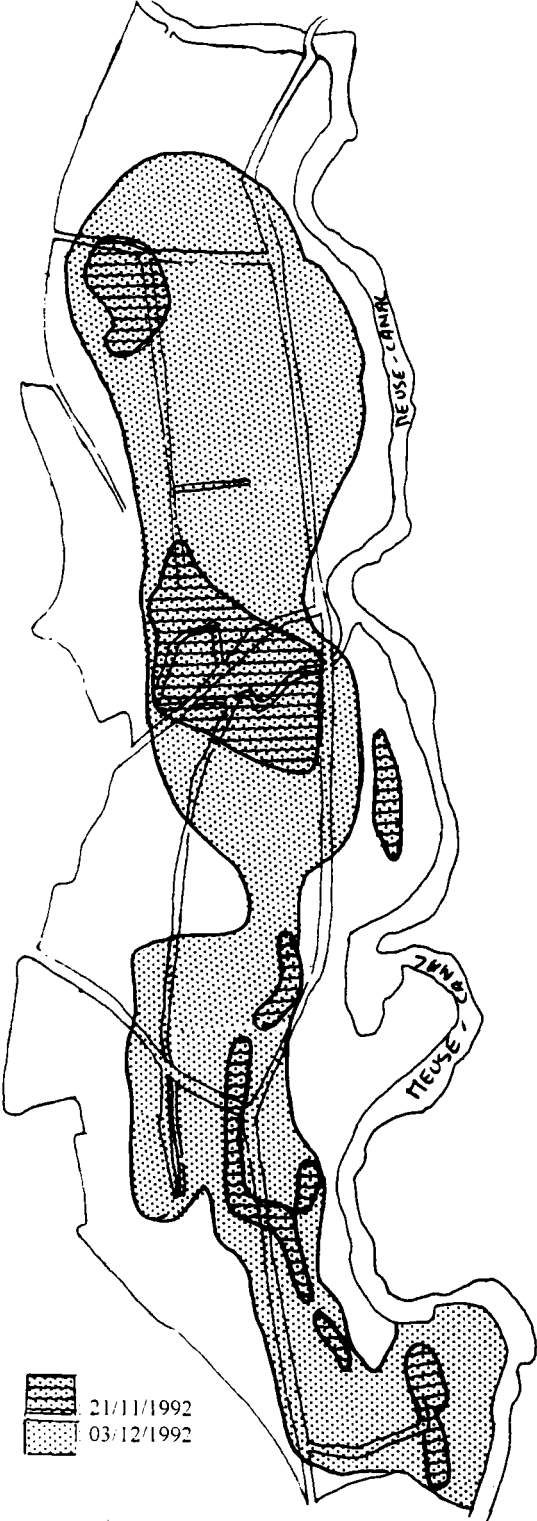
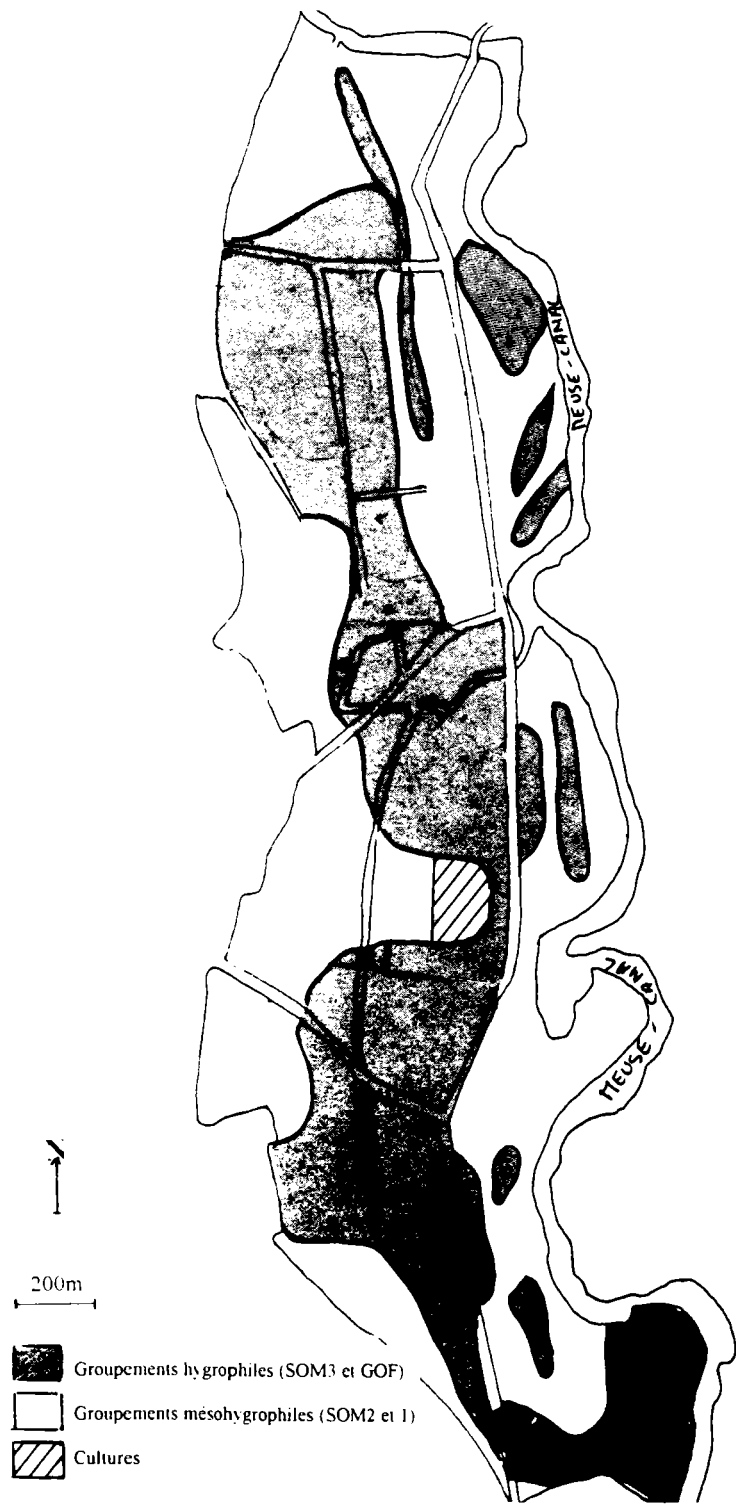
-  21/11/1992
 -  03.12.1992
- 400m



Figures 28a et b: Cartographies simplifiées des groupements végétaux et des inondations sur la zone de Luzy-St-Martin

Figure 28a: Les groupements végétaux.

Figure 28b: Les inondations.



figures 29a et b: Fonctionnement comparé de la nappe alluviale des GOF1 et 2 des prairies de Mouzay et Luzy.

Figure 29a: Au niveau du GOF1.

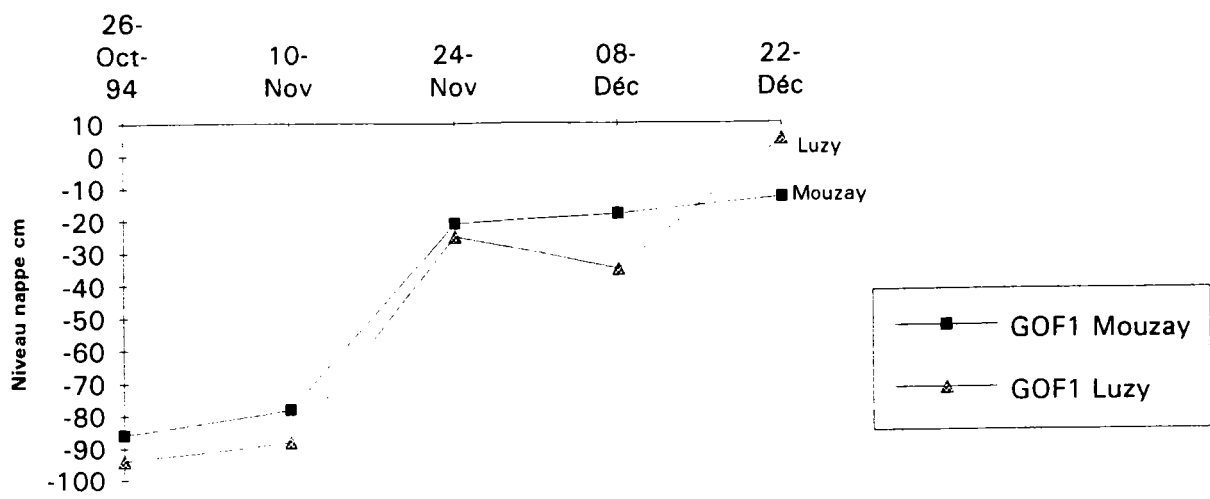


Figure 29b: Au niveau du GOF2.

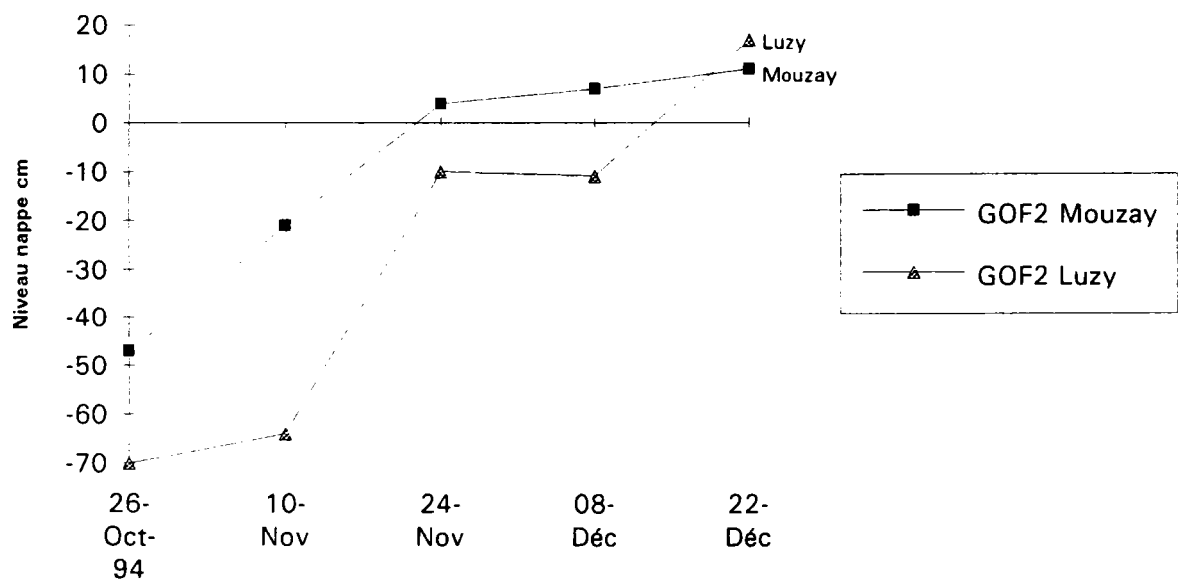


Figure 30: Influence de la pluviométrie sur le système nappe, sous-nappe alluviale de Luzy par rapport à Mouzay.

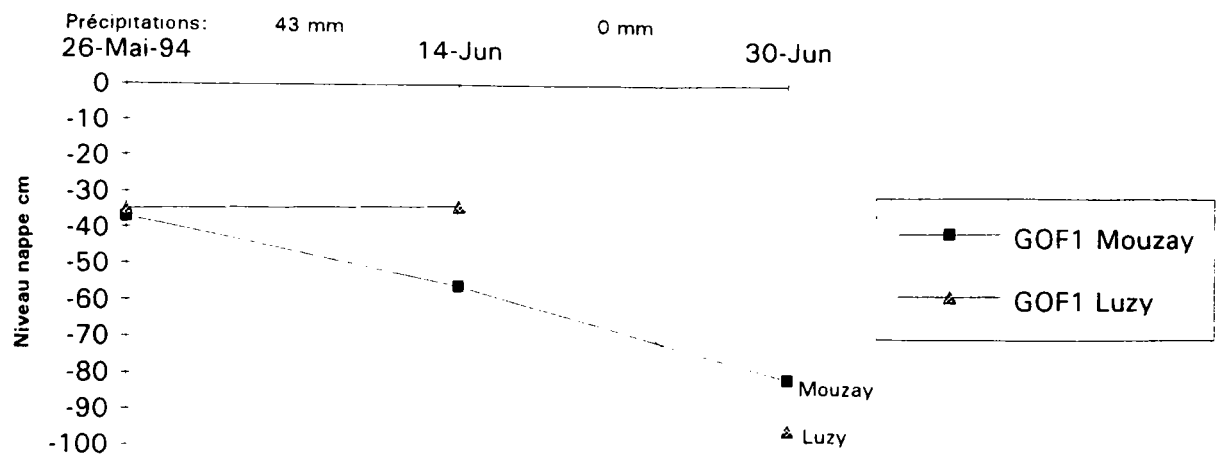


Figure 31 : A.F.C. comparative des groupements de Luzy et Mouzay.

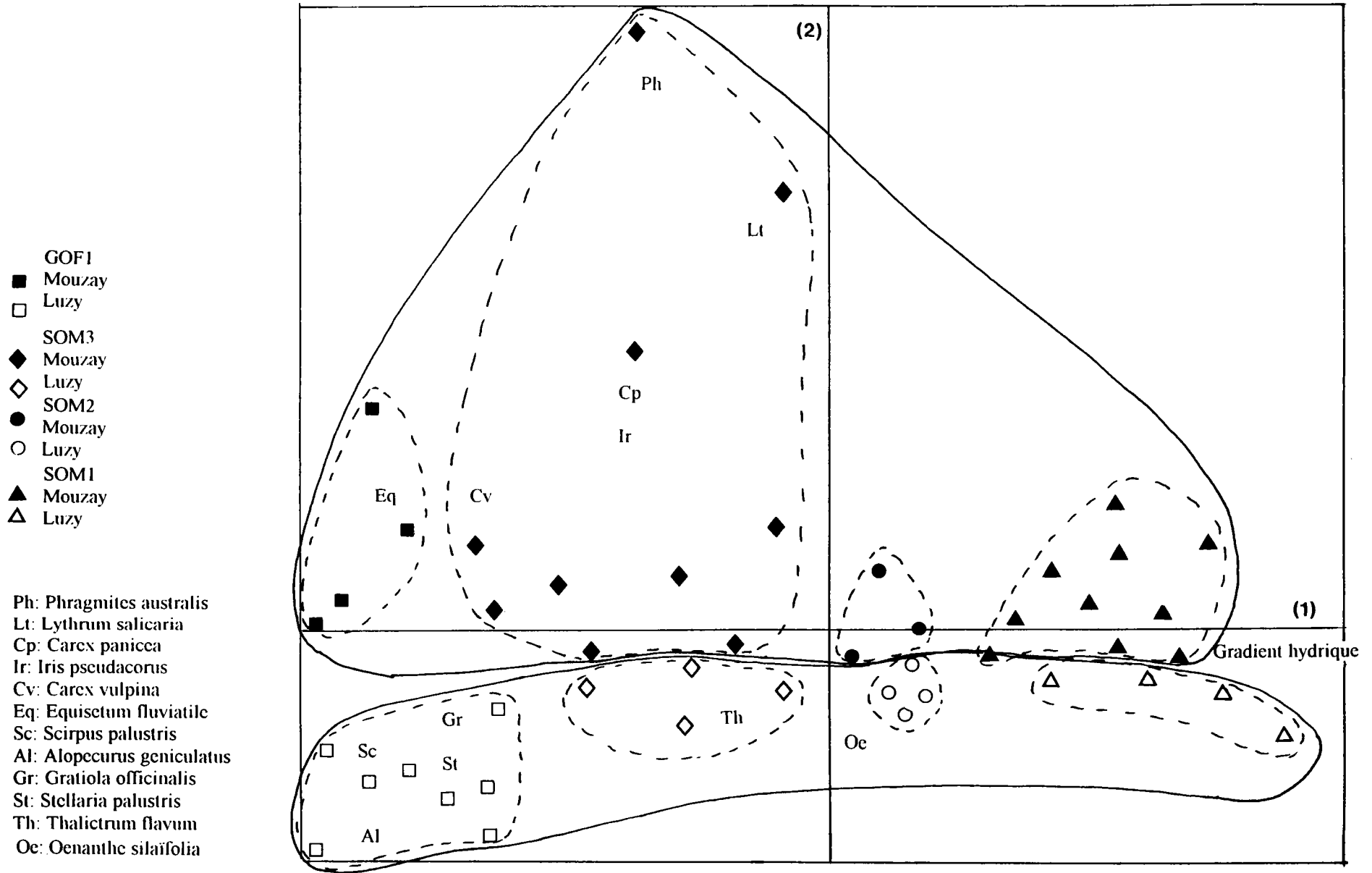


Figure 32: Distribution des zones de transition floristique en fonction des niveaux piézométriques (zone de Mouzay)

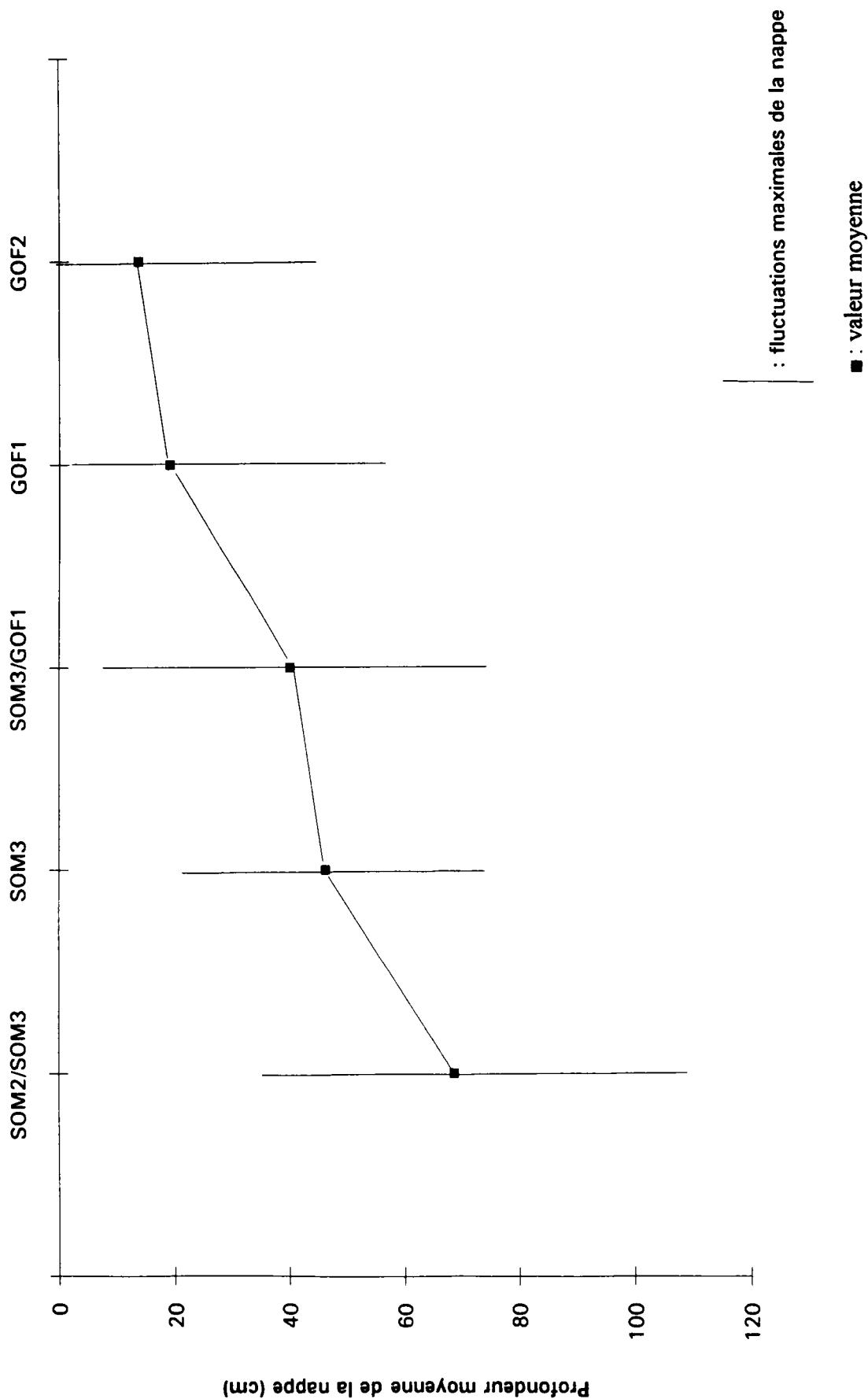


Figure 33: Niveaux et durées d'inondation comparés des secteurs de Mouzay et Luzy

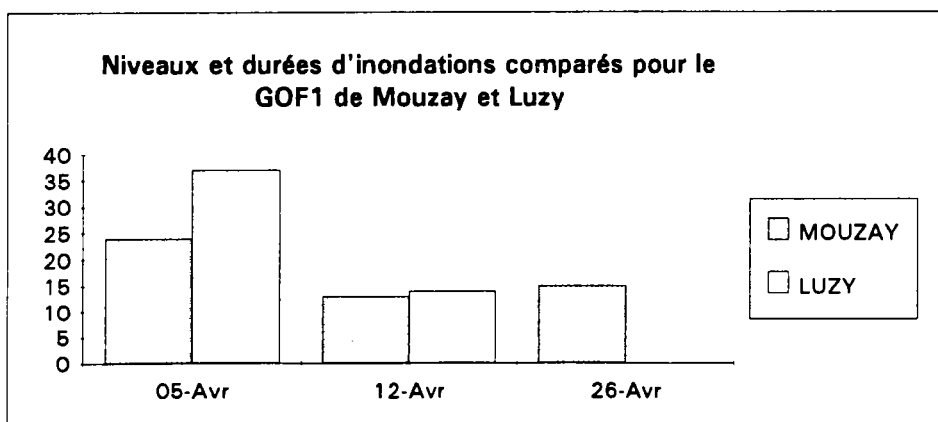
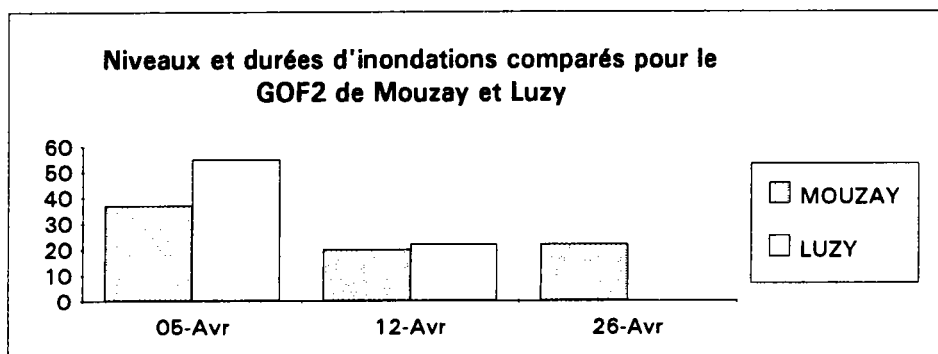
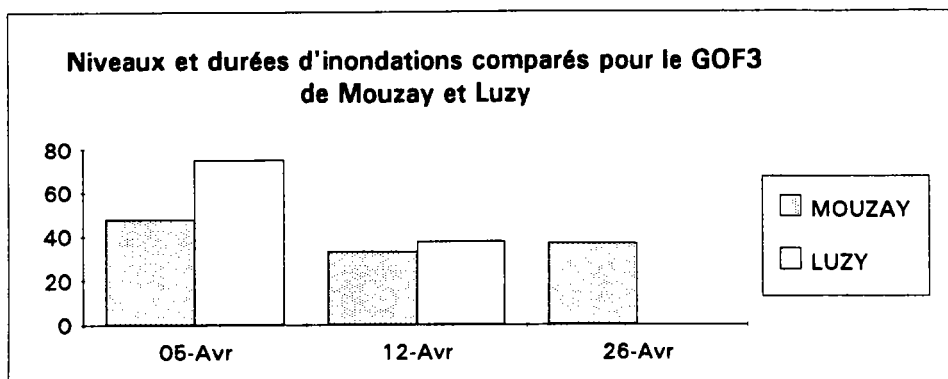
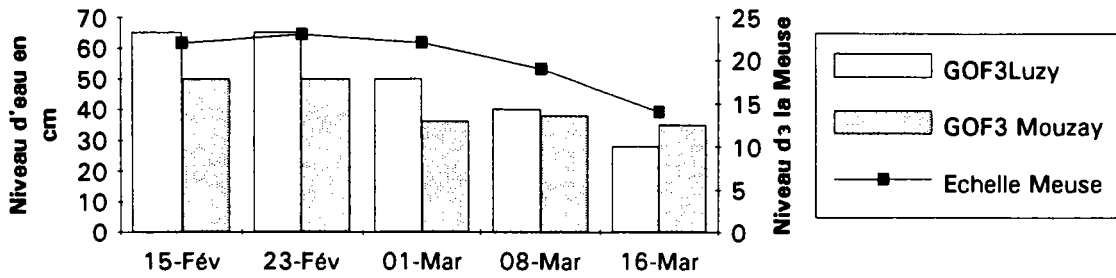
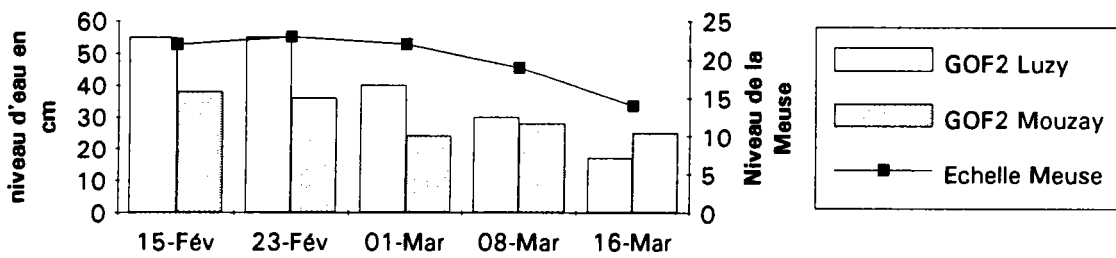


Figure 34: Relation entre les niveaux d'inondation sur les deux secteurs et le niveau de la Meuse

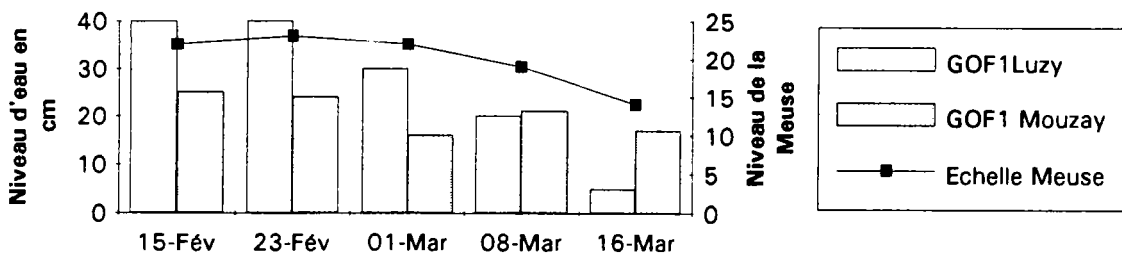
Relation entre le niveau d'inondation du GOF3 de Luzy et Mouzay avec le niveau de la Meuse



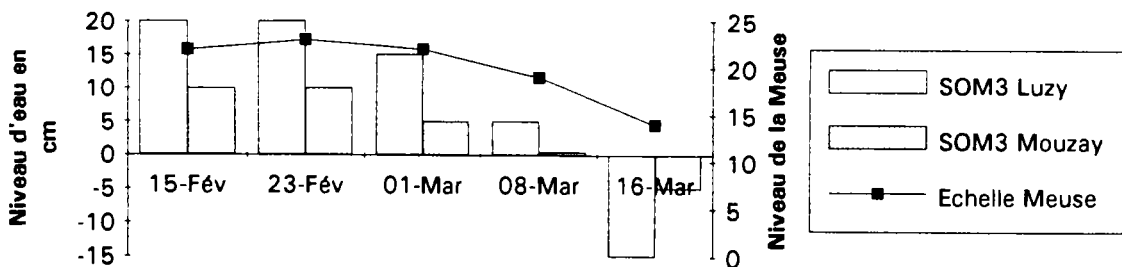
Relation entre le GOF2 de Luzy et Mouzay et le niveau de la Meuse



Relation entre le GOF1 de Luzy et Mouzay et le niveau de la Meuse



Relation entre le SOM3 de Luzy et Mouzay et le niveau de la Meuse



Figures 35a et b: Phénomène de saturation de la nappe à Luzy-St-Martin

Figure 35a:

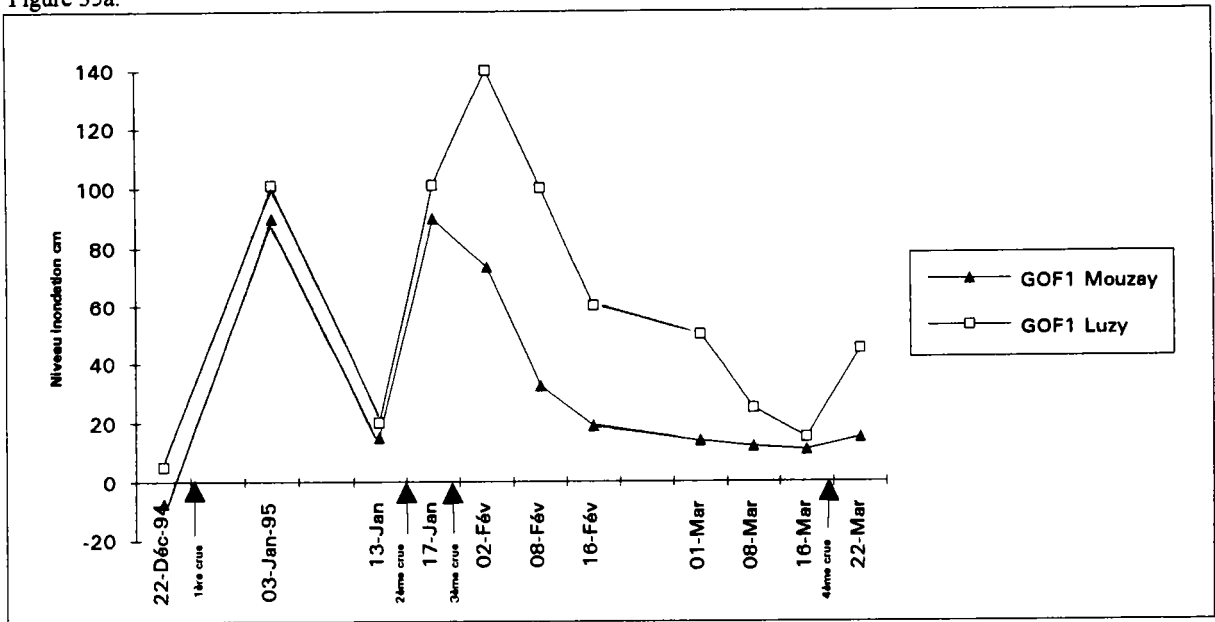


Figure 35b:

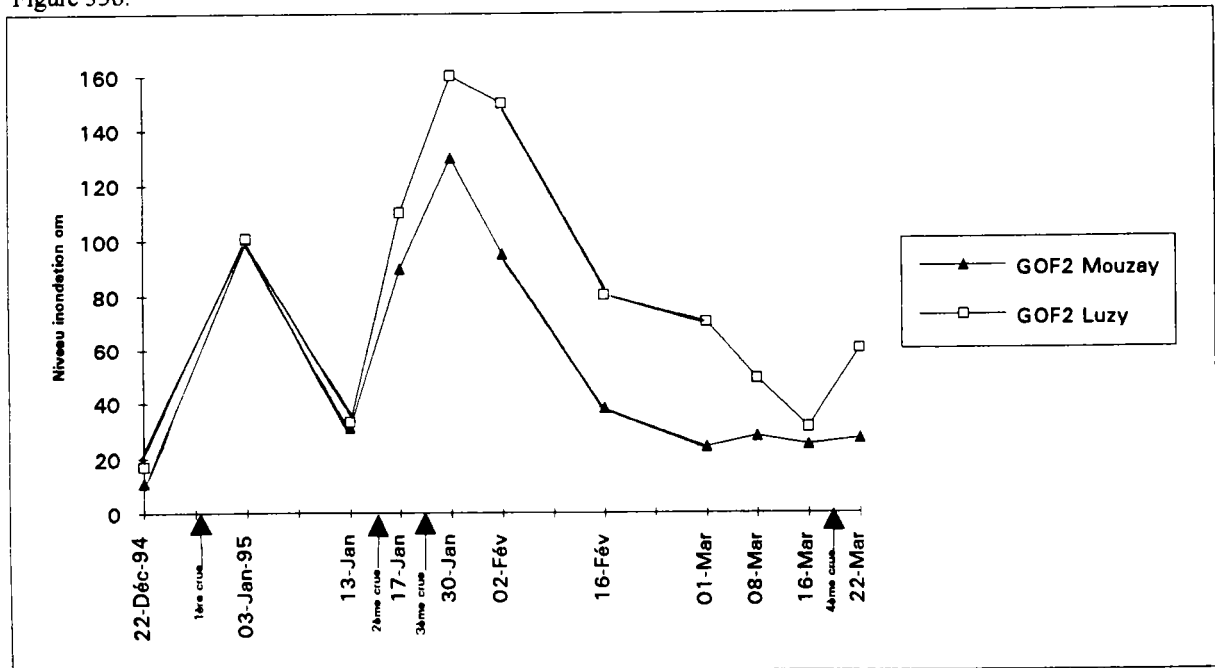
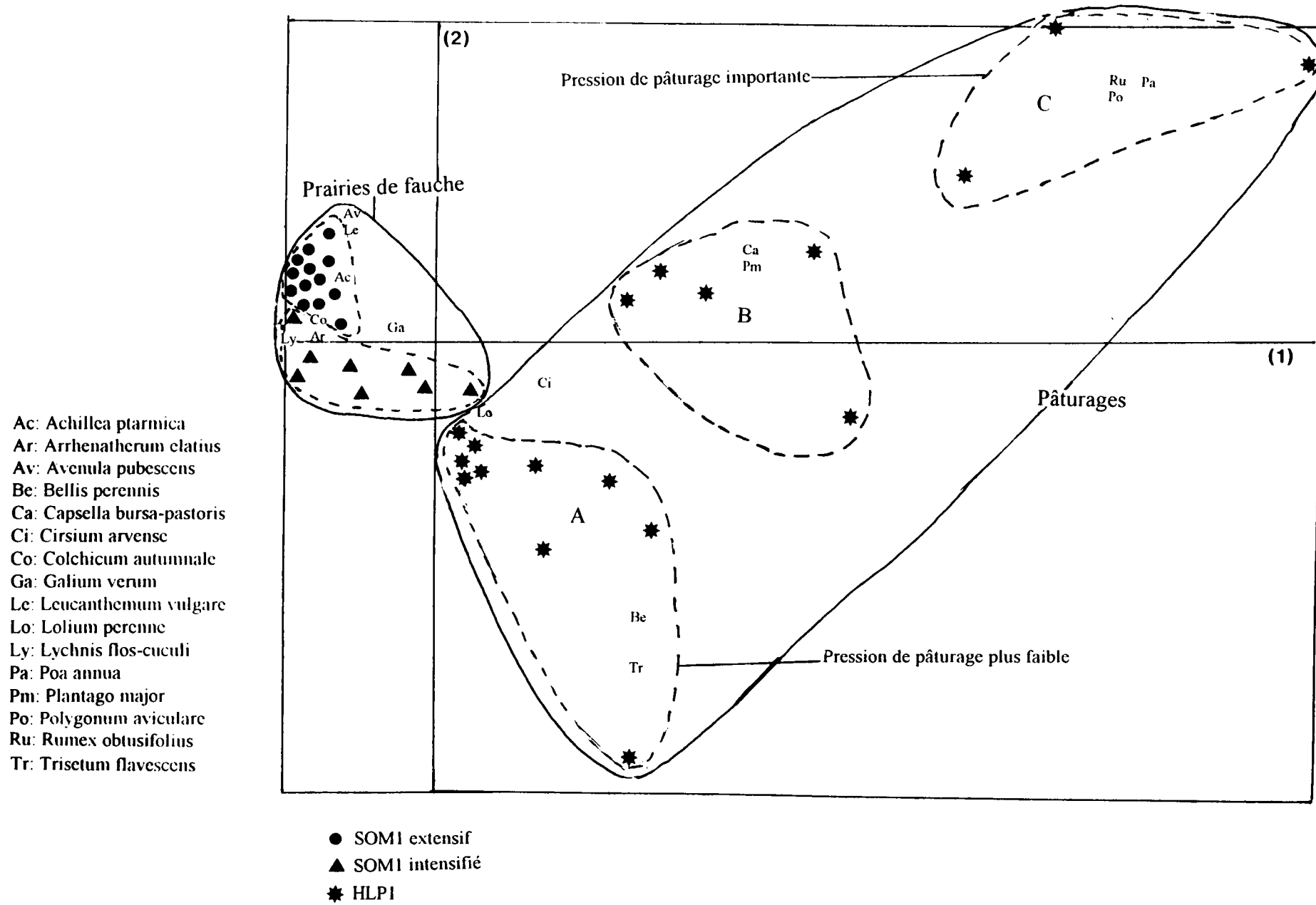
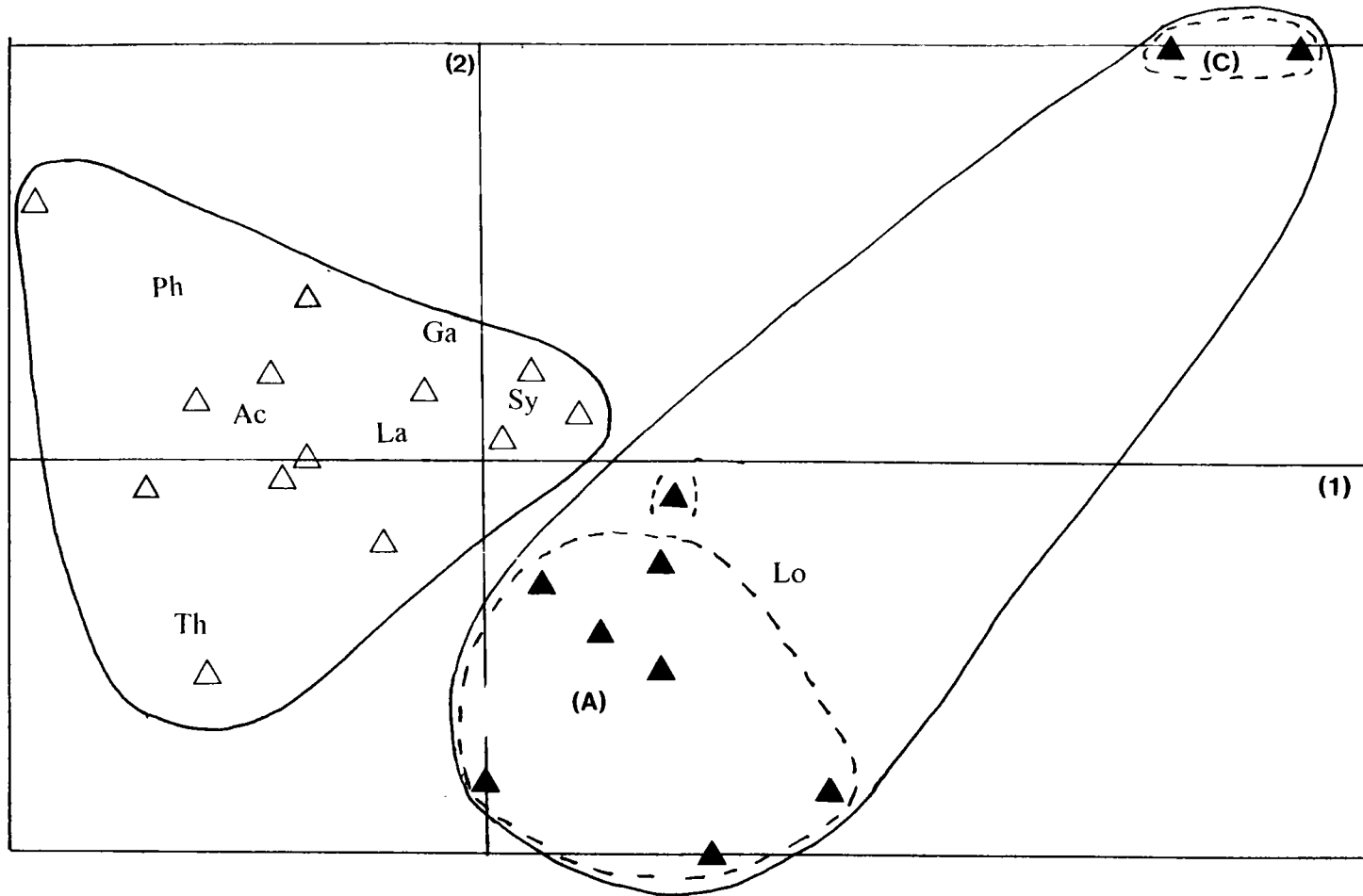


Figure 36: A.F.C. des relevés des prairies de fauche et pâturages correspondant au SOM1.



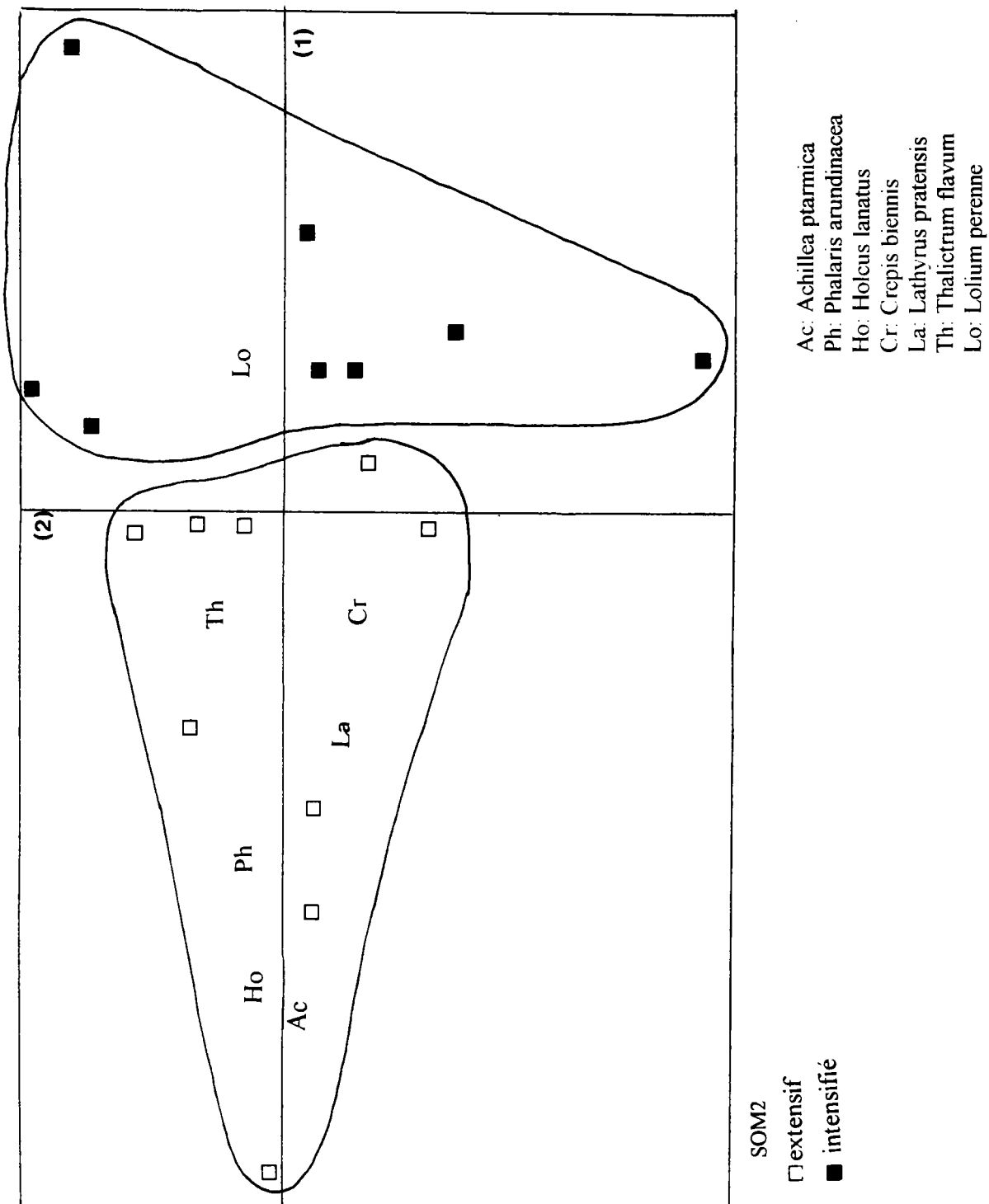


△ SOM1 extensif
 ▲ SOM1 intensifié

Ac: Achillea ptarmica
 Ph: Phalaris arundinacea
 La: Lathyrus pratensis
 Th: Thalictrum flavum
 Lo: Lolium perenne
 Ga: Galium verum
 Sy: Symphytum officinale

Figure 37: A.F.C. du SOM1 géré de manière extensive et intensive (fertile)

Figure 38: A.F.C. du SOM2 g r  de manière extensive et intensive (fertilisé)

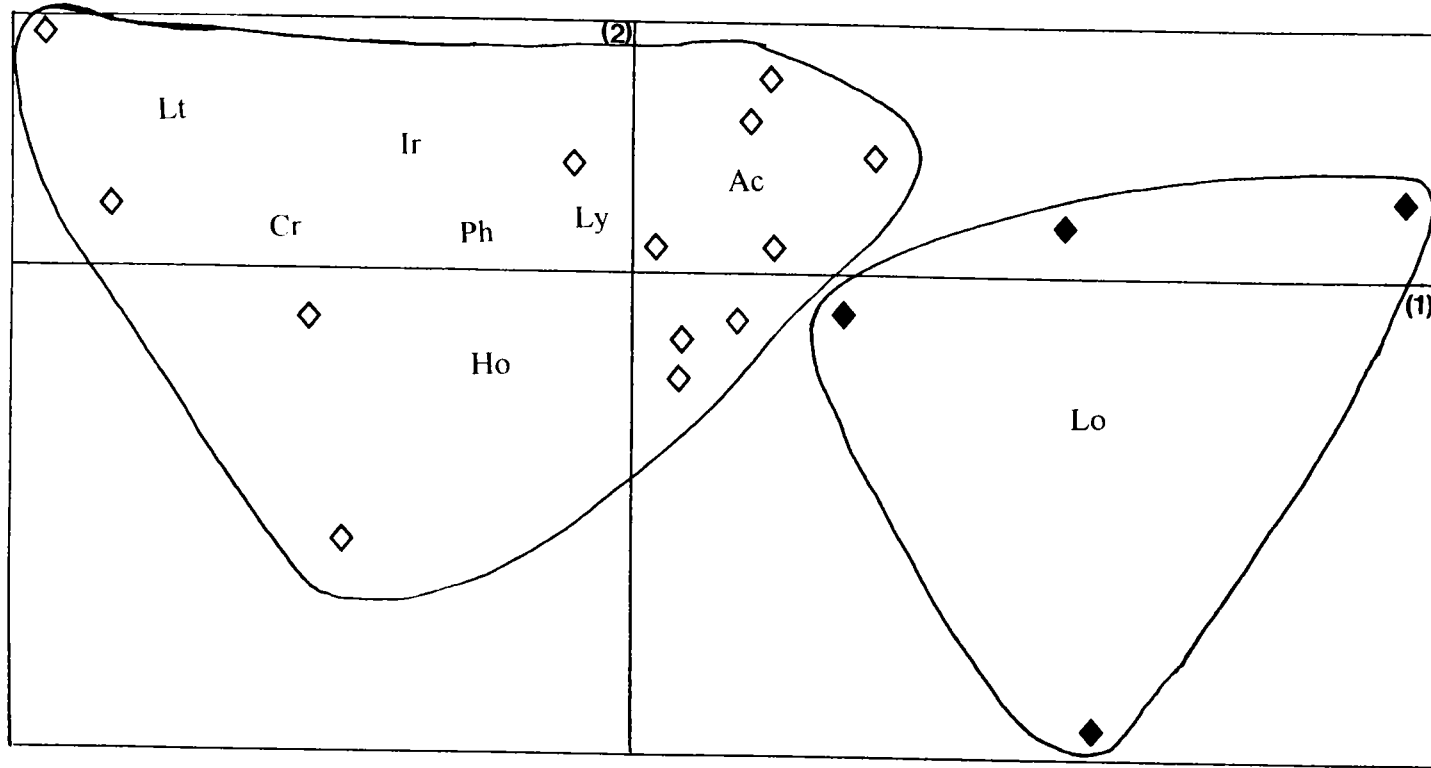


SOM2

□ extensif

■ intensif 

Ac: Achillea ptarmica
 Ph: Phalaris arundinacea
 Ho: Holcus lanatus
 Cr: Crepis biennis
 La: Lathyrus pratensis
 Th: Thalictrum flavum
 Lo: Lolium perenne



◇ SOM3 extensif
 ◆ SOM3 intensifié

Ac: Achillea ptarmica
 Ph: Phalaris arundinacea
 Ly: Lychnis flos-cuculi
 Ir: Iris pseudacorus
 Ho: Holcus lanatus
 Cr: Crepis biennis
 Lt: Lythrum salicaria
 Lo: Lolium perenne

Figure 39: A.F.C. du SOM3 géré de manière extensive et intensive (fertilisé)

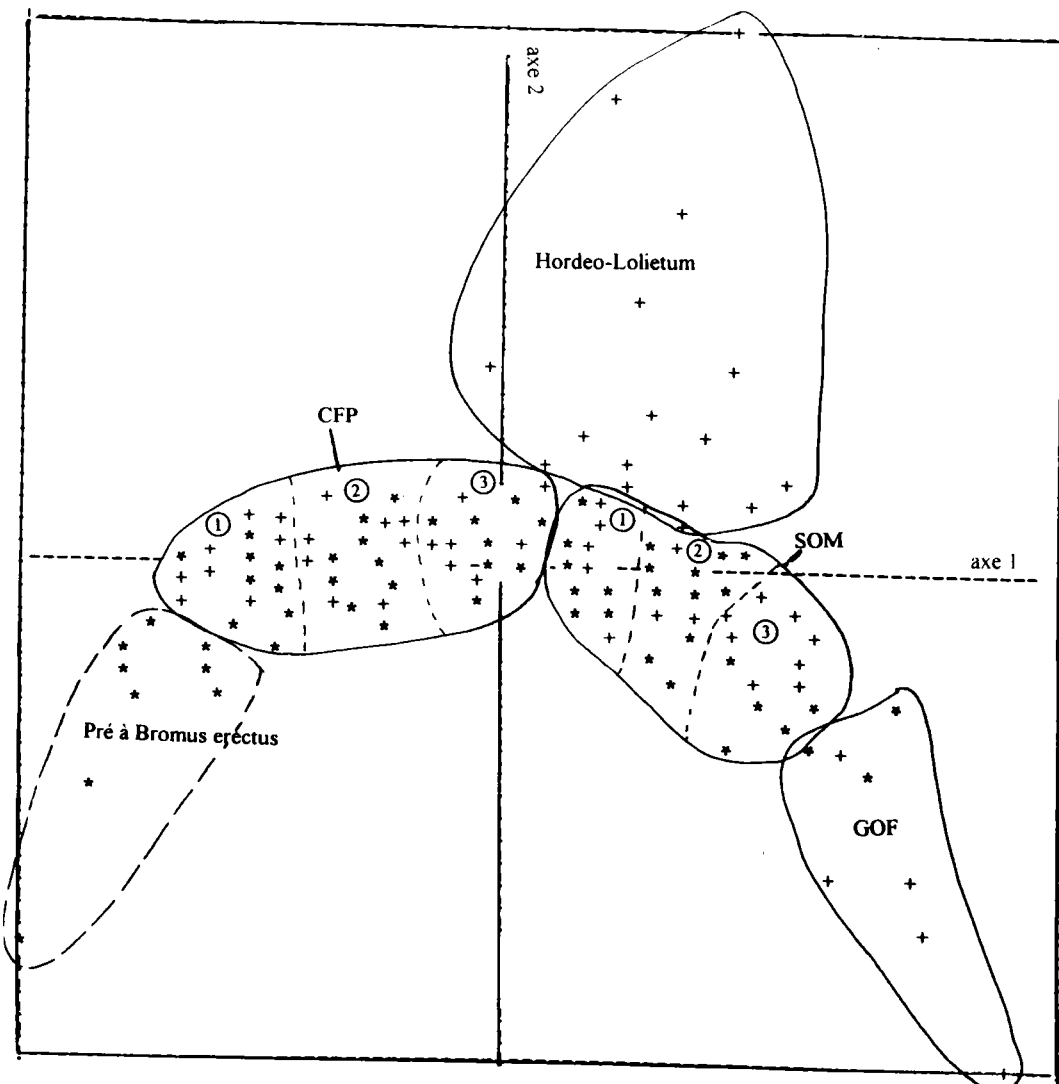


Figure 40a:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| *: Relevés réalisés en 1958 | Senecioni-Oenanthetum mediae: | Colchico-Festucetum pratensis: |
| +: Relevés réalisés en 1993 | 1: colchucetosum | 1: brometosum erecti |
| | 2: typicum | 2: typicum |
| | 3: myosotetosum | 3: filipenduletosum |

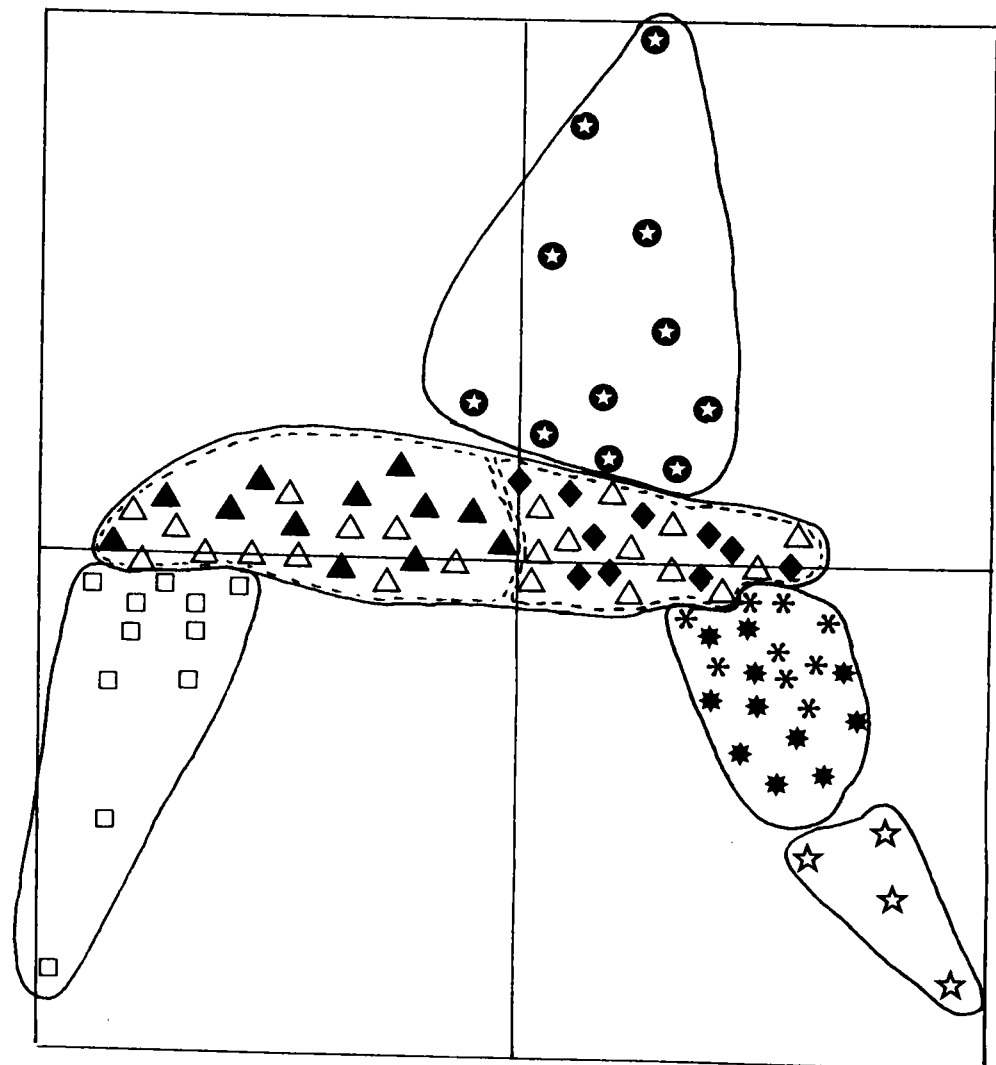


Figure 40b:

- | | |
|---|-----------|
| □ Pré à <i>Bromus erectus</i> | ▲ CFP |
| △ Prairie à Colchique et Fétuque des prés | ◆ SOM |
| ★ Prairie à <i>Filipendula ulmaria</i> | * SOM-GOF |
| | ☆ GOF |
| | ★ HLP |

Figure 41 : A.F.C. comparative des relevés des zones basses réalisés par DUVIGNEAUD en 1958 et ceux réalisés en 1993.

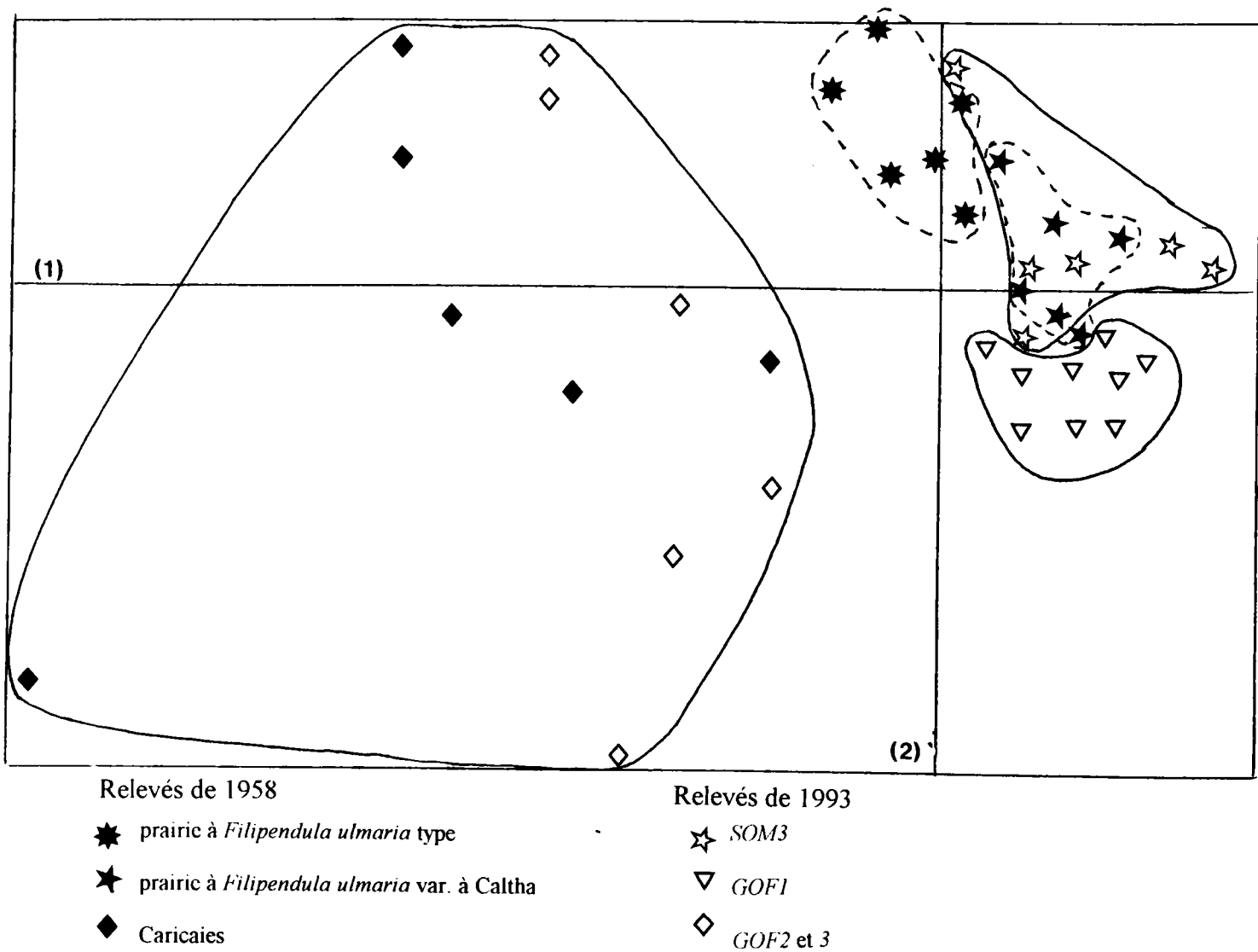
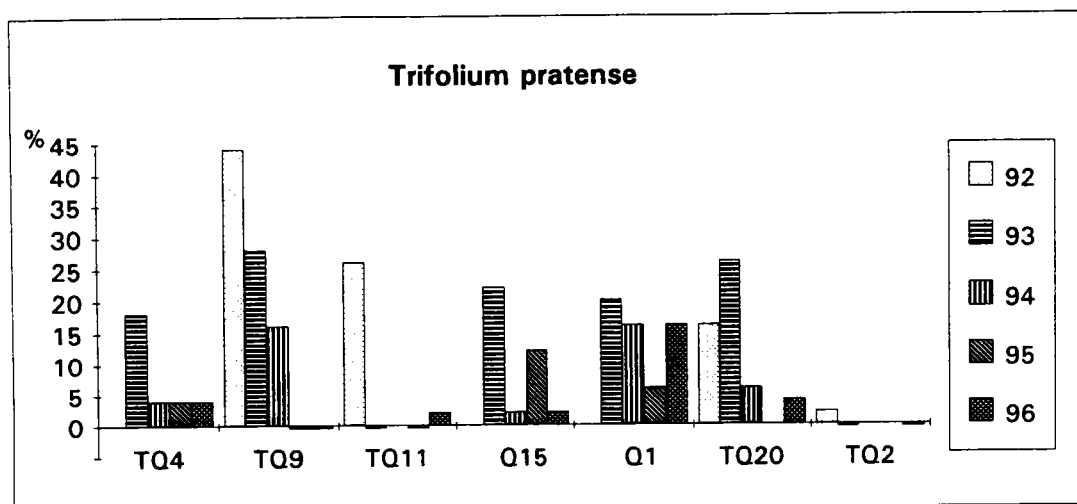


Figure 42: Fluctuations des fréquences de *Trifolium pratense* sur les carrés "article 19"



Figures 43a à c: Espèces dont la dynamique est influencée par le climat

Figure 43a

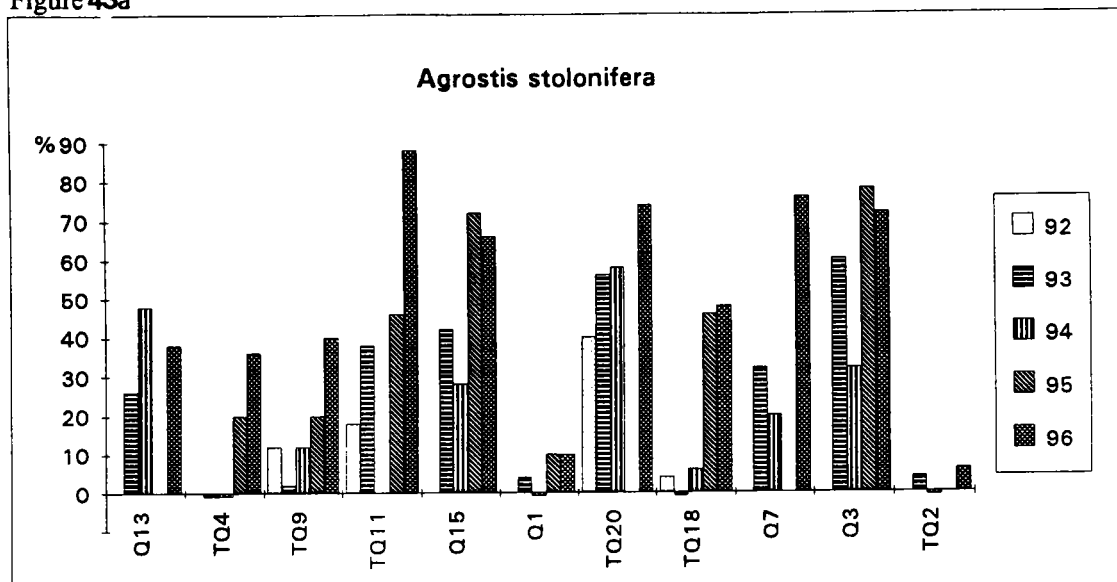


Figure 43b

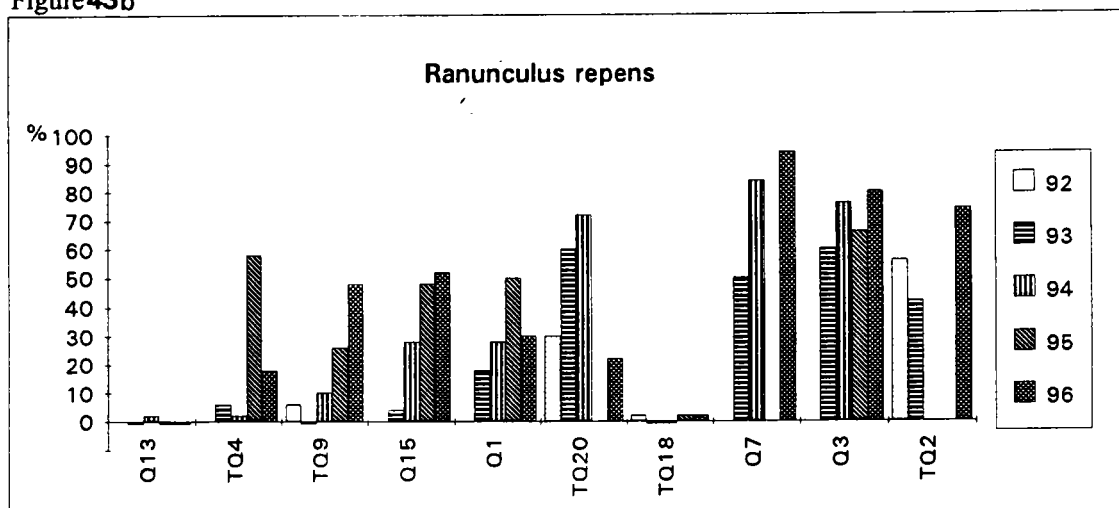
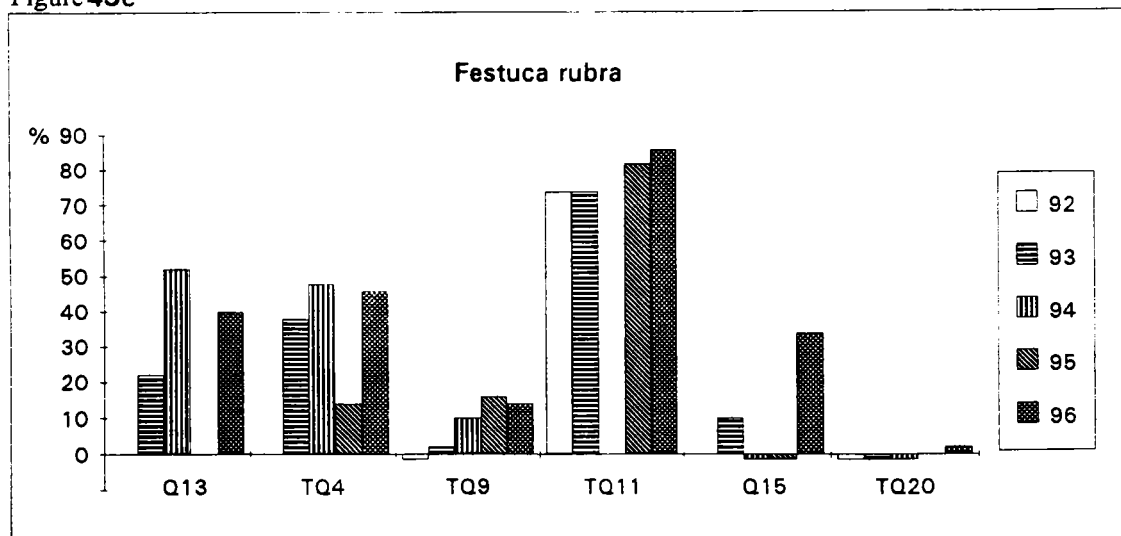


Figure 43c



Figures 44a à d: Espèces dont la dynamique est influencée par les pratiques agricoles

figure a

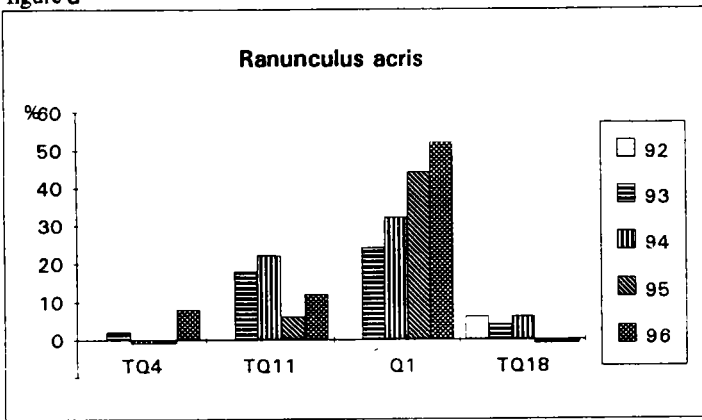


Figure b

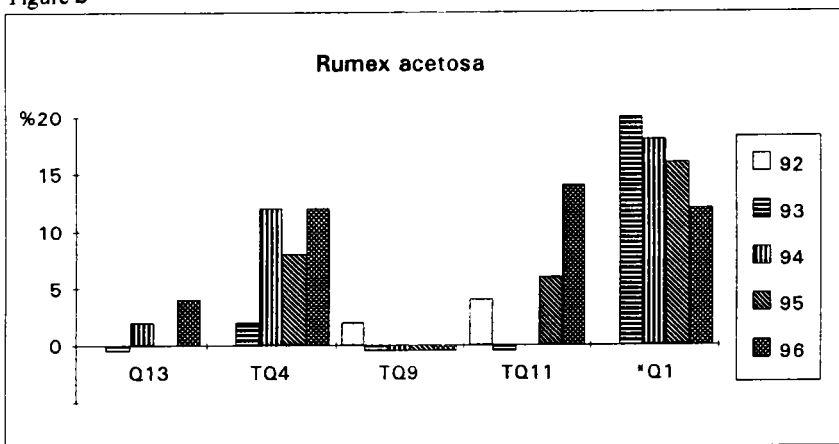


Figure c

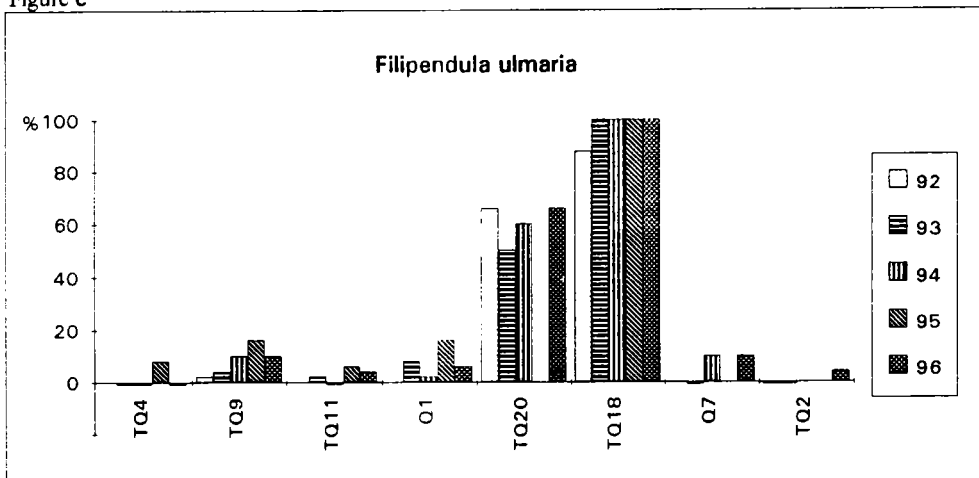


Figure d

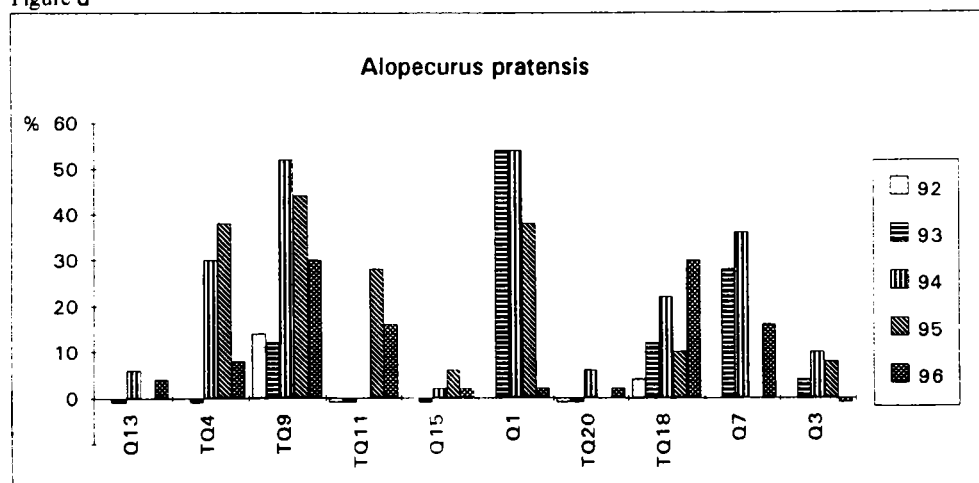
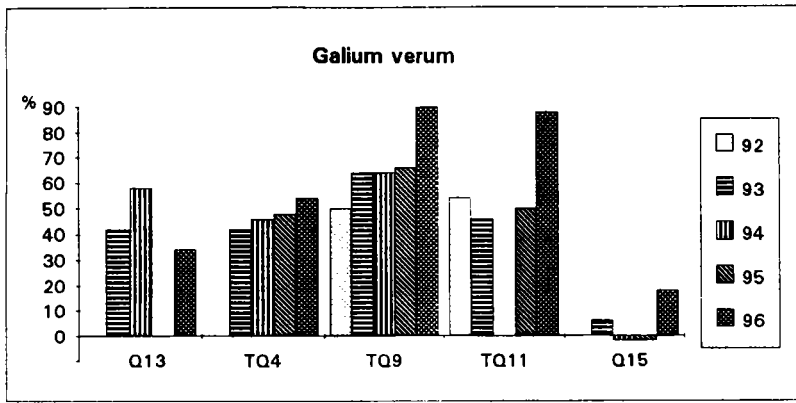


Figure 45: Espèce dont la population est relativement stable



Figures 46a à c: Espèces dont les populations fluctuent selon les opportunités du milieu

Figure a

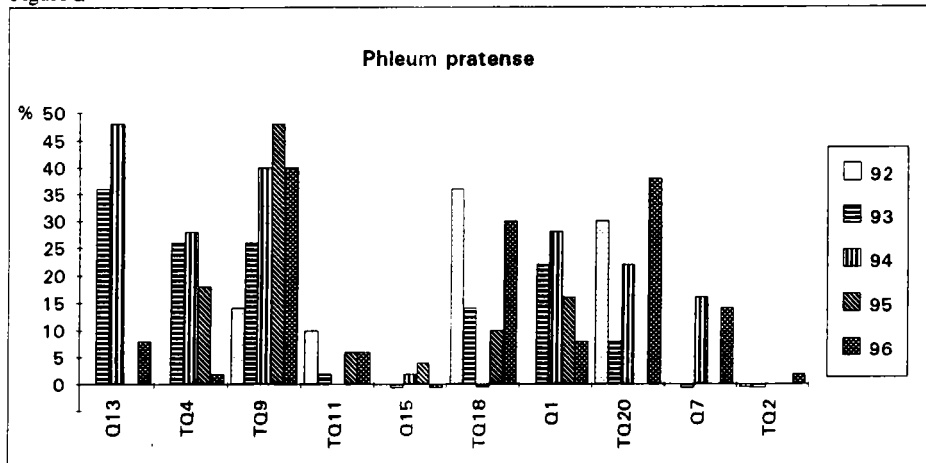


Figure b

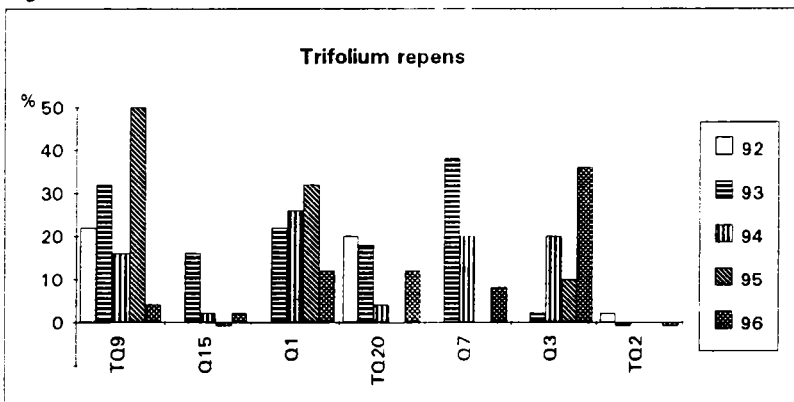


Figure c

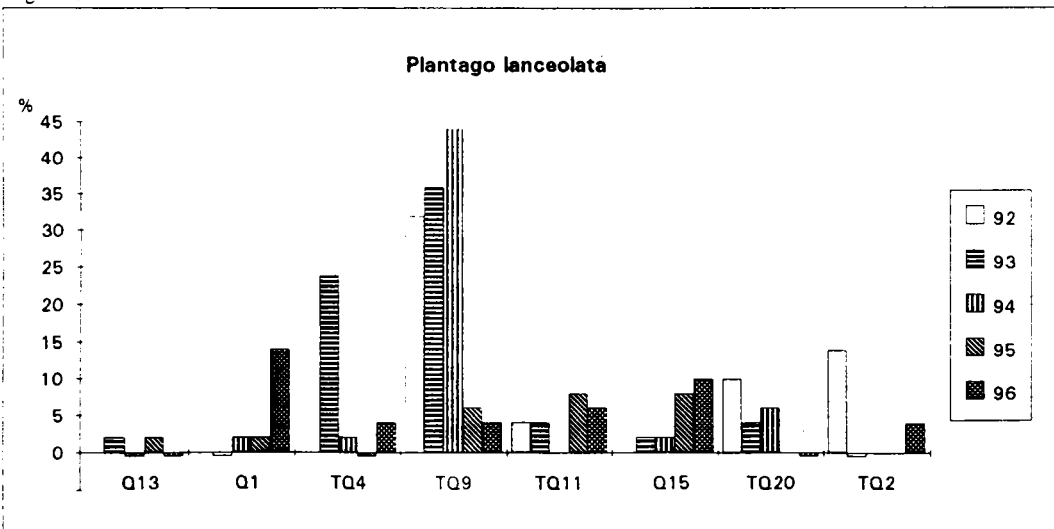


Figure 47: Liens dynamiques entre les différents groupements de la Meuse

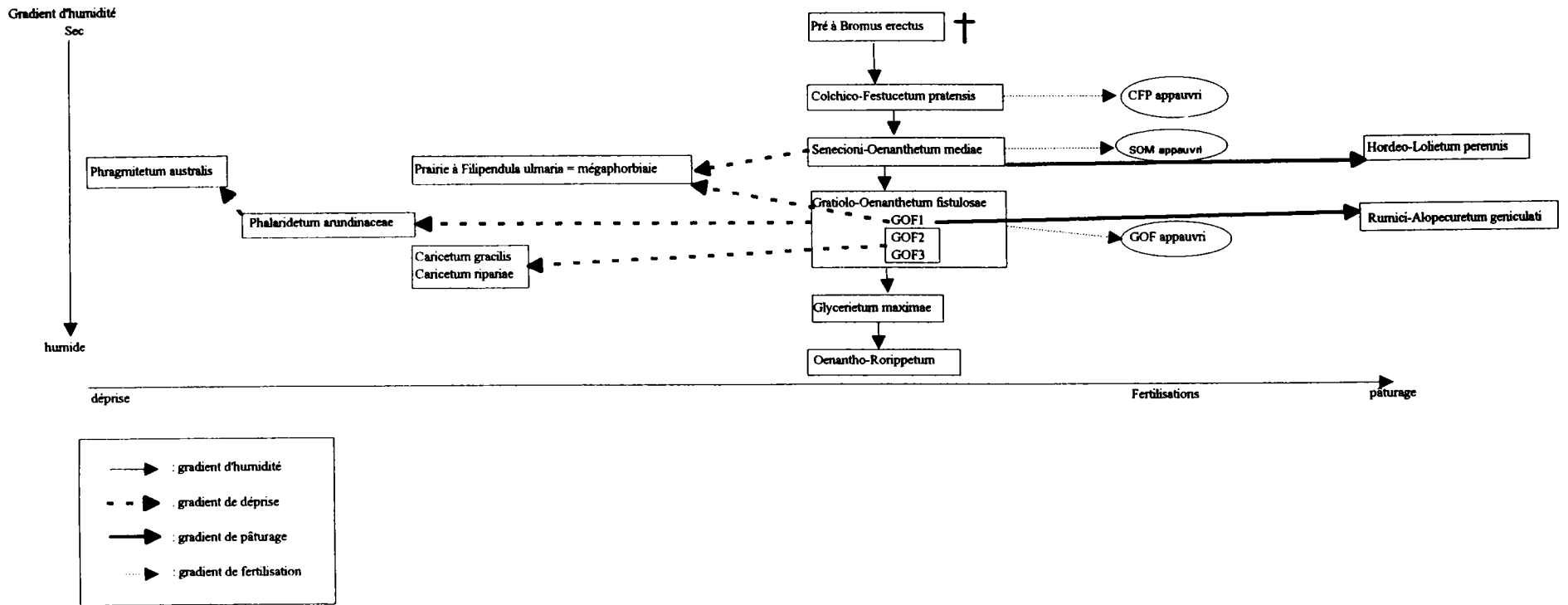
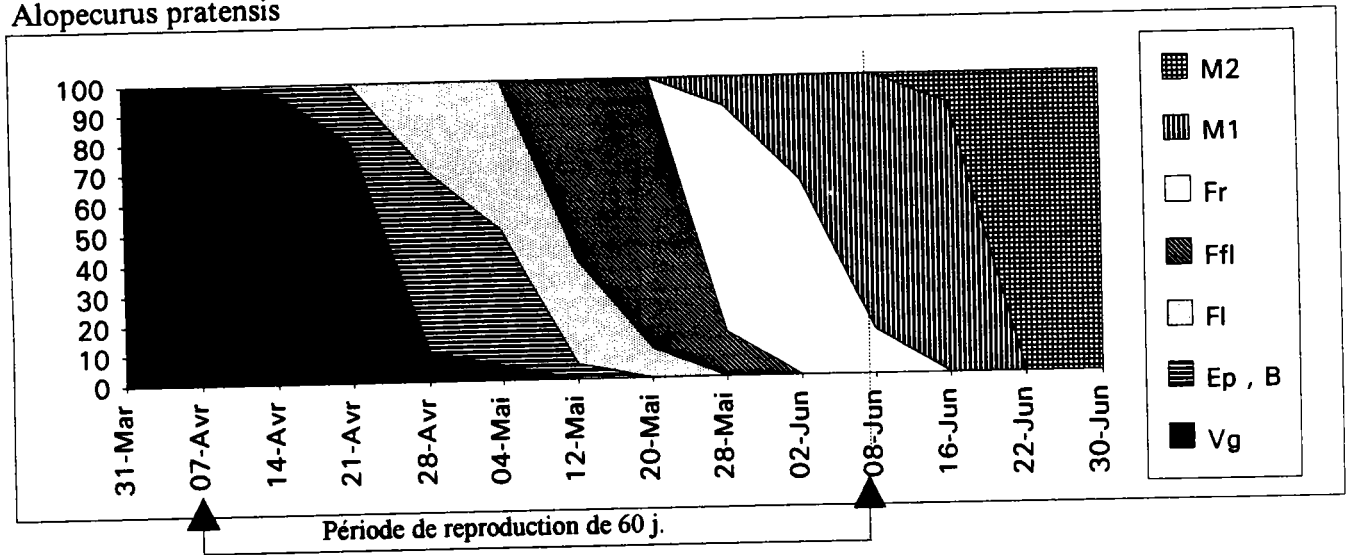
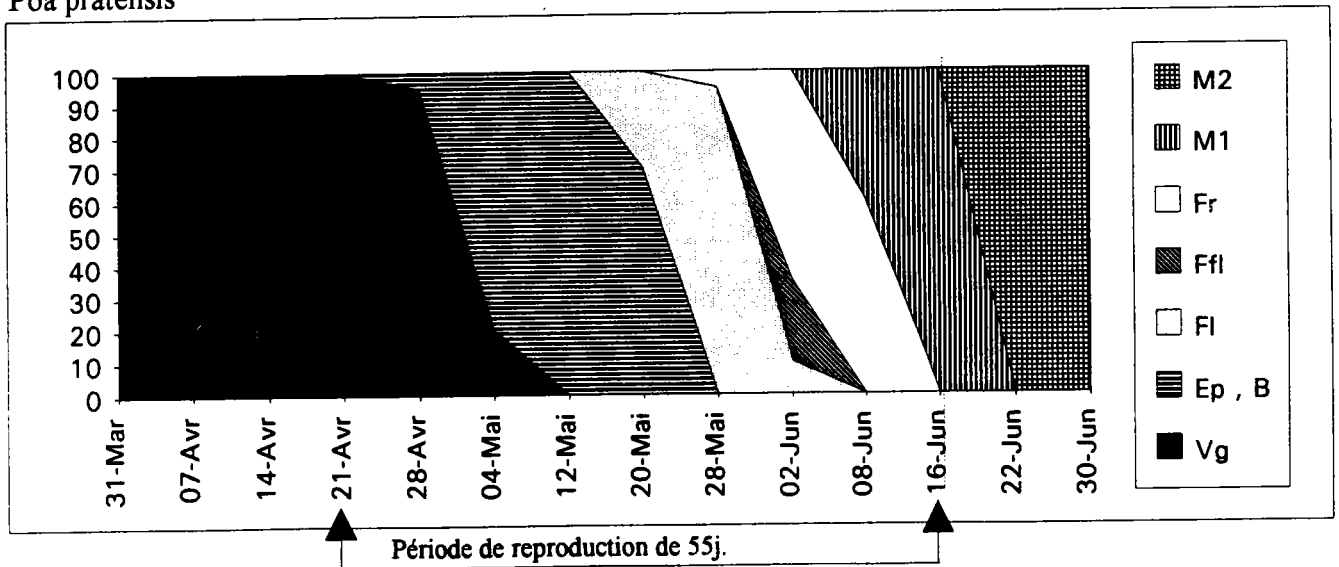


Figure 48: Différences dans les durées de maturation de trois graminées dont les floraisons se succèdent dans le temps.

Alopecurus pratensis



Poa pratensis



Poa trivialis

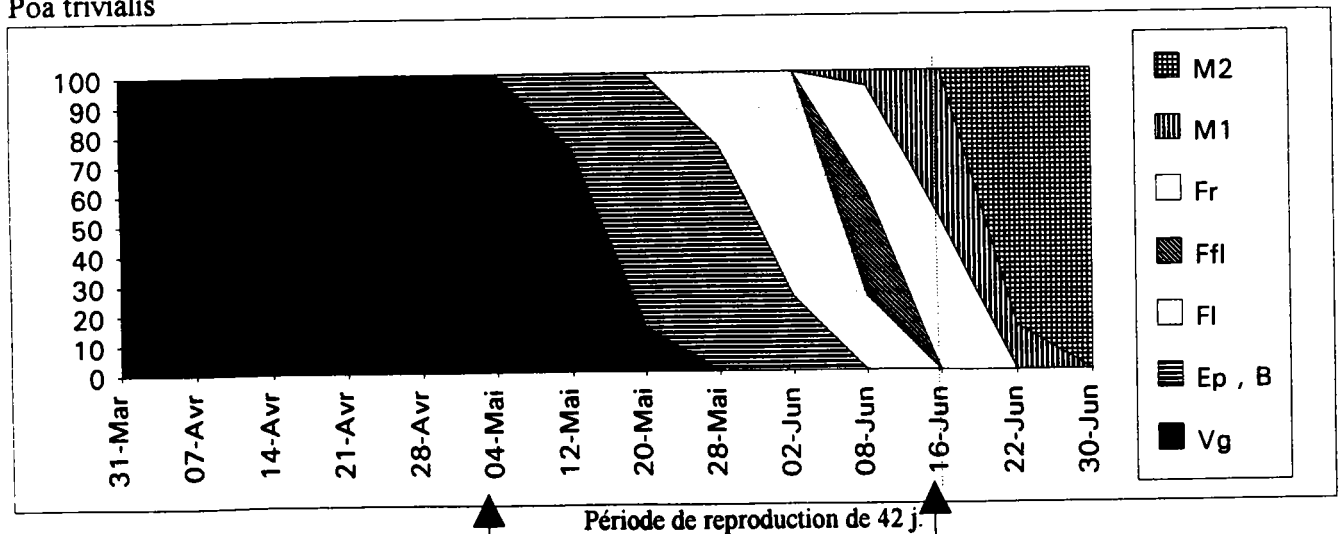
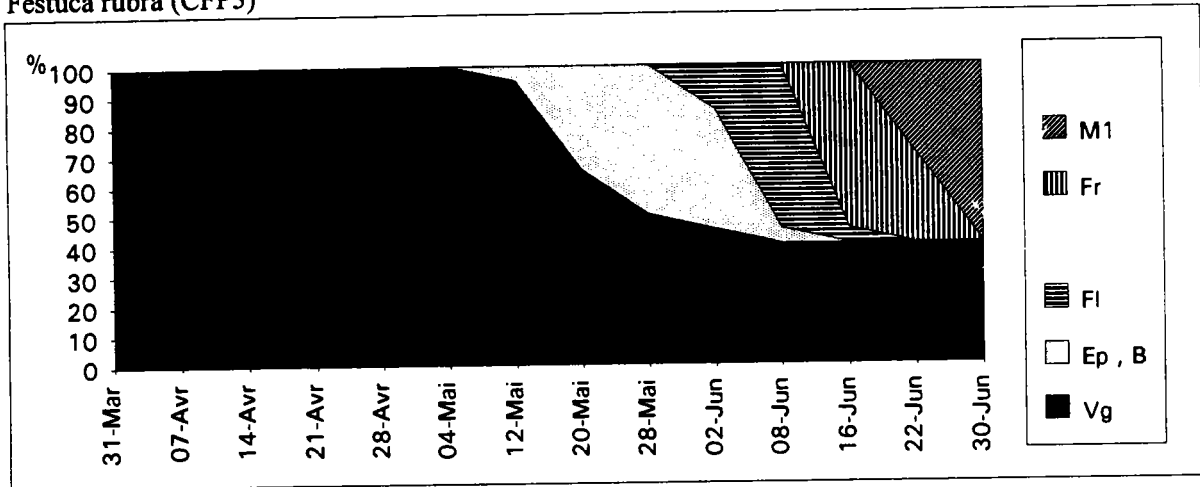


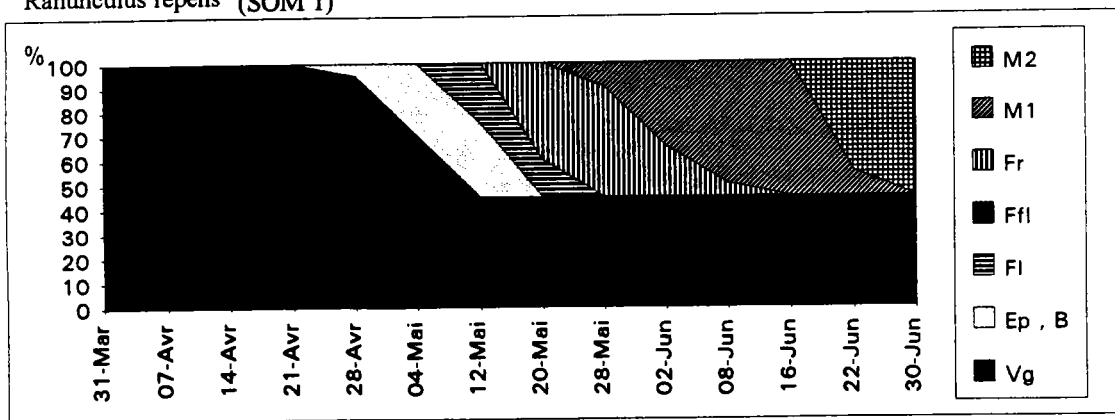
Figure 49: Blocage d'un pool d'individus au stade végétatif pour quelques espèces.

Festuca rubra (CFP3)



Stade végétatif bloqué pour *Ranunculus repens*

Ranunculus repens (SOM 1)



Ranunculus repens (GOF1)

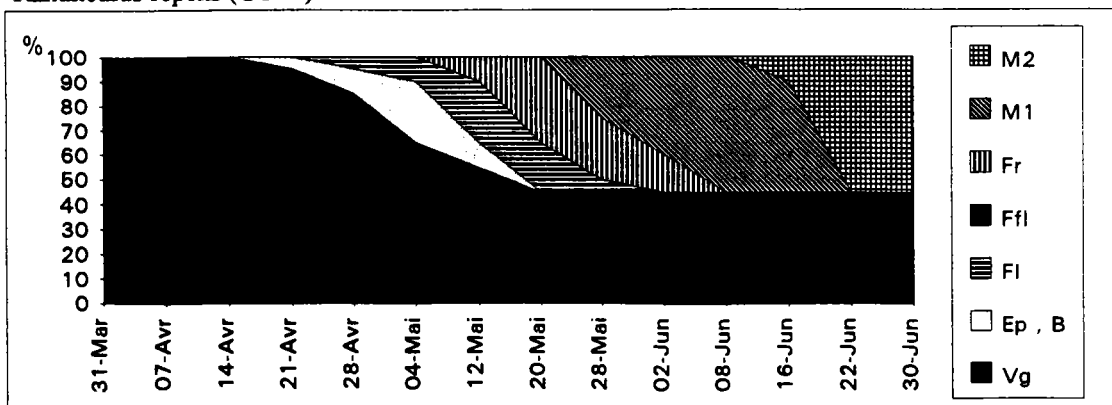
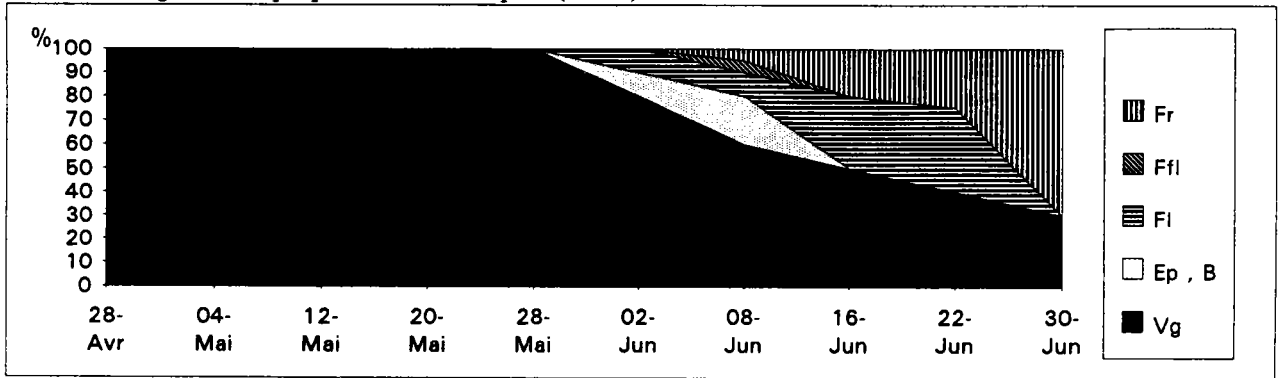
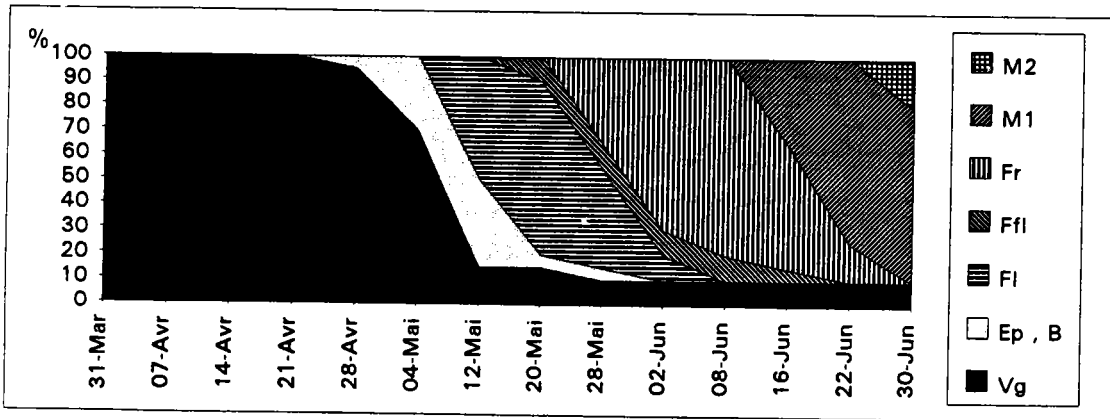


Figure 49:

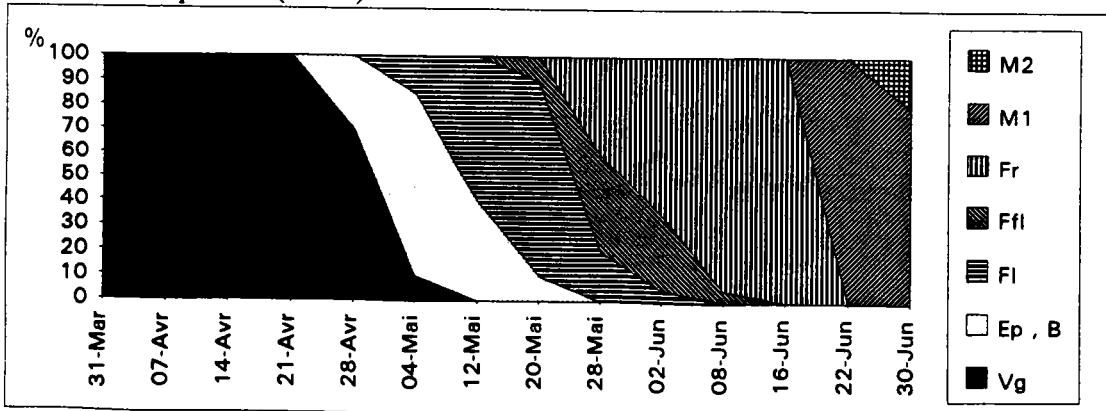
Stade végétatif bloqué pour *Trifolium repens* (GOF2)



Stade végétatif bloqué pour *Trifolium pratense* au niveau des zones basses (GOF1)



Trifolium pratense (SOM3)



Figures 50a à d: Apparition d'un stade phénologique plus précoce au niveau d'une communauté végétale.

Figure 50a:

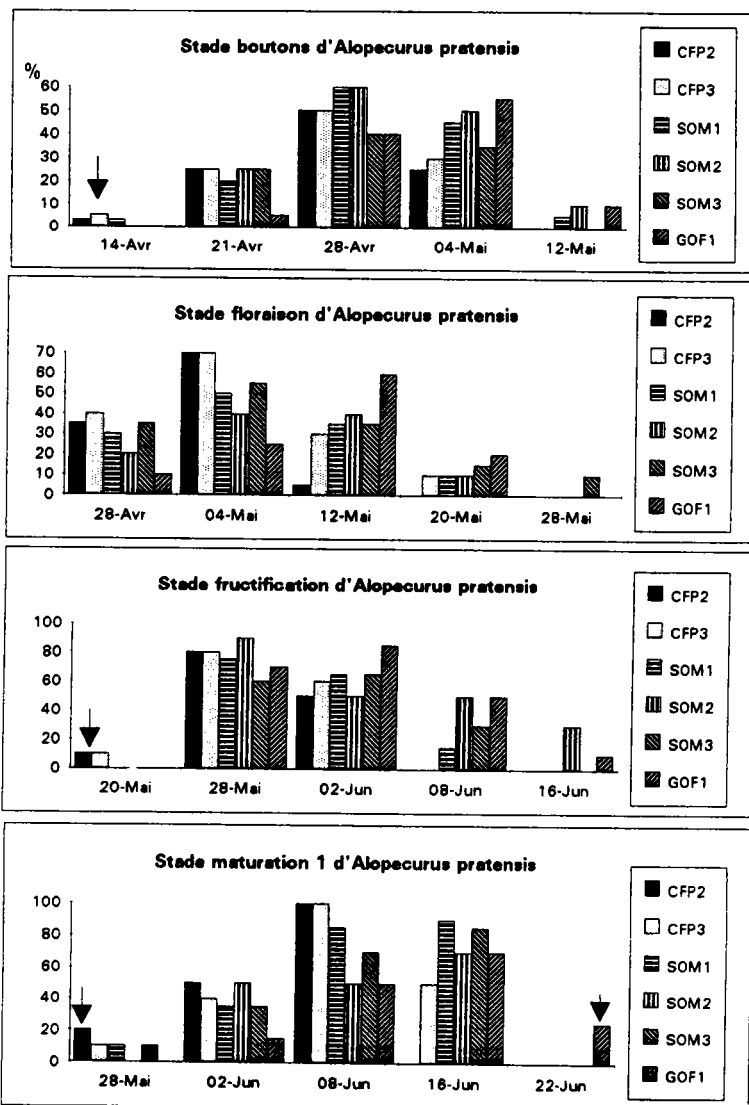
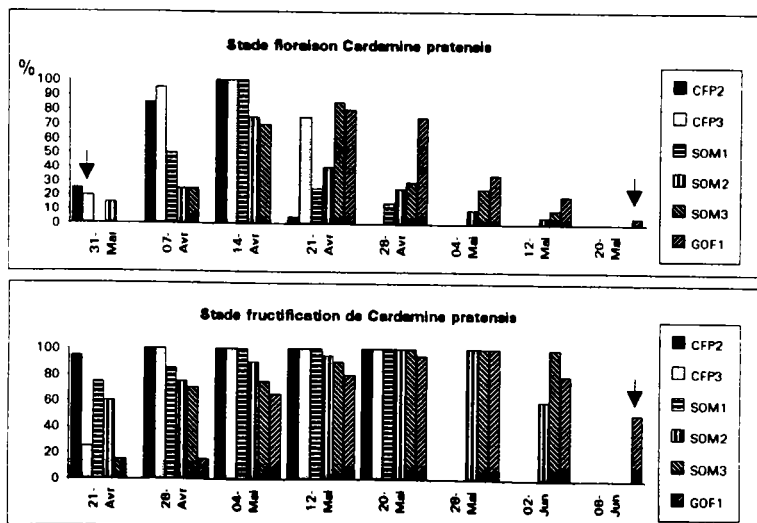


Figure 50b:



← : Groupement en retard ou en avance

Figure 50c:

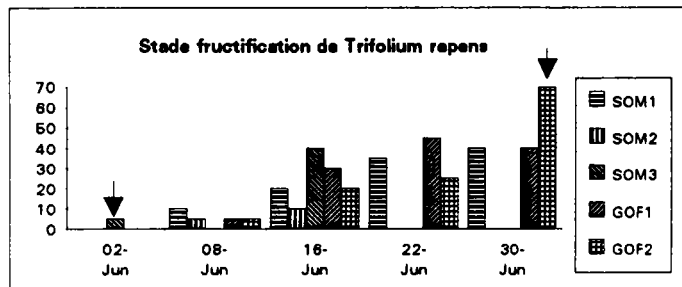
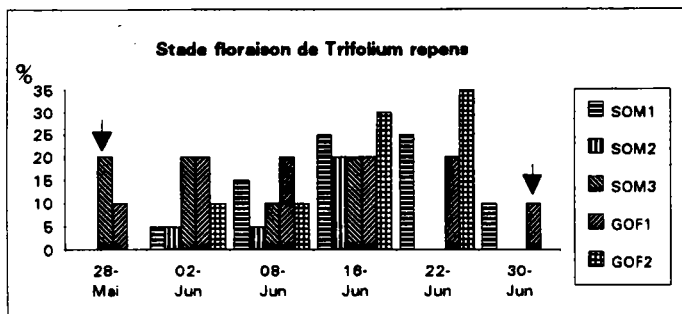
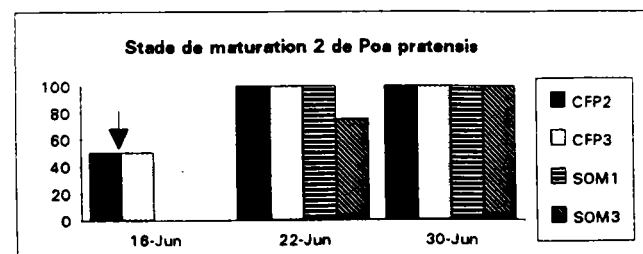
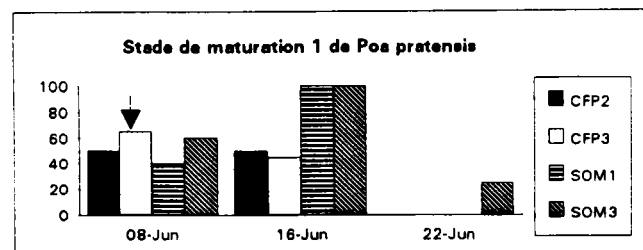
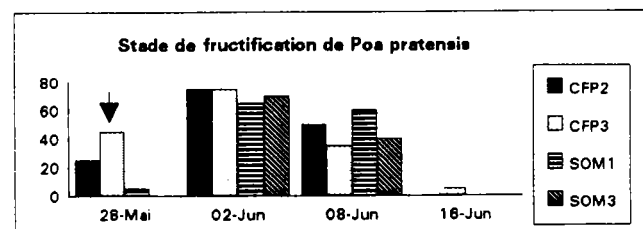
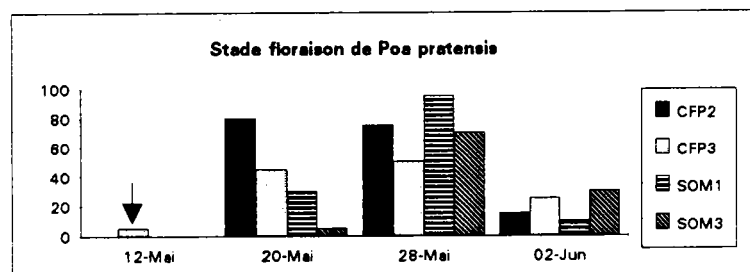
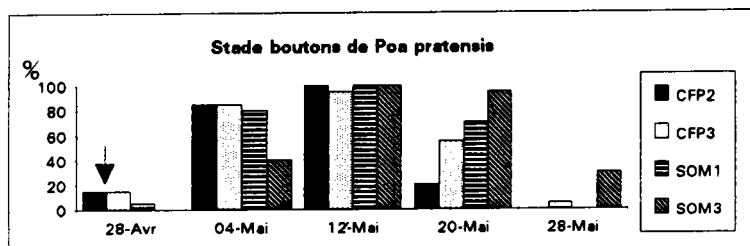


Figure 50d:



Figures 51a à c: Proportion plus importante des individus à un stade donné dans un type de groupement.

Figure 51a:

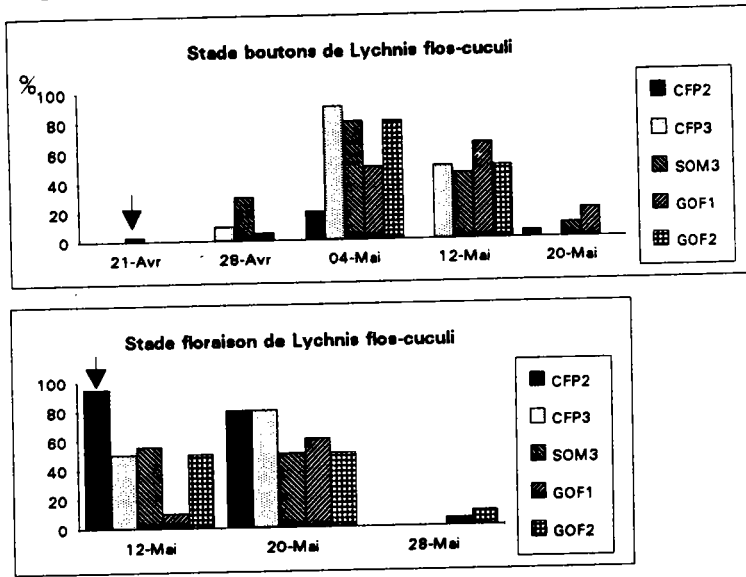


Figure 51b:

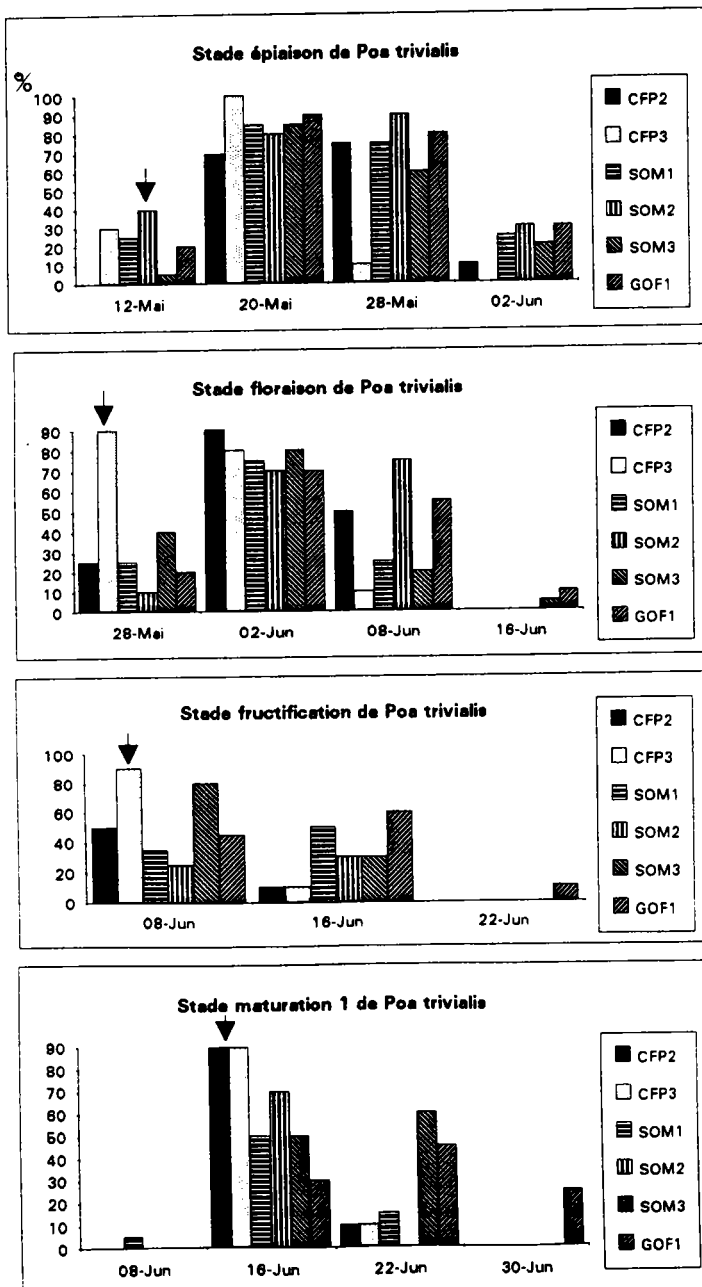
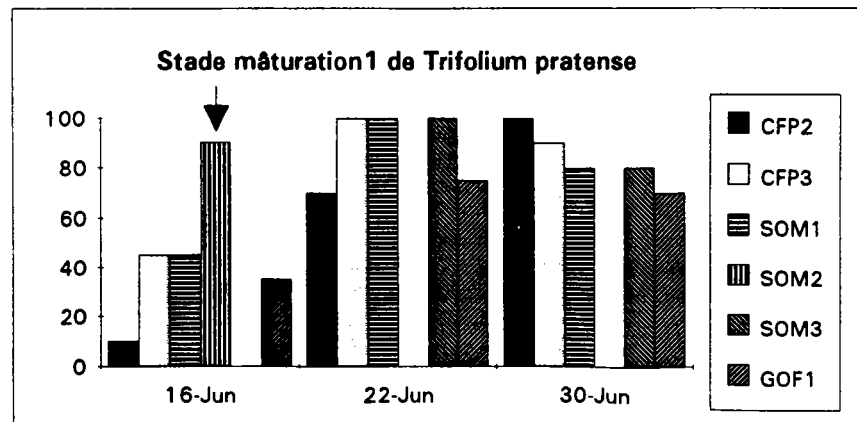
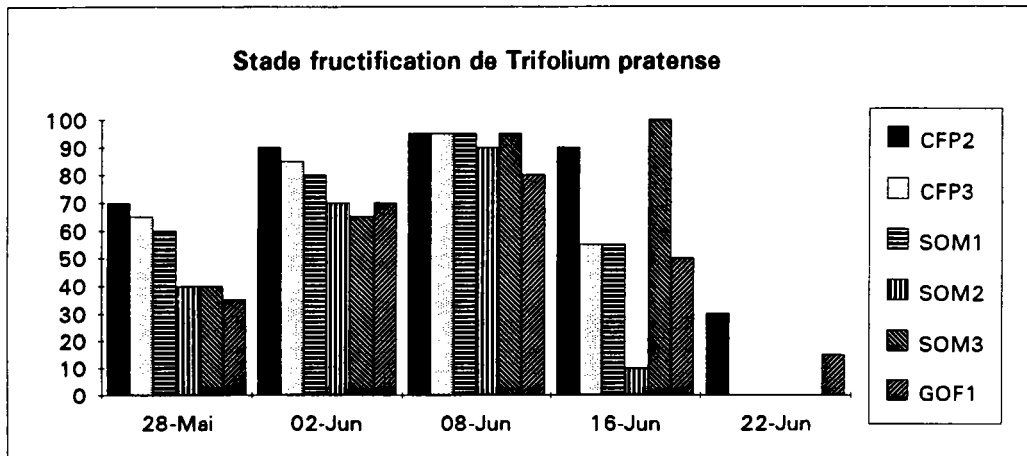
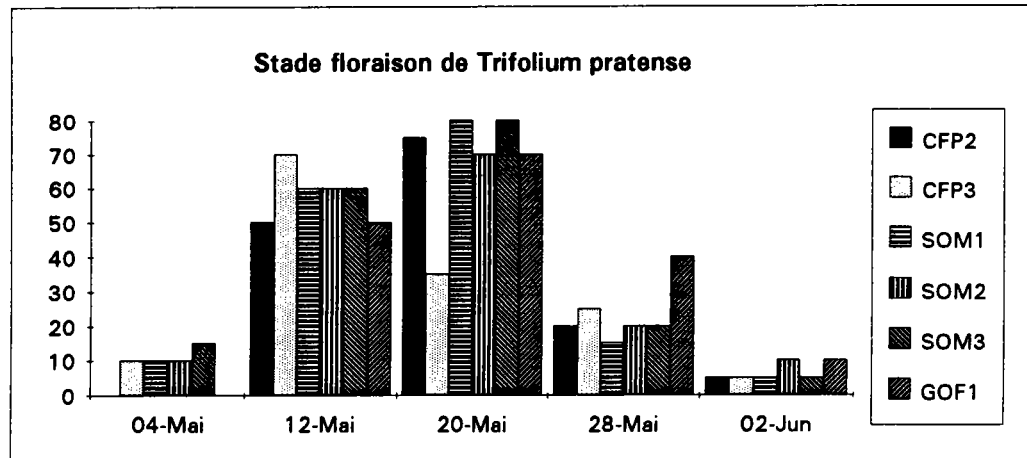
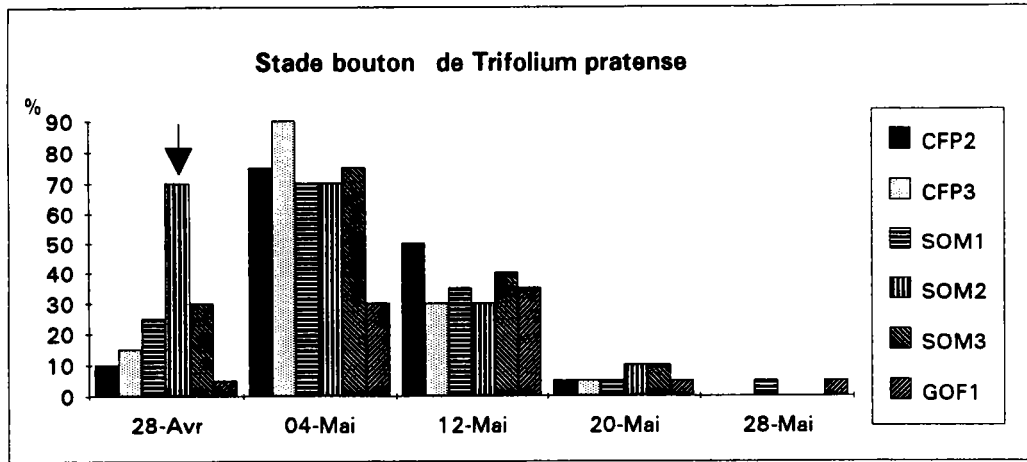


Figure 51c



—▶ : Groupement où les fréquences sont les plus importantes

Figures 52a à c: Espèces à floraison tardive.

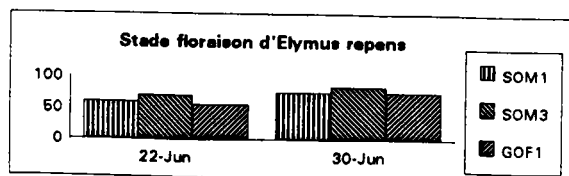
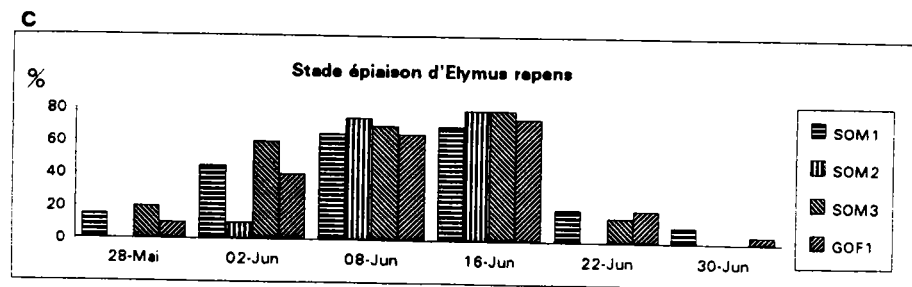
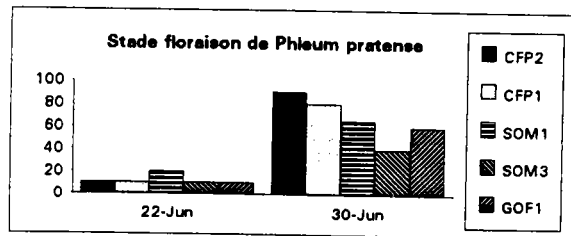
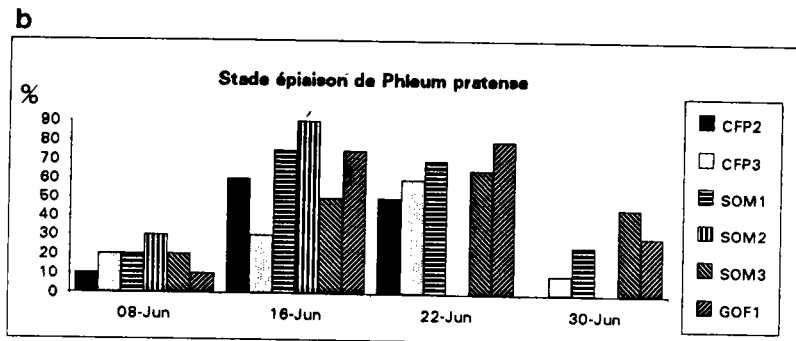
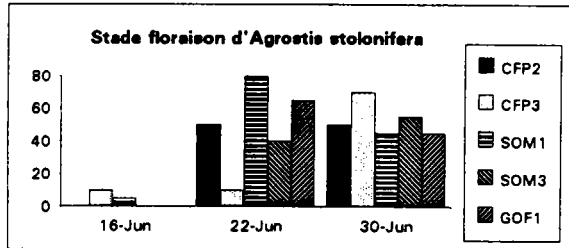
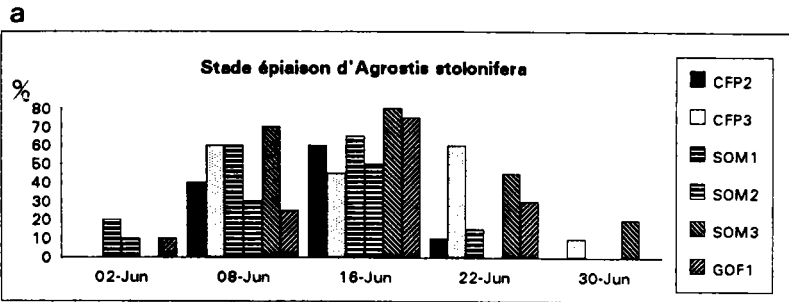


Figure 53: Diagrammes ombrothermiques de chaque vallée

Diagramme ombrothermique de la vallée de la Meuse à Stenay (moyennes mensuelles de 1983 à 1994).

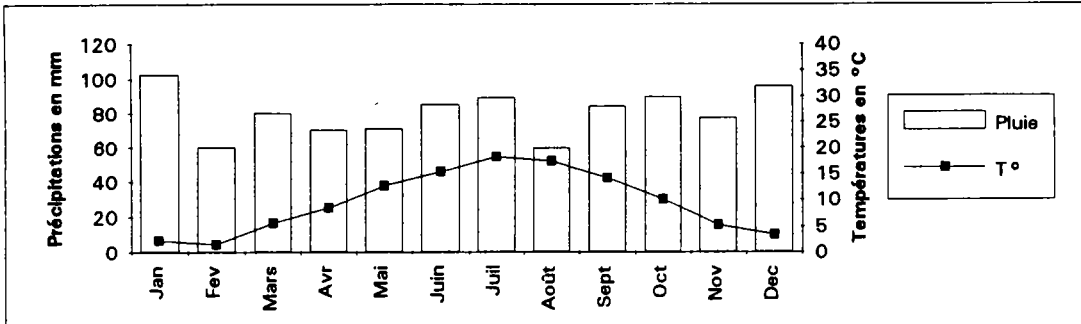


Diagramme ombrothermique de la vallée de la Saône à Mâcon (moyennes mensuelles de 1983 à 1994)

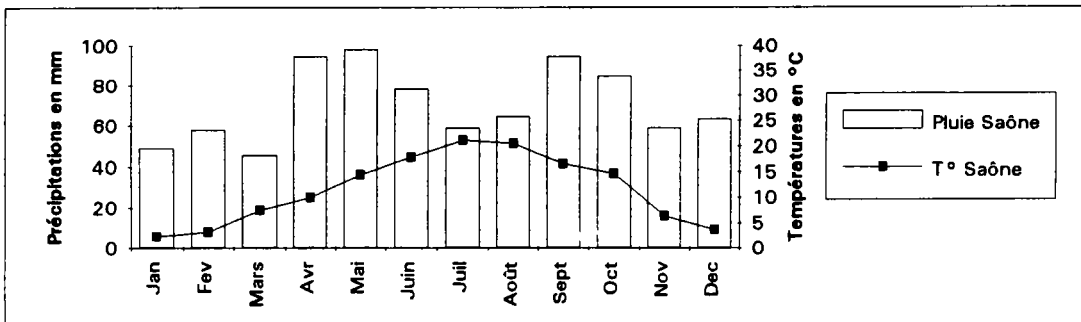


Figure 54: Comparaison des diagrammes ombrothermiques de la Meuse et de la Saône

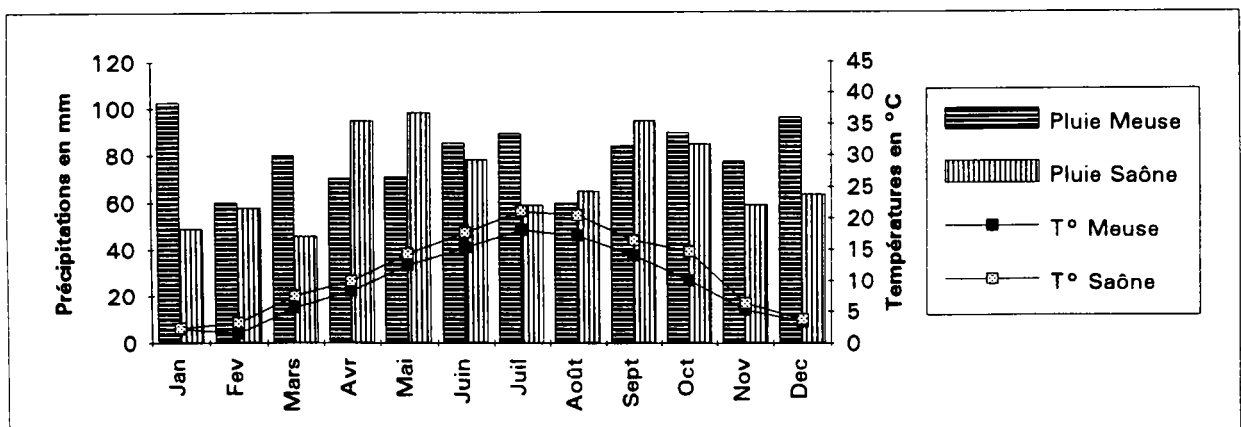
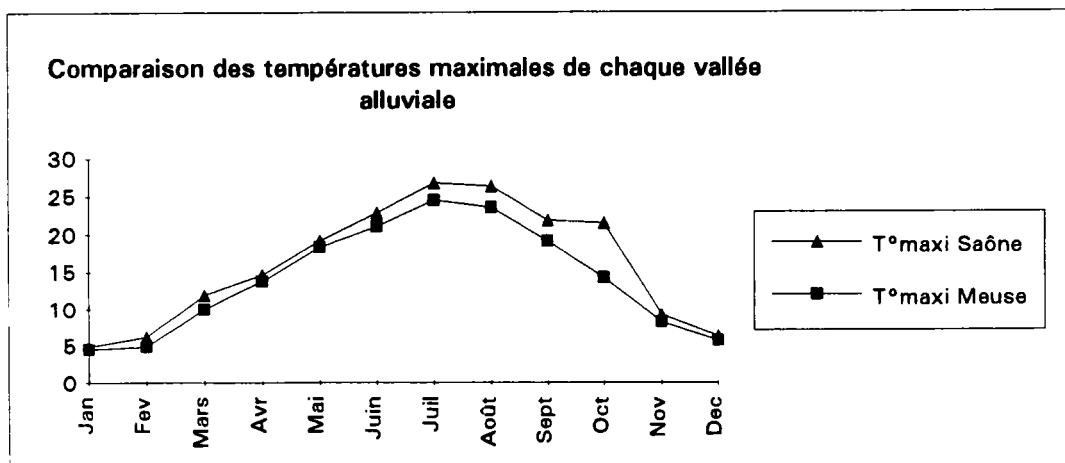
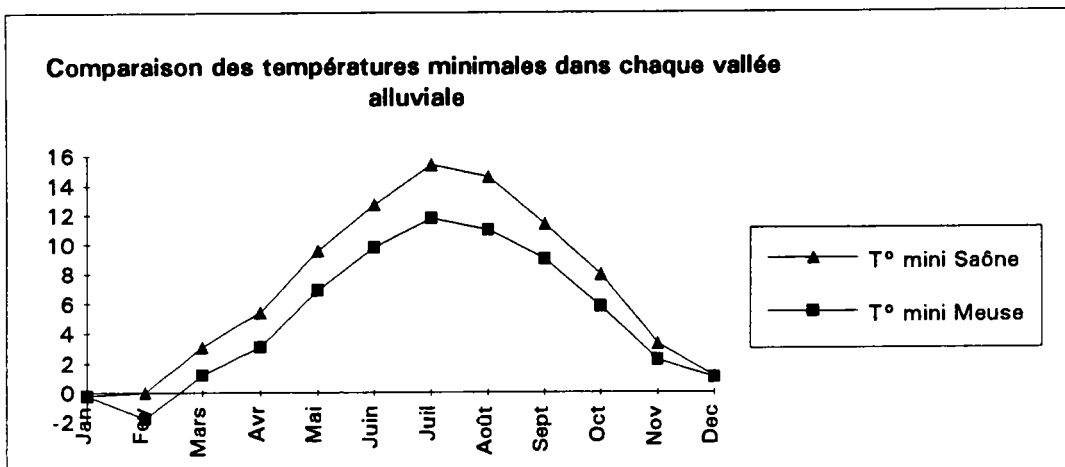
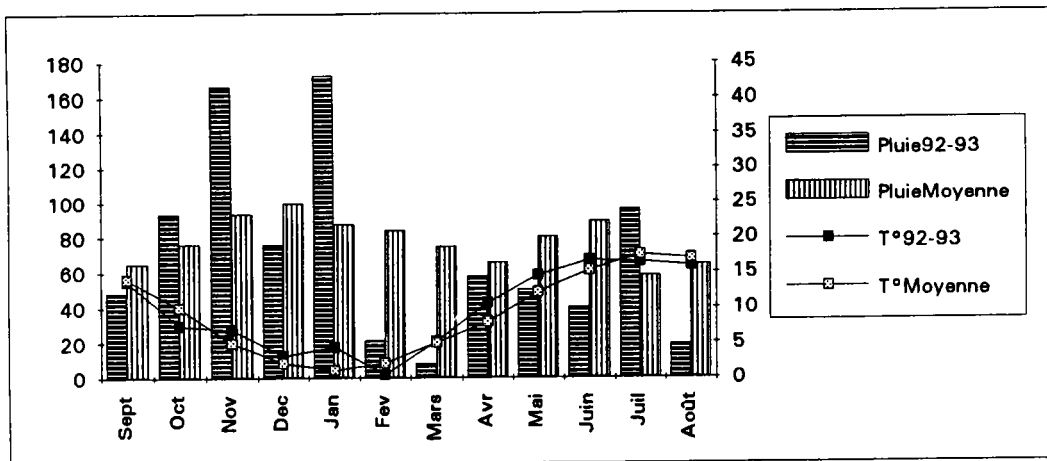


Figure 55: Comparaison des températures maximales et minimales de chaque vallée.



Figures 56a et b: Comparaison du climat des années 1992/93 avec le climat moyen (83/94) pour les deux vallées

a: Comparaison des températures et précipitations de 1992-93 à Stenay par rapport aux valeurs moyennes



b: Comparaison des températures et précipitations de 1992-93 à Mâcon par rapport aux valeurs moyennes

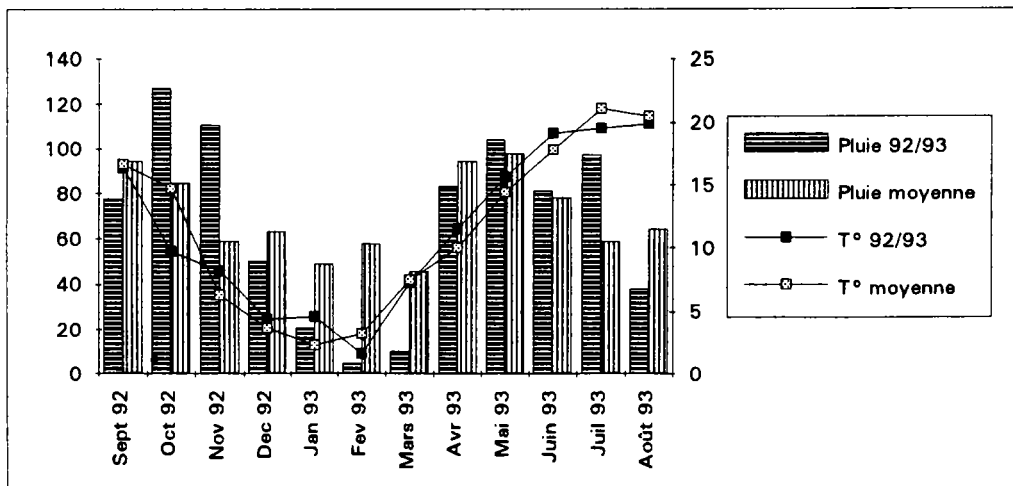
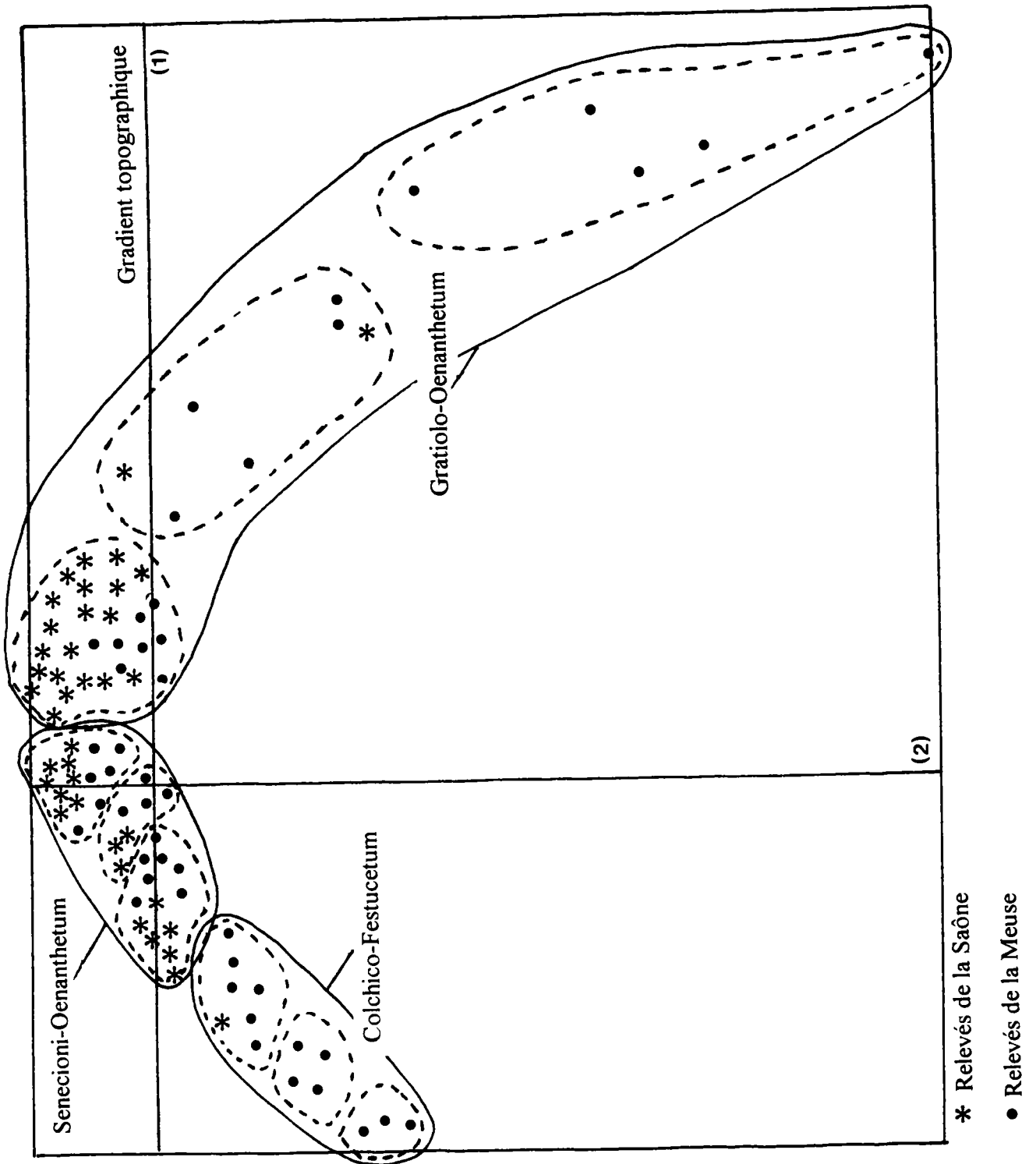
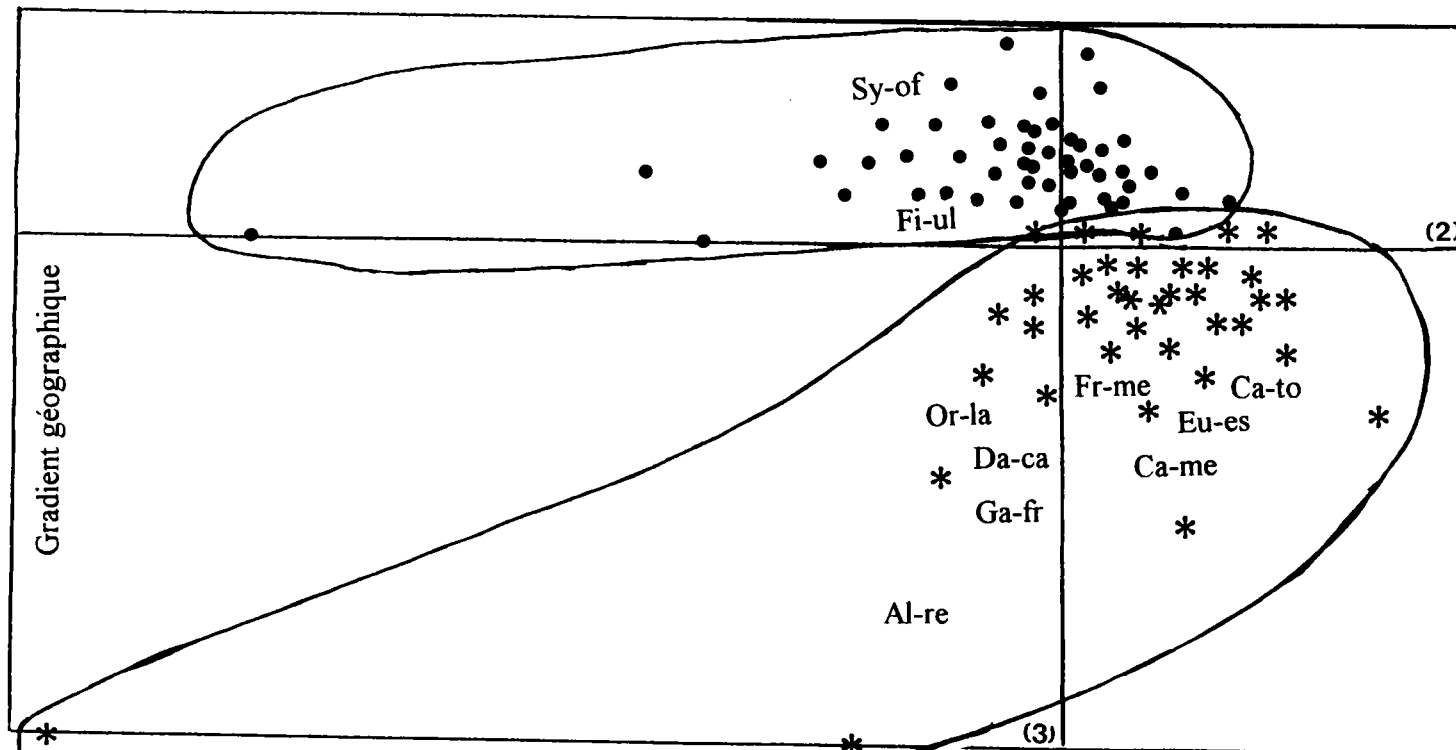


Figure 57a: A.F.C. comparative Saône/Meuse (axes 1 et 2).



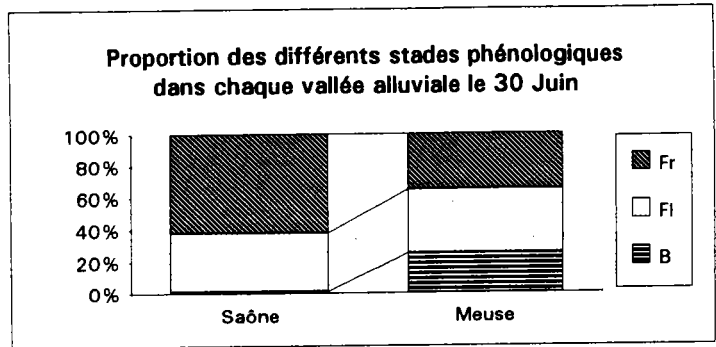
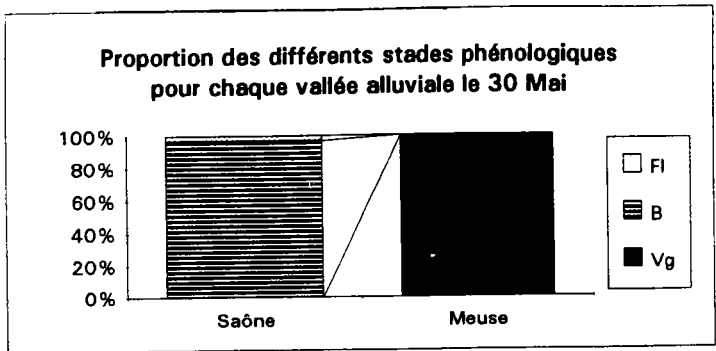


* Relevés de la Saône

• Relevés de la Meuse

- Da-ca: *Daucus carota*
- Al-re: *Alopecurus rendlei*
- Fr-me: *Fritillaria meleagris*
- Ga-fr: *Gaudinia fragilis*
- Eu-es: *Euphorbia esula*
- Ca-to: *Carex tomentosa*
- Or-la: *Orchis laxiflora*
- Ca-me: *Carex melanostachya*
- Sy-of: *Symphytum officinalis*
- Fi-ul: *Filipendula ulmaria*

Figure 57b: A.F.C. comparative Saône/Meuse (axes 2 et 3).



Myosotis scorpioides: zone hygrophile

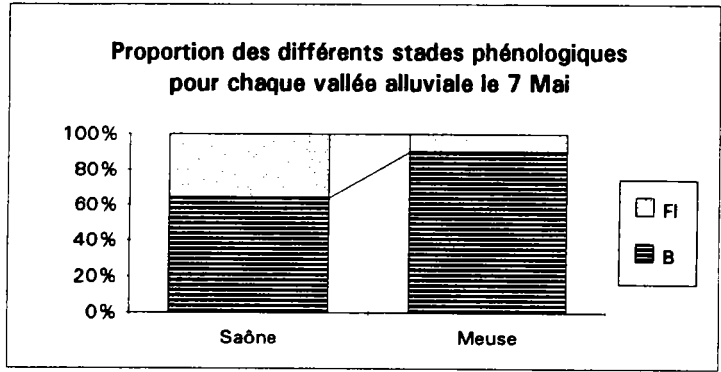


Figure 58:

Espèces qui présentent un retard du développement phénologique dans la Meuse par rapport à la Saône.

Trifolium pratense: zone mésophile.

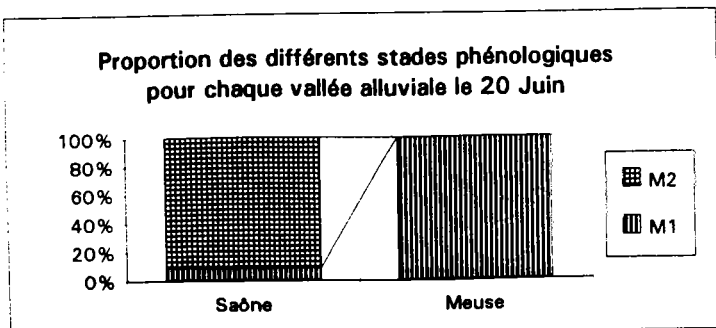
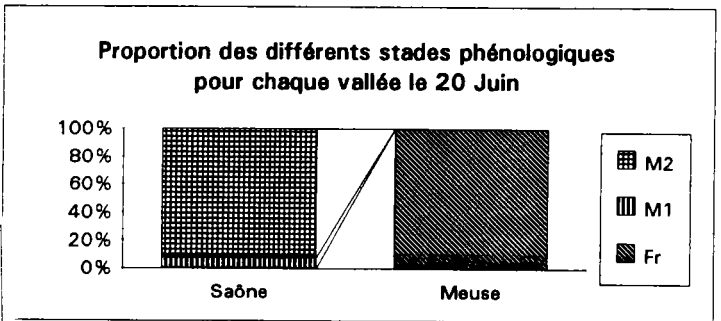
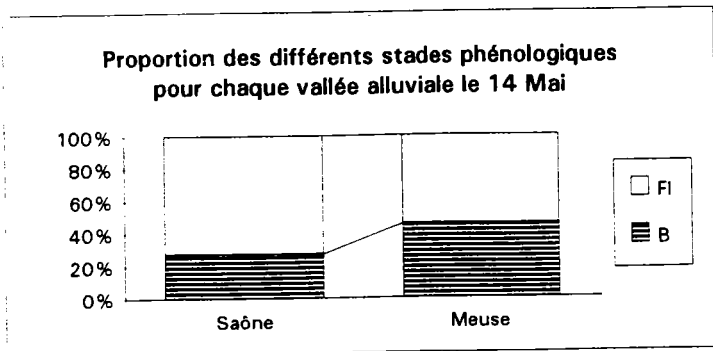


Figure 59: Espèce qui présente dans la Meuse un retard du développement phénologique en début de végétation qui est perdu par la suite

Trifolium repens: zone hygrophile

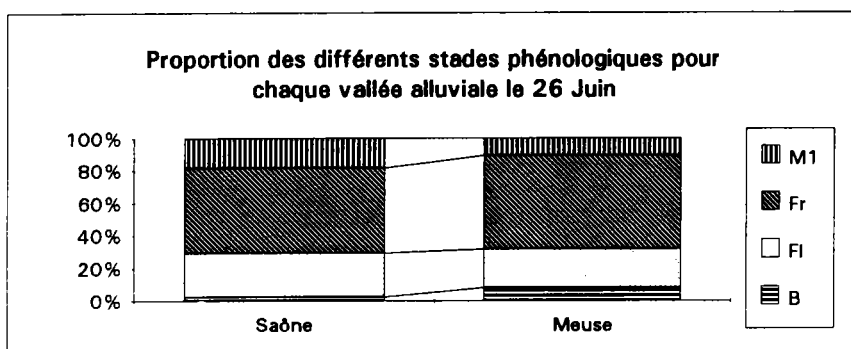
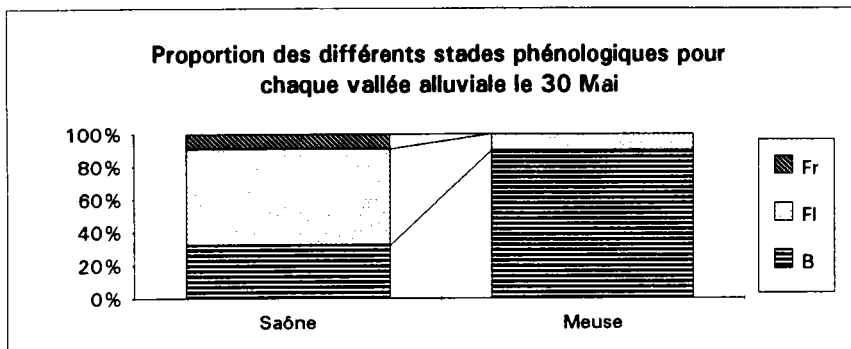
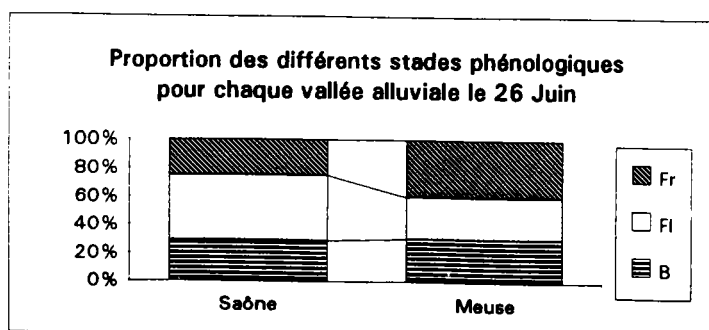
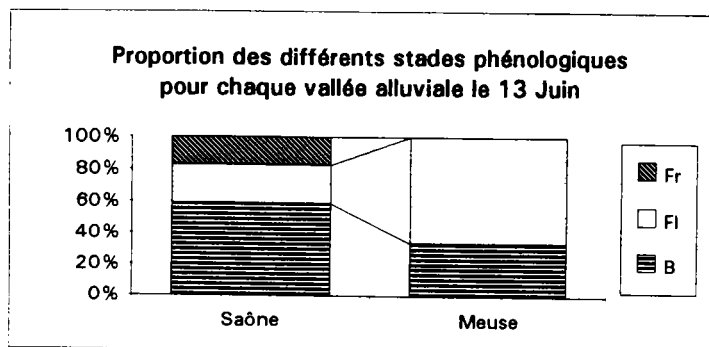


Figure 60: Espèce qui présente, dans la Meuse, un retard du développement phénologique en début de végétation et une avance pour les derniers stades.

Oenanthe fistulosa: zone hygrophile.



Galium verrum: zone mésophile

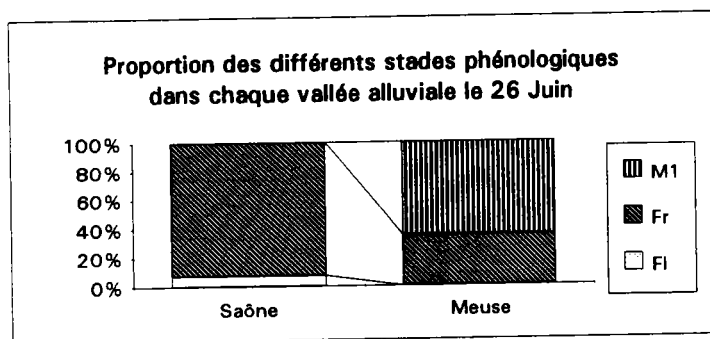
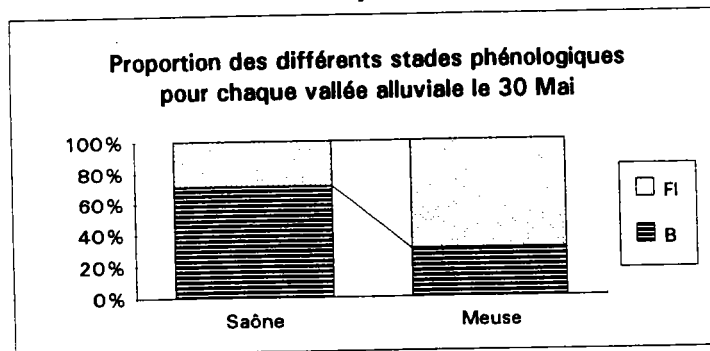


Figure 62: Espèce qui présente un comportement identique dans la Meuse et la Saône.

Alopecurus pratensis: zone mésophile.

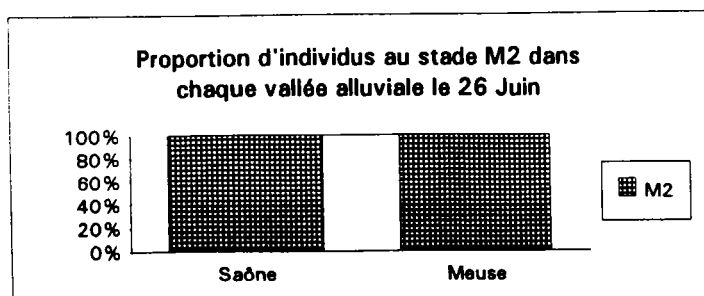
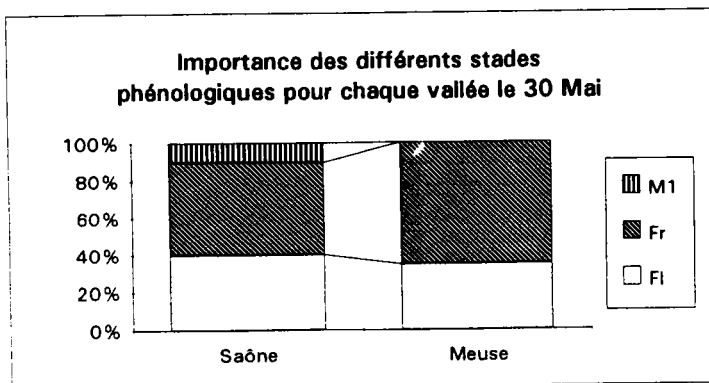
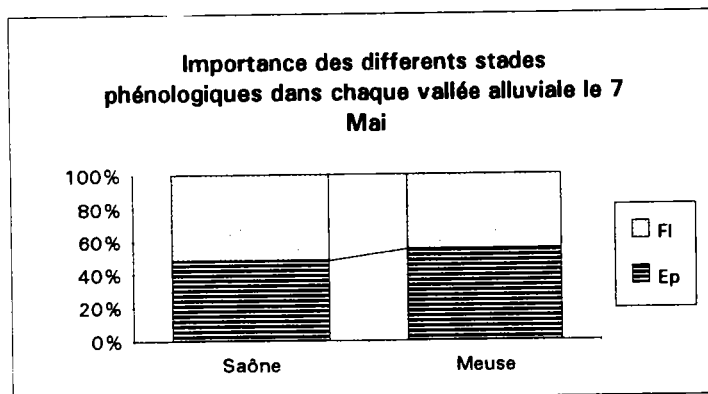
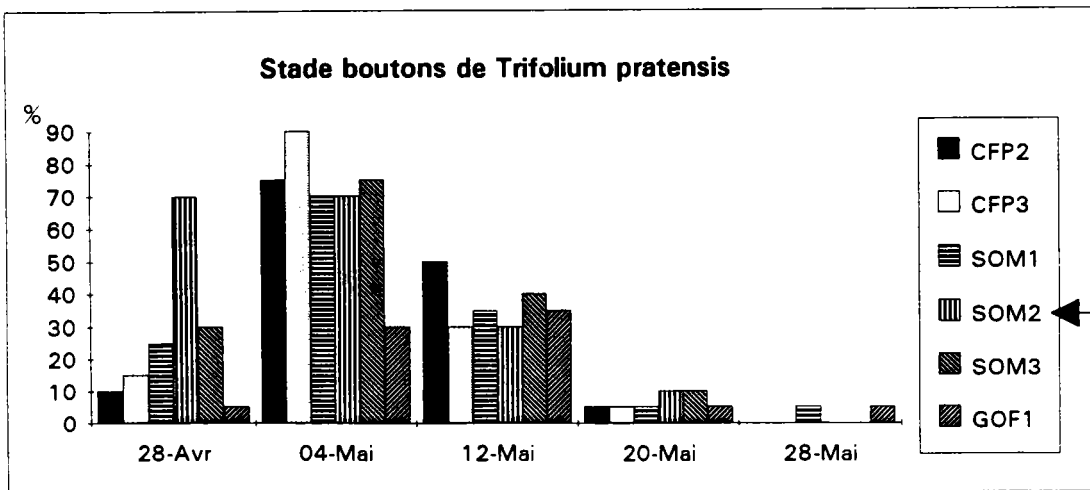
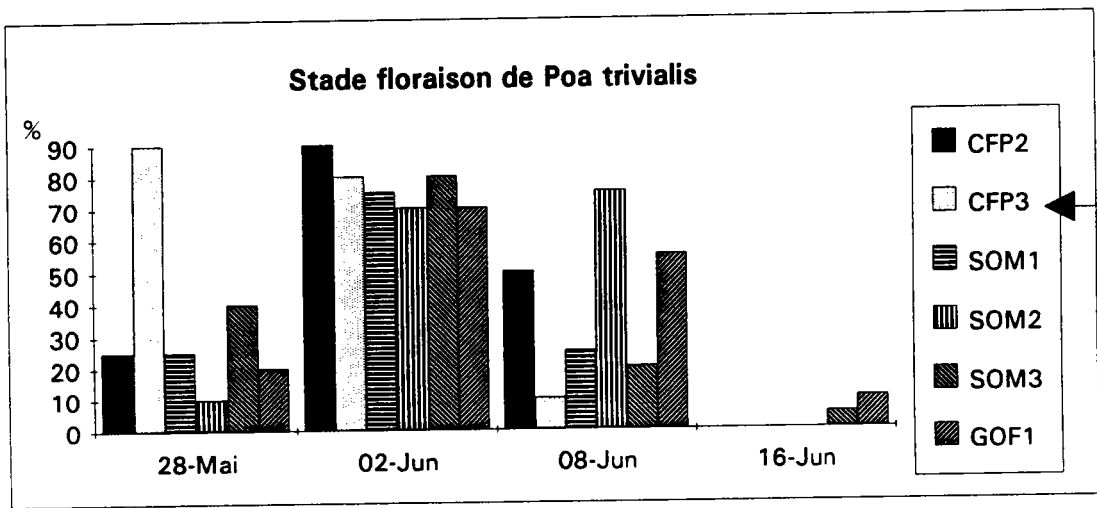
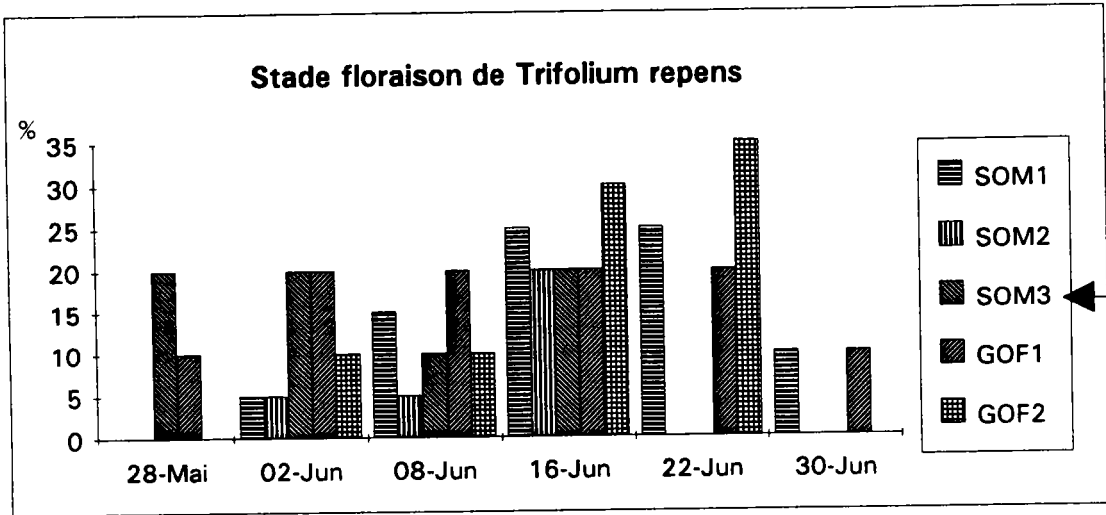


Figure 63: Proportions, pour chaque groupement, des individus à un stade donné



← : Groupement où les fréquences sont les plus importantes

Figure 64: Cartographie de la progression de fauche sur les prairies de Mouzay et de Luzy-St-Martin

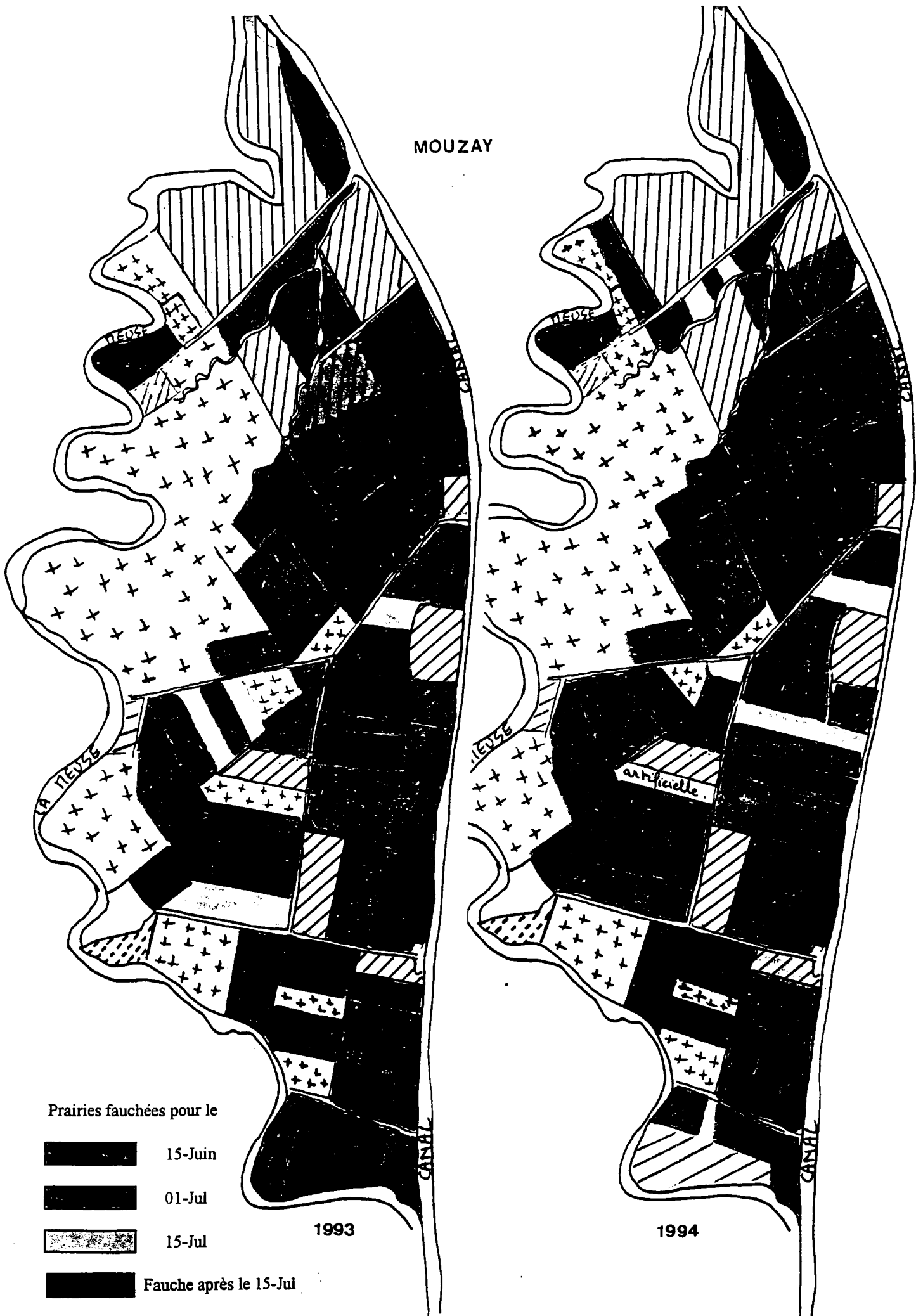
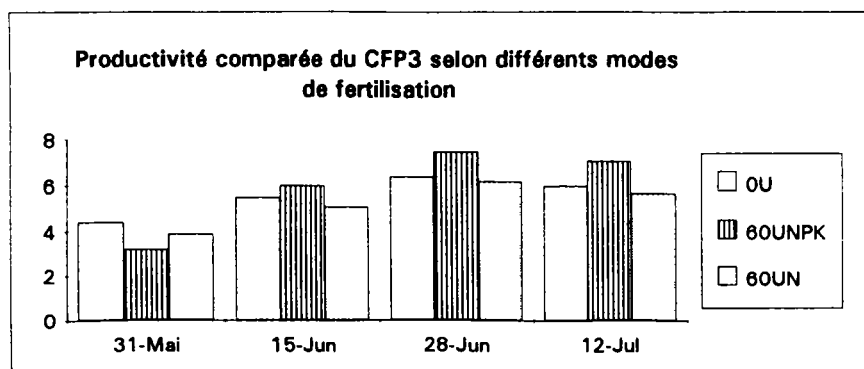
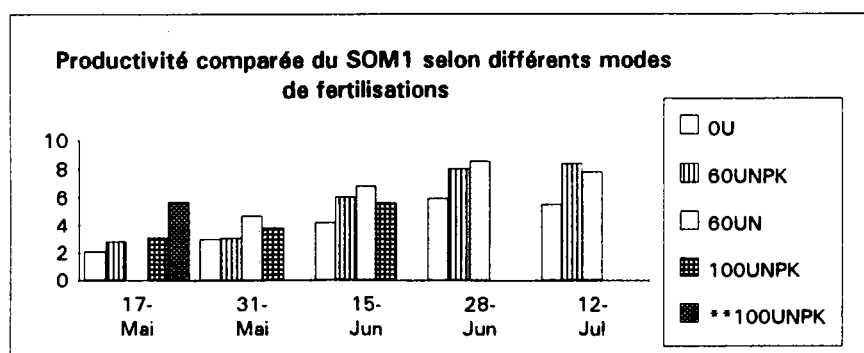
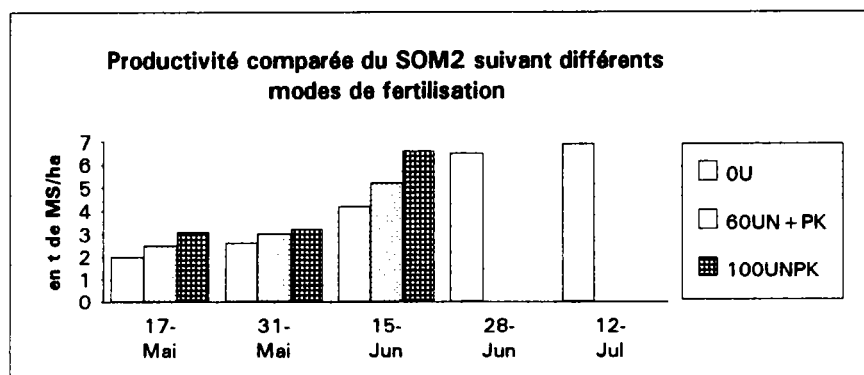
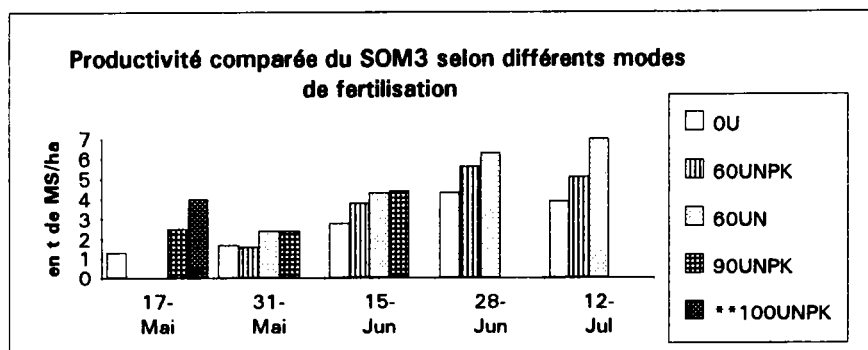
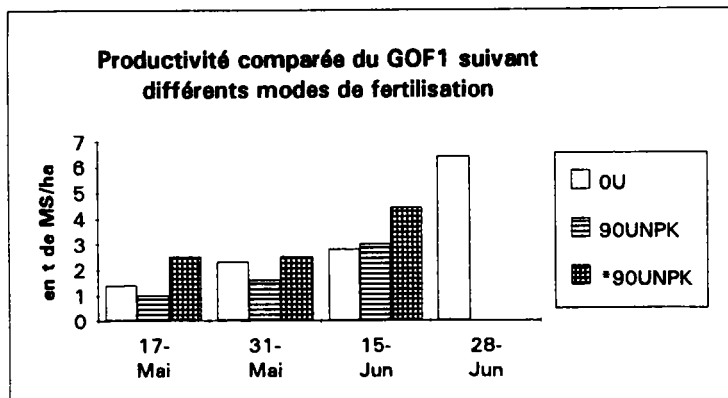


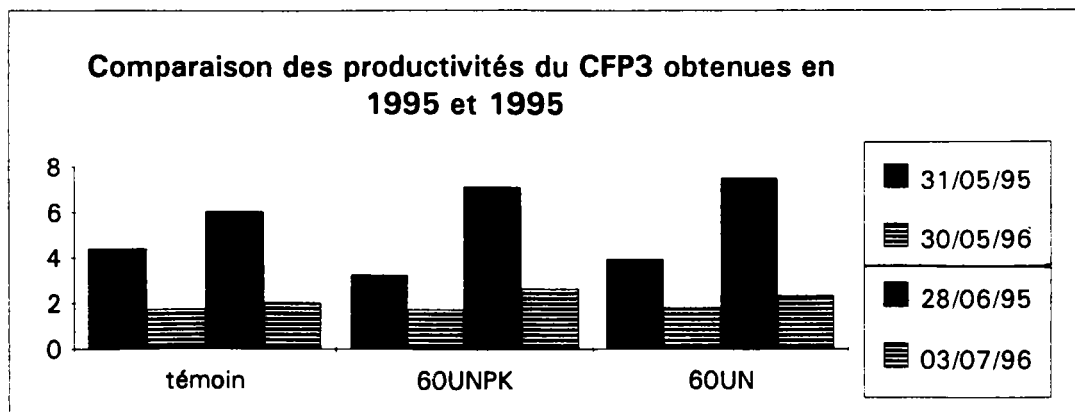
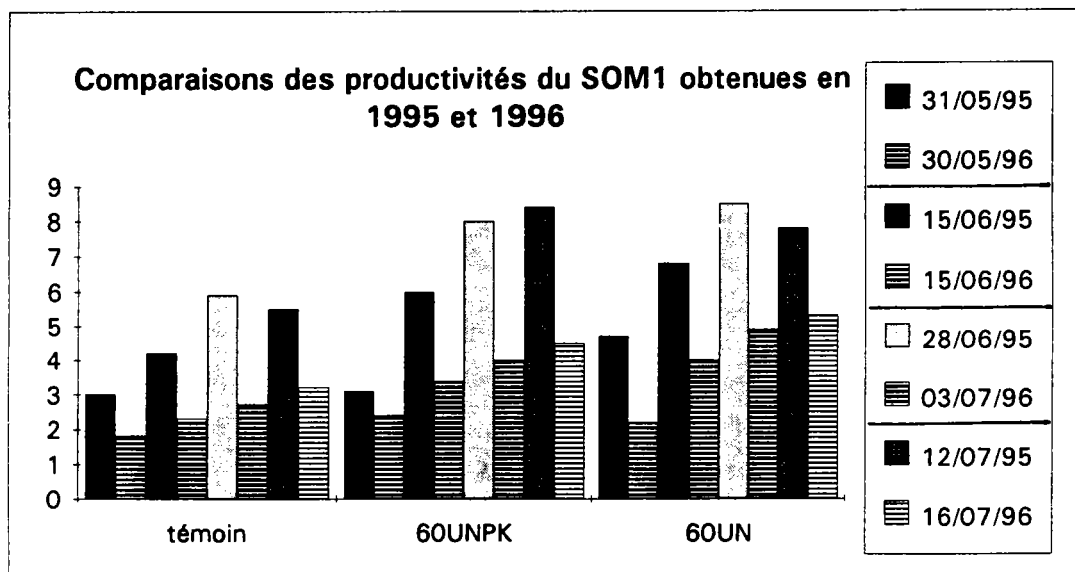
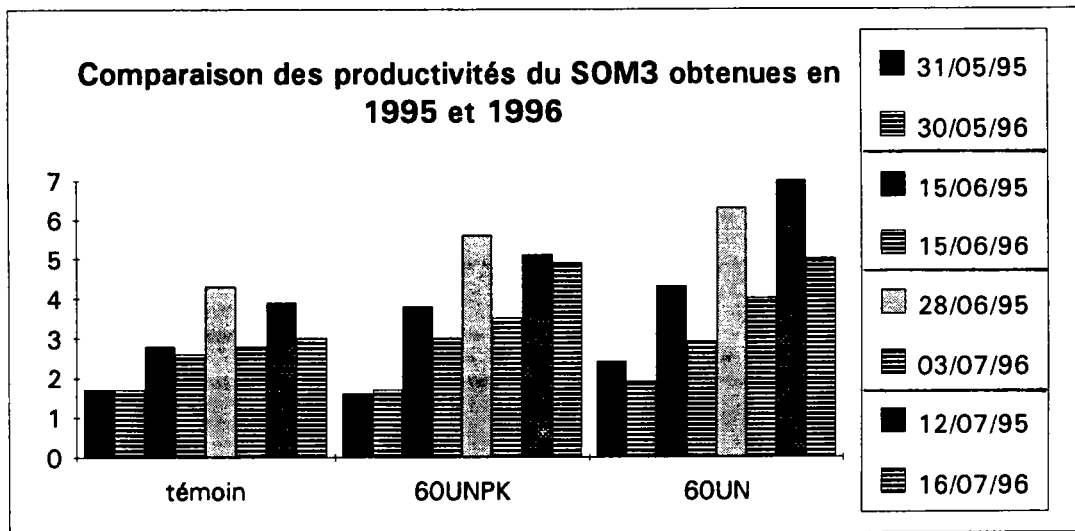
Figure 65: Productivité des différents groupements au cours du temps et selon la fertilisation



*: fertilisation précoce (début Mai)

** : fertilisation très précoce (début Avril)

Figure 66: Comparaison des productivités de 1995 et 1996



Figures 67a à c: Décroissance de la valeur fourragère des différents groupements végétaux au cours du temps

Figure a:

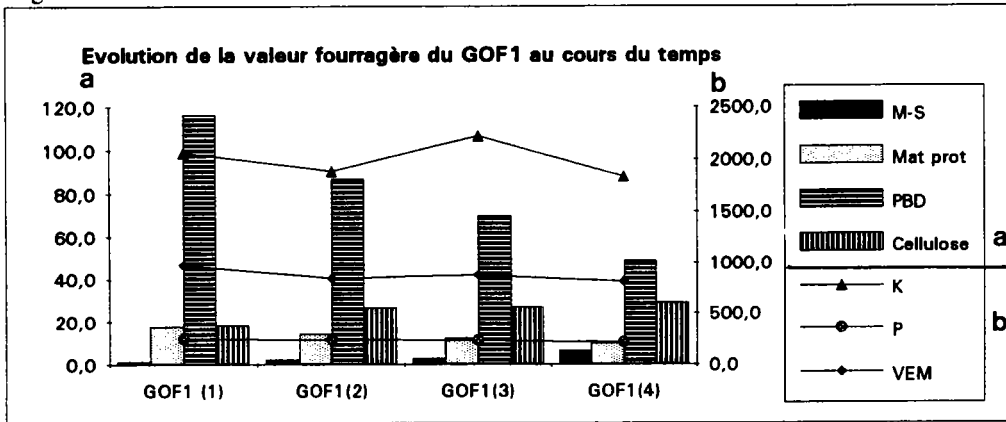


Figure b:

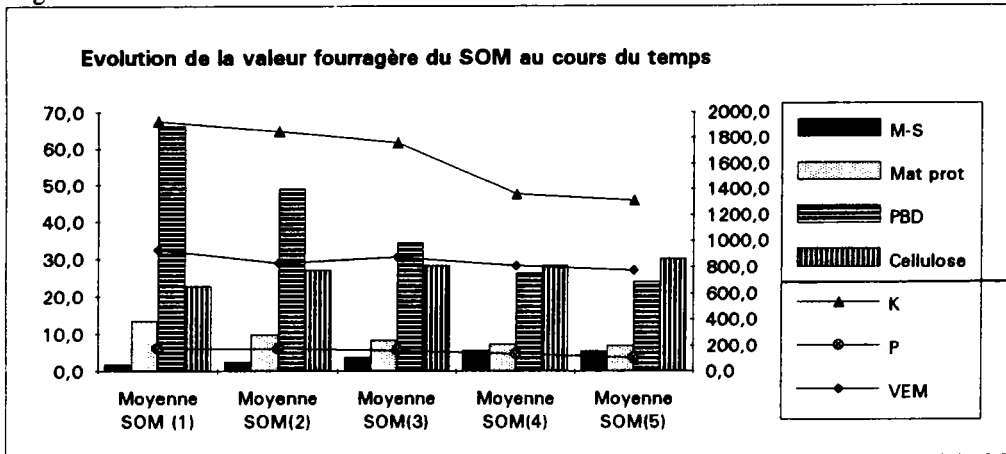
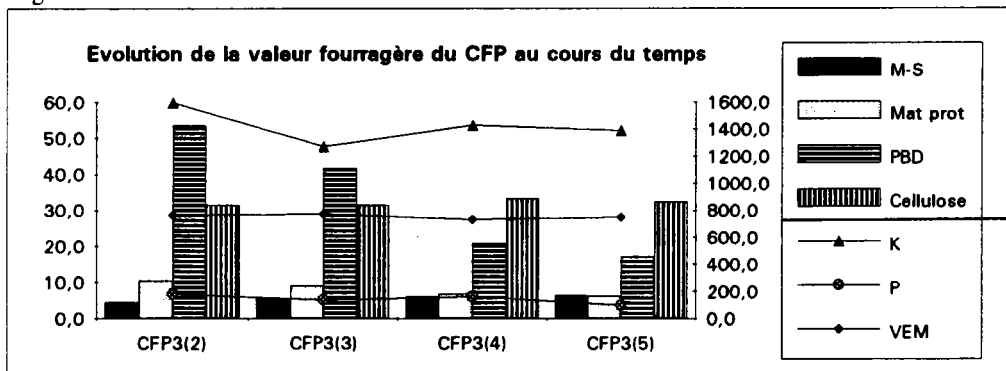


Figure c:



Figures 68a à e: Comparaison de la valeur fourragère des différents groupements végétaux

Figure a:

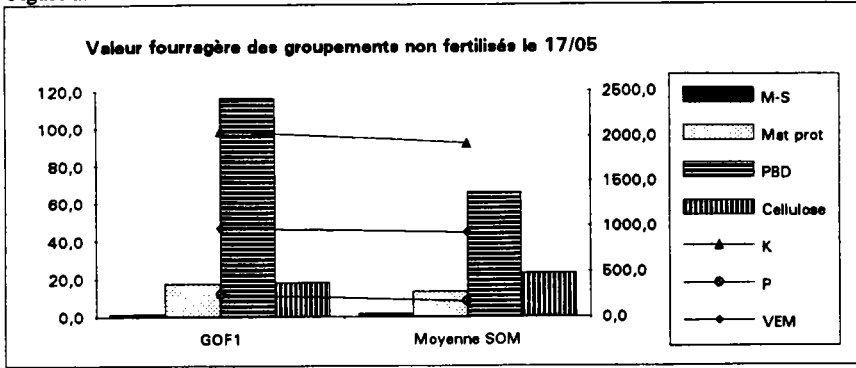


Figure b:

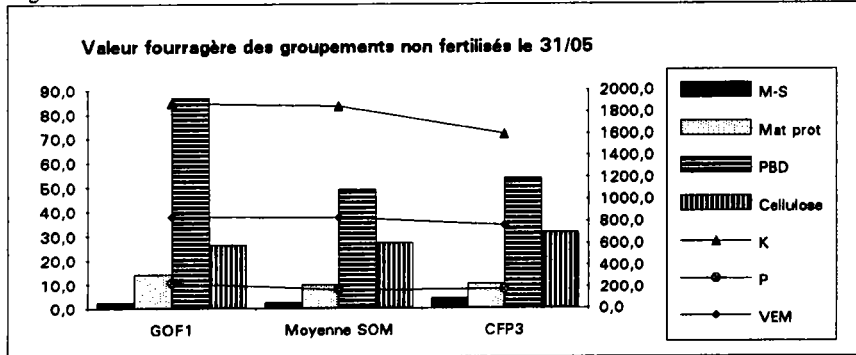


Figure c:

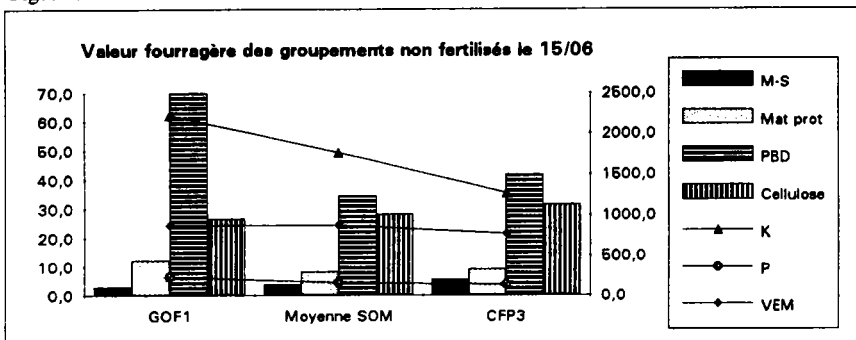


Figure d:

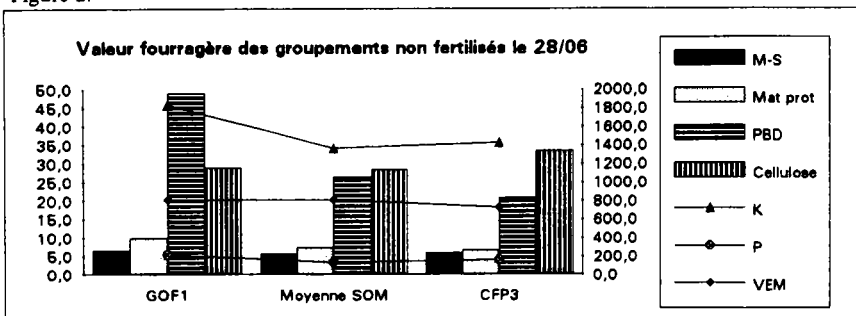


Figure e:

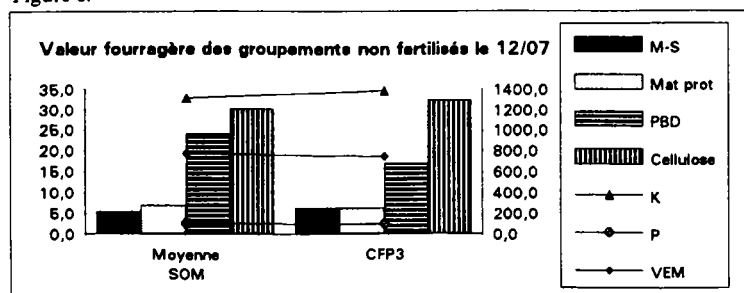


Figure 69: Impact des fertilisations sur le *GOF1* le 17/05

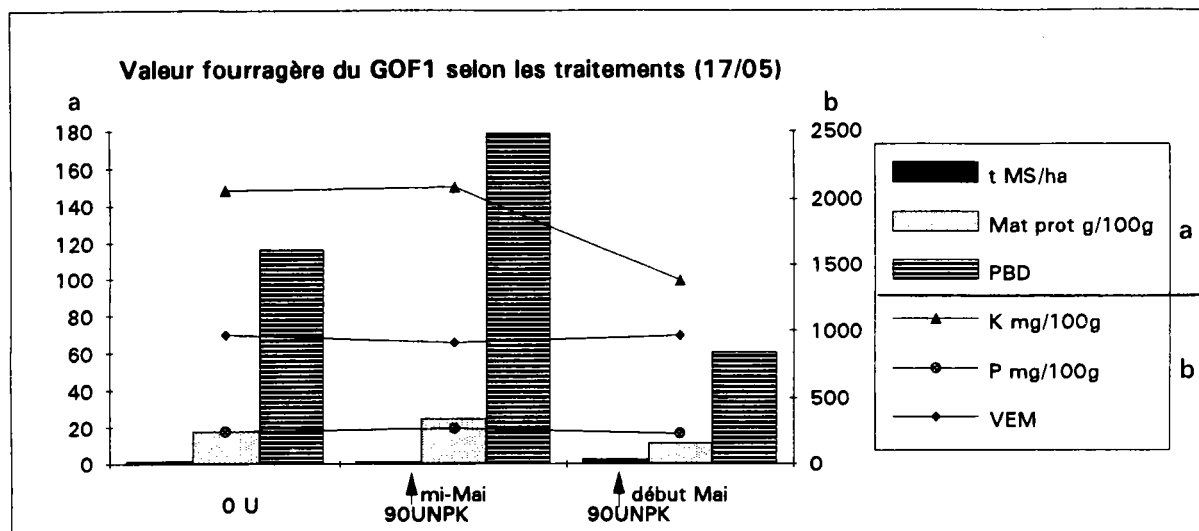
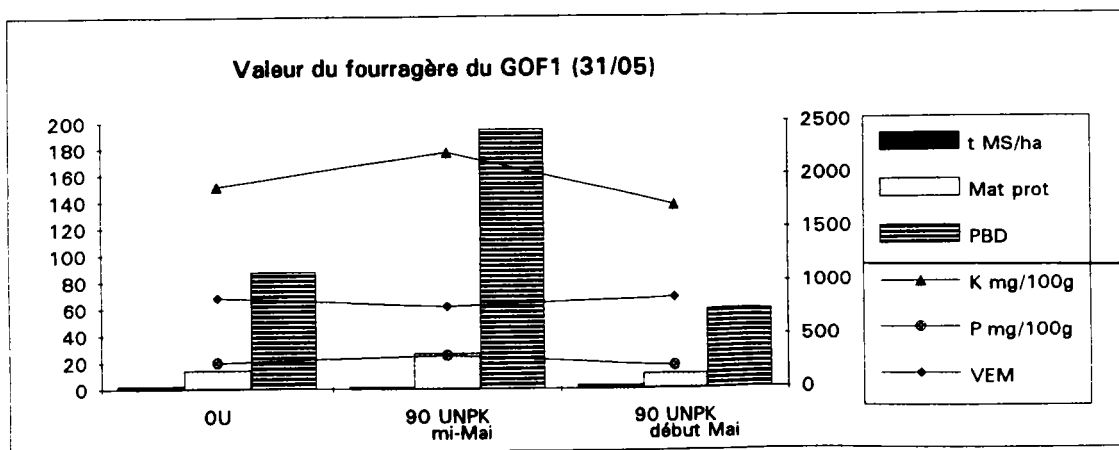


Figure 70: Impact des fertilisations sur le *GOF1* le 31/05



Figures 71a à d: Augmentation des teneurs en PBD et matières protéiques dans les fourrages suite aux fertilisations, sauf quand le phénomène de dilution est trop important

Figure a:

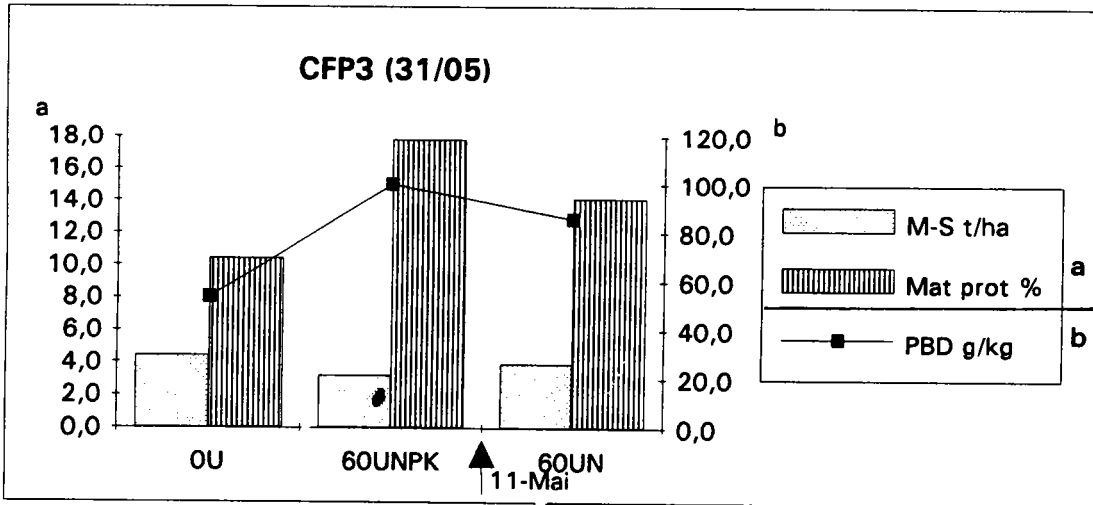


Figure b:

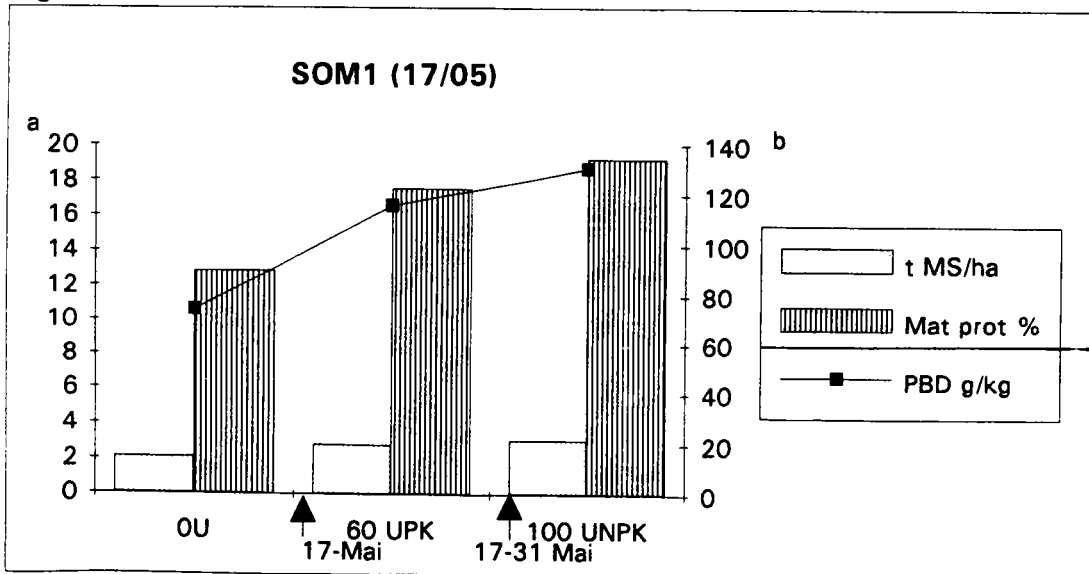


Figure c:

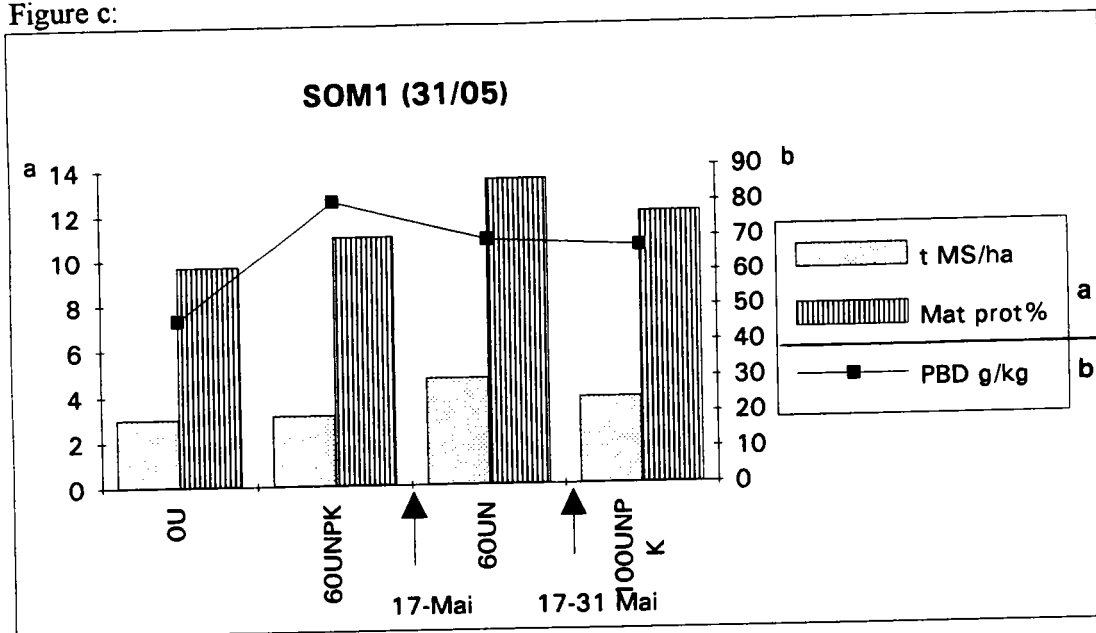
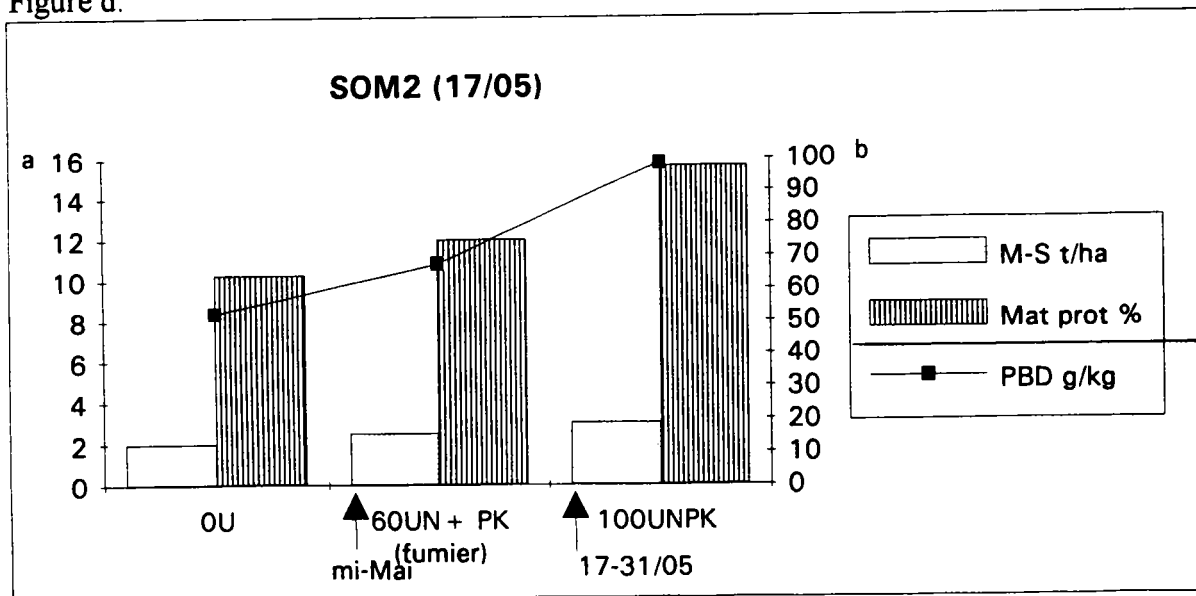


Figure d:



Figures 72a à e: Augmentation des teneurs en P et K des fourrages suite à la fertilisation NPK, sauf quand le phénomène de dilution est trop important

Figure a:

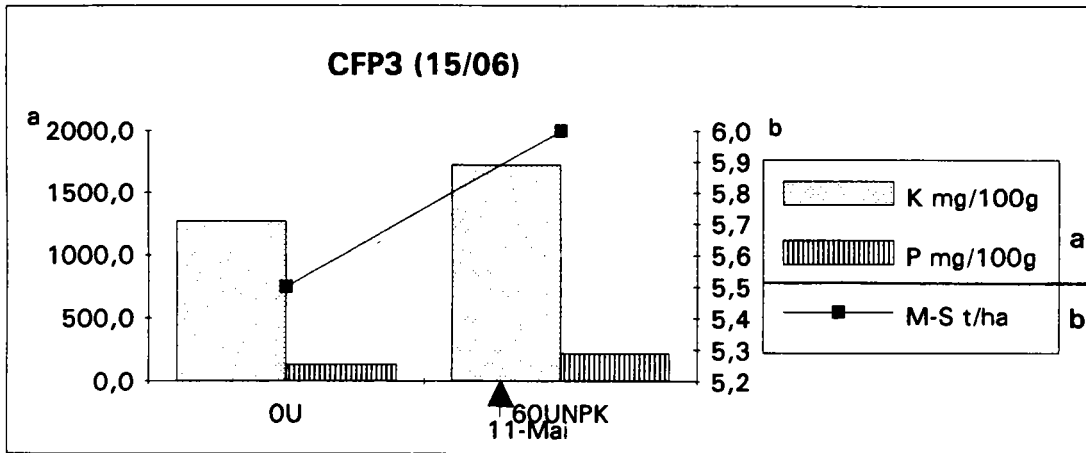


Figure b:

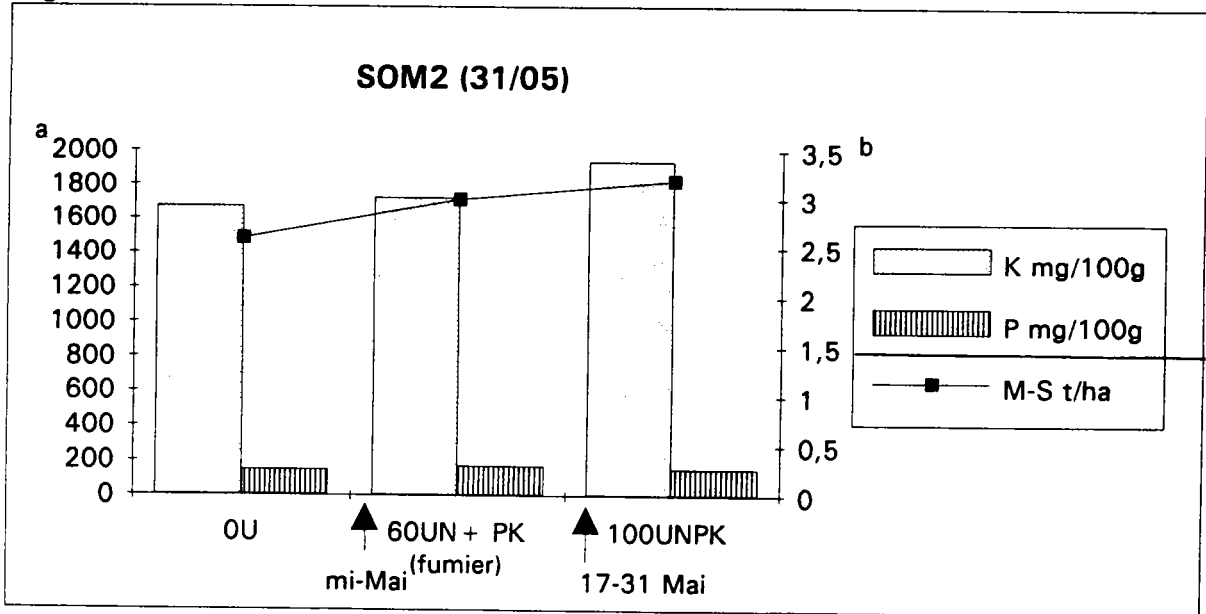
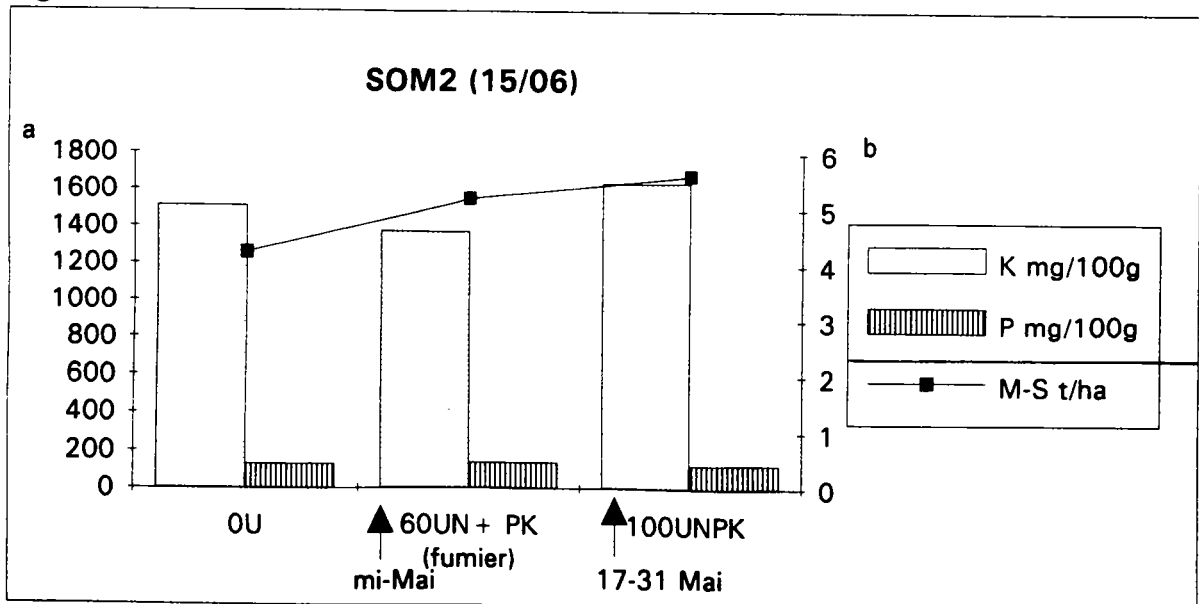


Figure c:



Figures 73a à c: Impact de la fertilisation azotée sur la teneur en éléments minéraux du fourrage

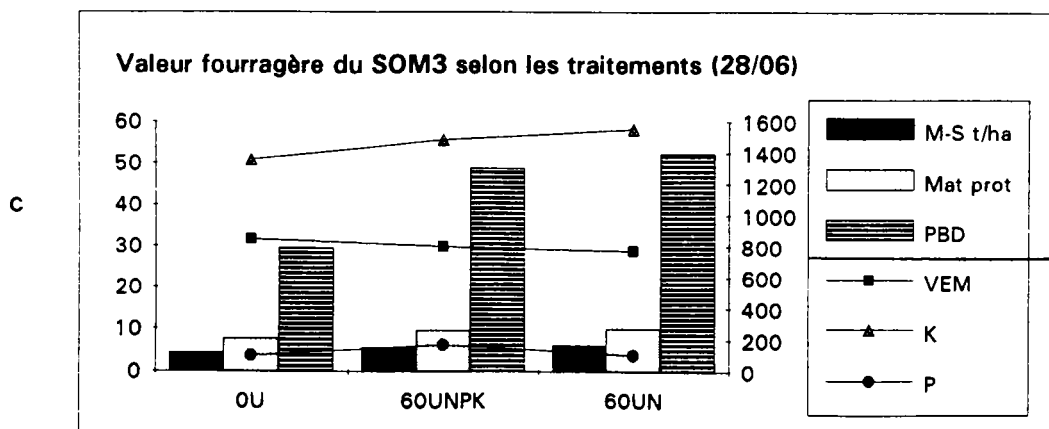
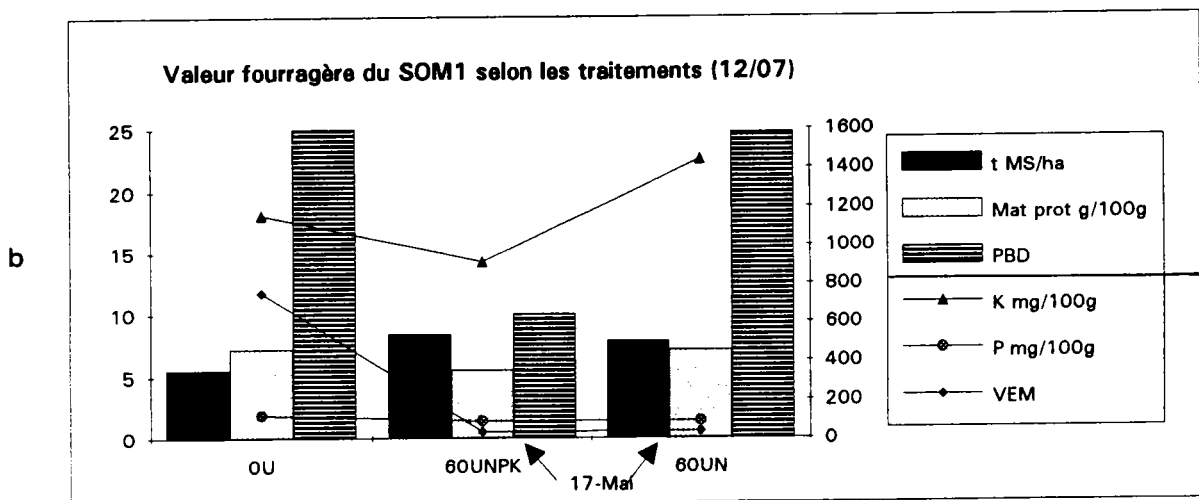
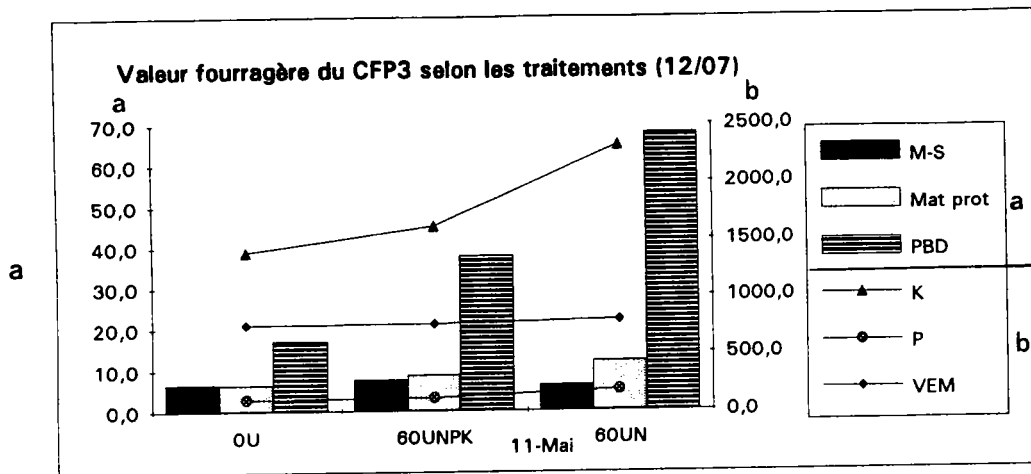


Figure d:

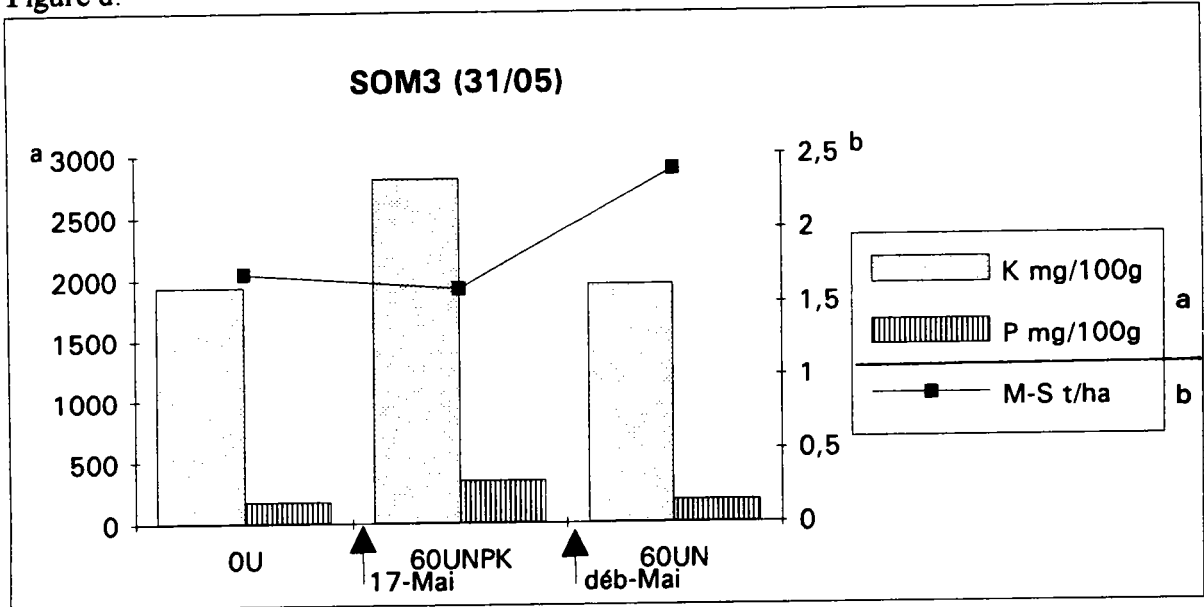
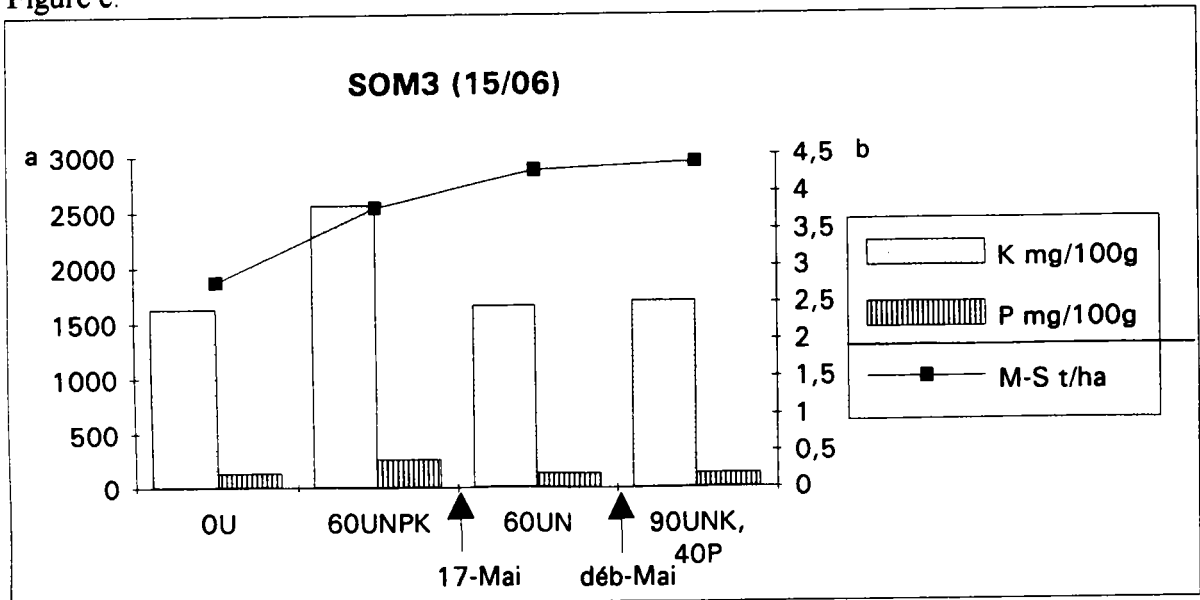


Figure e:



	Meuse à Mouzay	nappe phréatique à Mouzay	différence	%	source
HCO ₃ ⁻ mg/l	239	350	+111	+46 %	géochimie du substrat
N-NO ₃ ⁻ µg/l	2500	25	-2475	-99 %	cycle biogéochimique
P-PO ₄ ³⁻ µg/l	30,5	16	-14,5	-47 %	cycle biogéochimique
SO ₄ ²⁻ mg/l	30,4	26,3	-4,1	-13 %	atmosphère
Cl ⁻ mg/l	13	7,25	-5,75	-44 %	-
Na ⁺ mg/l	6,3	3,8	-2,5	-40 %	-
K ⁺ mg/l	2,45	0,95	-1,5	-61 %	cycle biogéochimique
Ca ²⁺ mg/l	81,2	108	+26,8	+33 %	géochimie du substrat
Mg ²⁺ mg/l	6,3	5,5	-0,8	-13 %	géochimie du substrat
N-NH ₄ ⁺ µg/l	53,2	277	+223,8	+421 %	fertilisation azotée

Tableau 1: Concentrations en éléments minéraux des eaux de surface (canal à Mouzay) et des eaux souterraines dans le secteur de Mouzay
d'après KREBS, 1995.

	années Secteurs	1979/70	1988/79	1988/70
Nombre d'exploitations %	Vallée	-18	-11	-27
	Meuse	-16	-3,5	-19
Chefs d'exploitation %	Vallée	-24	-23	-40
	Meuse	-18	-21	-35
SAU %	Vallée	27	10	39
	Meuse	23	4	27
STH %	Vallée	-3,3	-6,7	-9,7
	Meuse	-3,5	-8,8	-12,3
Terres labourables %	Vallée	3	7,3	10,3
	Meuse	3,4	8,6	12

Tableau 2: Evolution du nombre d'exploitations agricoles du département de la Meuse et de la vallée alluviale depuis 1970

d'après NOGUEIRA (1995)

Tableau 3: Cahier des charges pour chaque contrat article 19.

Niveau de contrat	A	B	C	E
*Maintenance en prairie naturelle	+	+	+	Conversion des terres labourées en prairies permanentes A partir de la 2 ^{ème} année exploitation de la surface concernée selon les contraintes A,B ou C.
*Fauçonnage après le	15/07	01/07	15/06	
*Non utilisation de produits phytopharmaceutiques	+	+	+	
*Fumure minérale limitée à: N u/ha P u/ha K u/ha	30 15 15	30 15 15	60 30 30	Fumure minérale limitée pour la première année à: N=60 u/ha, P=30 u/ha et K=30 u/ha
*Conservation et entretien des éléments du paysage (haies, bosquets ...)	+	+	+	+
*Montant de la prime en F/ha/an	1400	900	300	2000

INDICATEURS BIOLOGIQUES RETENUS POUR ETABLIR CE CAHIER DES CHARGES

CONTRAT A: pas de fauche avant le 15 juillet Sur des secteurs sensibles d'un point de vue Floristique et Faunistique	Les poussins du Râle pourront s'envoler avant la fauche La Gratiolle pourra boucler son cycle reproducteur
CONTRAT B: pas de fauche avant le 1er juillet Sur des secteurs un peu moins sensibles	Pour assurer l'envol des poussins du Courlis cendré
CONTRAT C: pas de fauche avant le 15 juin Zones tampons, possédant un plus faible intérêt	Peut permettre à des oiseaux comme le Tarier d'Europe ou la Bergeronnette printanière d'élever au moins une nichée Assure le maintien de la composition floristique de la prairie naturelle

Tableau 4: Stations de prélèvements d'échantillons de sol

<i>Localisation</i>	<i>Exploitation</i>
(1) Mégaphorbiaie, SOM3	Fauche après 15/07, pas d'engrais
(2) GOF1, Luzy	Fauche 01/07, pas d'engrais
(3) ACNAT, zone en défend	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement
(4) ACNAT, SOM1	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement
(5) GOF1, Mouzay	Fauche 15/06, pas d'engrais
(6) Mégaphorbiaie, bord ACNAT	Fauche après 15/07, pas d'engrais
(7a) ACNAT, SOM3, surface	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement
(7b) ACNAT, SOM3, profondeur	
(8) ACNAT, CFP3	Zone de déprise après culture (?)
(9) SOM3, Mouzay	Fauche 01/07, engrais 60UNPK puis 0
(11) CFP1, Charny	??
(12) Phalaridaie, Dieue	Fauche irrégulière, sol gorgé d'eau
(13) CFP3, Mouzay	Fauche vers le 01/06, 60U NPK
(14) SOM1, Luzy	Fauche 01/07, pas d'engrais
(15) SOM1, Luzy	Fauche 15/06, 90U N, 18P, 45K et 60N en 2ème coupe
(16) GOF1, Luzy	Fauche 15/06, 90U N, 18P, 45K et 60N en 2ème coupe
(17) SOM3-GOF1, Luzy	Fauche 15/05, 65N, 40P, 90K et 60N en 2ème coupe
(18) SOM3-GOF1, Luzy	Fauche 01/06, 100U NPK
(19) SOM1-2, Mouzay	Fauche 15/05, 100U NPK et 60N en 2ème coupe
(20) SOM2, Mouzay	Fauche 15/07, pas d'engrais
(21) SOM2, Luzy	Fauche 15/06, 60U N + PK (fumier)

Tableau 5: Stations suivies pour les inondations

groupement	nombre de stations suivies	relevé de végétation
CFP1	1 station prairie de Mouzay	R22
CFP2	1 station prairie de Mouzay	R10
CFP3	1 station prairie de Mouzay	R19
SOM1	2 stations à Mouzay et Luzy	R75 et 69
SOM2	2 stations à Mouzay et Luzy	R 73 et 60
SOM3	2 stations à Mouzay et Luzy	R1 et 74
GOF1	2 stations à Mouzay et Luzy	R 9 et 68
GOF2	1 station prairie de Mouzay	R3
GOF3	1 station prairie de Mouzay	R83

Tableau 6: Comparaison des fréquences obtenues par les différents modes d'estimation de la végétation

FREQUENCES	STATION A			STATION B		
	Q1-5	D1-1	R65-AD	Q1-16	D1-4	R76-AD
Nombre d'espèces	25	27	48	23	27	44
<i>Arrhenatherum elatius</i>	28	24	25-50	12	12	5
<i>Festuca rubra</i>	62	84	25-50	92	100	50
<i>Elumus repens</i>	34	100	1-5	20	68	5
<i>Festuca pratensis</i>	40	56	25	12	8	+
<i>Poa trivialis</i>	12	44	1-5	24	40	1-5
<i>Lathyrus pratensis</i>	62	96	5	26	76	5
<i>Carex hirta</i>	20	20	+	~	~	+
<i>Glechoma hederaceum</i>	24	32	1-5	~	~	+
<i>Potentilla reptans</i>	30	48	5-25	2	12	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	64	1-5	16	84	5-25
<i>Galium verum</i>	26	48	5-25	32	52	5-25
<i>Plantago lanceolata</i>	16	28	5-25	6	52	1-5
<i>Festuca arundinacea</i>	14	28	1-5	34	96	1-5
<i>Filipendula ulmaria</i>	2	4	+	~	~	+
<i>Lotus corniculatus</i>	16	44	1-5	32	76	25
<i>Equisetum palustre</i>	2	8	+	~	~	~
<i>Trifolium pratense</i>	6	12	+	~	16	5-25
<i>Colchicum autumnale</i>	2	4	1-5	~	~	+
<i>Ranunculus acris</i>	4	12	1-5	14	44	1-5
<i>Bromus racemosus</i>	2	24	+	~	~	~
<i>Poa pratensis</i>	8	16	1-5	8	24	1-5
<i>Silaum silaus</i>	4	~	+	2	4	1-5
<i>Centaurea jacea</i>	2	~	+	40	56	25
<i>Polygonum amphibium</i>	2	~	+	~	~	+
<i>Ranunculus repens</i>	2	~	1-5	22	36	5-25
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	~	+	4	4	+
<i>Crepis biennis</i>	2	~	+	2	~	~
<i>Deschampsia caespitosa</i>	~	12	+	~	~	~
<i>Taraxacum officinale</i>	~	20	+	~	24	1-5
<i>Carex tomentosa</i>	~	4	+	~	~	~
<i>Phleum pratense</i>	~	16	+	10	32	1-5
<i>Leucanthemum vulgare</i>	~	4	+	~	4	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	~	4	5	~	~	~
<i>Avenula pubescens</i>	~	4	+	~	~	~
<i>Lysimachia numularia</i>	~	12	+	~	~	+
<i>Peucedanum carvifolia</i>	~	4	+	6	~	1-5
<i>Hordeum secalinum</i>	~	~	+	4	12	+
<i>Alium sp.</i>	~	~	~	2	~	+
<i>Cerastium fontanum</i>	~	~	+	~	8	+
<i>Senecio aquaticus</i>	~	~	~	~	4	+
<i>Lolium perenne</i>	~	~	~	~	8	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	~	~	~	~	8	+
<i>Vicia cracca</i>	~	~	+	~	~	5-25

D: METHODE QUANTITATIVE SELON DE VRIES (poignées)

Q : METHODE QUANTITATIVE SELON DAGET ET POISSONET

R : METHODE SEMI-QUANTITATIVE EN A-D

Tableau 7: Validation des résultats obtenus pour les prélèvements de biomasse végétale de la Meuse

Résultats de la Meuse, échantillons de 25cmx 25cm:

13 Mai	Ecart type	Moyennes	Coef. de variation
GOF	1,615291511	8,825	18,30358653
GOF 90	0,40824829	6,1	6,692594926
SOM3-GOF 90	1,374469595	15,825	8,685431878
SOM3 100	1,744515214	24,85	7,020181949
SOM2	1,132475165	12,425	9,114488252
SOM1	1,304798835	13,275	9,828993108
SOM3 (BT)	1,408012784	11,875	11,85694976
SOM1 100*	1,18708326	35,725	3,322836278
SOM2 100	0,98319208	19,4	5,068000414
SOM1 100	0,914694849	19,25	4,751661553
SOM1 60NPK	0,489897949	17,4	2,815505451
SOM2 60	2,493324421	15,85	15,73075344
		Moy	8,599248629
		ecart type	4,787530728

14 Juin	Ecart type	Moyennes	Coef. de variation
MNPK	4,534589287	37,175	12,1979537
SOM2	0,776208735	26,525	2,926328878
HN	1,995828984	31,45	6,346038105
SOM2 100	2,914904229	27,55	10,58041463
HT	1,340087062	34,125	3,926995053
BN	2,780137886	26,725	10,40276103
BNPK	2,825331839	23,675	11,93381981
BT	3,539656292	17,275	20,4900509
SOM2 100	9,155826924	36,625	24,99884484
SOM1 100	3,753553872	35,325	10,62577175
GOF 90	2,276693509	18,95	12,01421377
GOF	1,345052663	20,325	6,61772528
MN	3,217012071	42,775	7,520776321
SOM2 60	2,285278976	32,325	7,069695209
HNPK	2,114040365	37,575	5,626188597
MT	1,293573861	26,5	4,881410795
		Moy	9,884936791
		ecart type	5,88327075

Comparaisons: Meuse 17/05 et 15/06

variance pondérée	29,7004189
valeur du test	0,61776878
valeur seuil, à 1%	2,479

nb ddl
26

17 Juin	Ecart type	Moyennes	Coef. de variation
HNPK	1,12398102	22,85	4,918954136
BT	3,801205949	11,925	31,87594087
HT	1,930457631	28,4	6,797386026
HN	1,855622088	28,45	6,522397497
SOM2 100	2,951129727	18,575	15,88764321
BN	3,528337663	14,325	24,63062941
SOM2	2,358495283	17,875	13,19437921
MT	1,322560648	20,125	6,571729926
GOF90	1,109053651	10,25	10,82003562
MNPK	2,430877756	19,275	12,61155775
SOM2 60	1,108677891	18,525	5,984765945
GOF	2,218107301	13,9	15,95760648
SOM3 100	1,360147051	19,75	6,886820511
SOM1 100	1,733012791	23,65	7,327749644
BNPK	1,607015868	9,725	16,52458476
MN	1,878829423	29,55	6,358136795

17 Juin	Ecart type	Moyennes	Coef. de variation
BT	3,505590773	26,625	13,16653811
HNPK	1,931105038	46,775	4,12849821
HN	3,968521975	38,925	10,19530373
MN	1,730125236	53,1	3,258239616
BN	2,796426291	39,2	7,133740538
MNPK	3,269429104	50,125	6,522551829
MT	1,785823806	36,725	4,862692461
BNPK	2,54099718	35,25	7,208502637
HT	3,400980251	40	8,502450627
GOF	1,645954637	40,325	4,081722596
SOM2	3,861239007	40,875	9,446456285

15 Juillet	Ecart type	Moyennes	Coef. de variation
BN	2,028751669	43,525	4,661118136
BT	2,317146233	24,475	9,46740034
BNPK	1,42126704	31,8	4,469393209
MN	3,807886553	48,2	7,90017957
MT	3,229034944	34,1	9,469310685
MNPK	3,639940476	52,725	6,903632955
HN	2,255918143	35,475	6,359177287
HT	3,410156399	37,375	9,124164279
HNPK	3,634441727	44,325	8,199530123
SOM2	2,976995129	42,875	6,943428873

Résultats Loire (Magnanon), échantillons de 50cmx 50cm

15/05 et 30/05

Coef. de variation

- 7,05
- 2,56
- 11,3
- 17,9
- 8,45
- 17,9
- 5,17
- 10,9
- 4,18
- 1,28
- 11,88
- 10,4
- 1,75
- 13,96
- 7,8
- 4,6

Comparaison des valeurs de la Loire (17 et 30 Mai) et de la Meuse 17 Mai

variance pondérée	25,68264828
valeur du test	0,016405016
valeur seuil, à 1%	2,479

Moy 8,5675
ecart type 5,2638636

Tableau 9: Comparaison de la *Colchico-Festuco-Festucetum* des différentes plaines alluviales

PRAIRIES	MEUSE	SAONE moyenne	Champagne cray.	SEINE	ESCAUT	FAGNE
<i>Auteurs</i>	<i>Grev.</i>	<i>Trivaudoy</i>	<i>Diéler-Royer</i>	<i>Frioux et al.</i>	<i>Lericq</i>	<i>Sougez-Limb.</i>
<i>Nom du groupement</i>	<i>CFP</i>	<i>Dauce-Arrhenatheretum</i>	<i>CFP</i>	<i>Herdes-Arrhenatheretum</i>	<i>Arrhenatherale</i>	<i>Pré de fauche</i>
<i>nombre de relevés</i>	52	14	20	17	19	47
Caractéristiques d'association, d'alliance et d'ordre:						
<i>COLCHICUM AUTUMNALE</i>	IV	IV	V	IV	I	III
<i>FESTUCA PRATENSIS</i>	V	V	V	V	II	III
<i>DACTYLIS GLOMERATA</i>	V	V	V	IV	IV	V
<i>PEUCEDANUM CARVIFOLIA</i>	V		II	I		
<i>ARRHENATHERUM ELATIUS</i>	IV	V	V	V	IV	IV
<i>ANTHRISCUS SILVESTRIS</i>	I			I	I	III
<i>KNAUTIA ARVENSIS</i>	II	IV	I			III
<i>GALIUM VERUM</i>	V	IV	V	IV	I	II
<i>TRIFOLIUM REPENS</i>	II	I		III	II	V
<i>LATHYRUS PRATENSIS</i>	III	IV	II	V	III	IV
<i>DAUCUS CAROTA</i>	I	II	II	IV	I	I
<i>ALLIUM VINEALE</i>		II	II	II		I
<i>TRisetum FLAVESCENS</i>	II	III	III	II	II	V
<i>MEDICAGO LUPULINA</i>	I	II	I		II	III
<i>SCABIOSA COLUMBARIA</i>	I	II	I			
<i>CLAUDINA FRAGILIS</i>			I	I		
<i>CENTAUREA THUILLIERI</i>			II	V		
<i>HERACLEUM SPHONDYLJUM</i>	III	V		I	V	V
<i>VICIA SATIVA</i>	I	III			I	II
<i>GALIUM MOLLUGO</i>	I	I	II		I	II
<i>VERONICA CHAMAEDRYIS</i>	I	I		I		IV
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	III	I	I	I	III	III
<i>LOTUS CORNICULATUS</i>	V	IV	IV	IV	I	III
<i>TRAGOPOGON PRATENSIS</i>	II	I	IV	III	I	II
Agrostio-Arrhenatheretea						
<i>TRIFOLIUM PRATENSE</i>	V	III		V	IV	V
<i>POA TRIVIALIS</i>	II	V	III	V	I	III
<i>LEONTODON AUTUMNALIS</i>	I		I			I
<i>CERASTIUM FONTANUM</i>	IV	IV	I	IV	IV	IV
<i>CREPIS BIENNIS</i>	IV	V	IV	III	IV	IV
<i>RUMEX ACETOSA</i>	IV	IV	I	III	IV	IV
<i>CENTAUREA JACEA ou NIGRA</i>	V	IV	IV	IV	V	I
<i>PLANTAGO LANCEOLATA</i>	V	V	IV	IV	V	V
<i>HOLCUS LANATUS</i>	II	V	II	V	IV	V
<i>LEUCANTHEMUM VULGARE</i>	III	III	IV	I	IV	V
<i>PHLEUM PRATENSE</i>	III	II	II	IV	II	I
<i>BELLIS PERENNIS</i>	III		II	III	III	III
<i>RANUNCULUS ACRIS</i>	V		V	V	V	V
<i>TARAXACUM OFFICINALE</i>	IV	IV	IV	V	III	V
<i>VICIA CRACCA</i>	II	II	V	III	IV	II
<i>POA PRATENSIS</i>	IV		III	II	III	III
<i>FESTUCA RUBRA</i>	V	IV	III	IV	III	V
<i>BROMUS RACEMOSUS</i>	II	II	I	III		J
<i>AJUGA REPTANS</i>	III	II	II	II		IV
<i>ANTHOXANTHUM ODORATUM</i>	III	V	III	III	IV	IV
<i>RUMEX CRISPUS</i>	I	III	I	IV	I	I
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	I	II	II	IV	II	II
<i>ELYMUS REPENS</i>	I		III	IV	II	I
<i>AGROSTIS STOLONIFERA</i>	I	II	II	V	I	I
<i>LYCHNIS FLOS-CUCULI</i>	II	III	I	II	III	I
<i>CAREX HIRTA</i>	I		II	IV	I	I
<i>RANUNCULUS REPENS</i>	II	I	II	IV	II	
<i>LOLIUM PERENNE</i>	III	II	I	V	II	IV
<i>POTENTILLA REPTANS</i>	II	I	III	II	II	II
<i>VIOLA ELATIOR</i>			II			
<i>FESTUCA ARUNDINACEA</i>	II		I		I	I
Filpenduletalia						
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	II	I	II	II	V	III
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	I		I	I	III	
Mesobromion et Festuco-Brometea						
<i>BROMUS ERECTUS</i>	III	I	III			I
<i>RANUNCULUS BULBOSUS</i>	II		II	I		II
<i>PIMPINELLA SAXIFRAGA</i>	III		II	I		II
<i>SENECIO JACOBAEA</i>	II	I	II	I		III
<i>PRIMULA VERIS</i>	III	II	II	I	I	III
<i>BRIZA MEDIA</i>	I		II	I	I	II
<i>BRACHYPODIUM PINATUM</i>			I	I		
<i>SALVIA PRATENSIS</i>	I		I			I
<i>SANGUISORBA MINOR</i>	IV	III	I			IV
<i>LEONTODON HISPIDUS</i>	III	II	I		II	III
<i>KOBLERIA PYRAMIDATA</i>	I		I			I
Molinion						
<i>SILVUM SILVUS</i>	I	I	I	III	III	I
<i>OPHIOGLOSSUM VULGATUM</i>				II	I	
<i>STACHYS OFFICINALIS</i>		I				II
<i>LINUM CATHARTICUM</i>		I	II			
<i>GENISTA TINCTORIA</i>			II			
<i>SUCCISA PRATENSIS</i>		I	I		I	I
Compagnes						
<i>ONOBRYCHIS VICIFOLIA</i>	I					
<i>THYMUS PULEGIODES</i>	I					I
<i>VERONICA TEUCRIUM</i>	I					
<i>CAMPANULA ROTUNDIFOLIA</i>	I					I
<i>ACHILLEA MILLEFOLIUM</i>	I	I			II	III
<i>GLECHOMA HEDERACEUM</i>	II		II	I	II	I
<i>SENECIO AQUATICUS</i>	I	I			I	I
<i>ALCHEMILLA XANTHOCHLORA</i>						III
<i>CIRSIUM PALUSTRE</i>					I	II
<i>LOTUS PEDUNCULATUS</i>					I	II
<i>VIOLA HIRTA</i>			I		I	I
<i>CAMPANULA PATULA</i>		II				
<i>AGROSTIS CAPILLARIS</i>				I		IV

Tableau 10: Comparaison des sous-unités du *Colchico-Festucetum pratensis*

Sous-unités correspondant à la sous-association:

Zone d'étude

	brometosum erecti			typicum			filipenduletorum		
	Meuse	Champagne Crayeuse	Sambre	Meuse	Champagne Crayeuse	Saône "base"	Meuse	Escaut Lericq	Seine
Auteurs	Grevis	Didier, Royer	Gelu	Grevis	Didier, Royer	Duvigneaud	Grevis	Lericq	Frileux et al.
Nombre de relevés:	14	8	12	26	12	42	12	19	17
Espèces différentielles des sous-unités									
ANTHRISCUS SILVESTRIS	III		II					I	
VICIA SATIVA	II		II					I	
SCABIOSA COLUMBARIA	I	II							
VERONICA CHAMAEDRYS	III		II					I	
SALVIA PRATENSIS	III	II	II			I			
KNAUTIA ARVENSIS	V	II	II	I					
BROMUS ERECTUS	V	V	II	III	I		I		
RANUNCULUS BULBOSUS	IV	IV	IV	II	I	V			I
PIMPINELLA SAXIFRAGA	IV	IV	IV	III	I		I		
SILAUM SILAUS		I		II	I	II	V	III	III
SENECIO AQUATICUS				I		I	II	I	
LYCHNIS FLOS-CUCULI				I	I	I	III	III	II
AGROSTIS STOLONIFERA			I	I		II	III	I	V
CAREX HIRTA				I	III	II	I	I	IV
FESTUCA ARUNDINACEA	I			II	I	I	II	I	
HORDEUM SECALINUM	I			I	II	II	II		IV
ELYMUS REPENS		I		I	IV		III		II
RANUNCULUS REPENS				II		II	III	II	IV
EQUISETUM ARVENSE					I	II	I	II	I
FILIPENDULA ULMARIA	I			II	III		V	II	V
SYMPHYTUM OFFICINALE					I		IV	III	I
CAREX DISTICHA							I	I	
THALICTRUM FLAVUM							I	I	
PHRAGMITES AUSTRALIS							II	I	
Espèces caractéristiques et différentielles du CFP									
COLCHICUM AUTUMNALE	IV	V		IV	V	III	V	I	IV
FESTUCA PRATENSIS	III	V	III	III	V	V	IV	II	V
DACTYLIS GLOMERATA	V	V	V	V	V	V	IV	IV	IV
LEUCANTHEMUM VULGARE	III	V	V	III	IV	V	IV	IV	I
PEUCEDANUM CARVIFOLIA	V	II		V	II		IV		I
ARRHENATHERUM ELATIUS	V	V	V	IV	V	V	V	IV	V
Compagnes:									
ONOBRYCHIS VICIFOLIA	II								
THYMUS PULEGIOIDES	I								
VERONICA TEUCRIUM	II								
KOELERIA PYRAMIDATA	II								
ORNITHOGALUM UMBELLATUM	I	II		I	II				
STELLARIA GRAMINEA			I	I					
DAUCUS CAROTA	I	IV	III	I	I	V		IV	I
MEDICAGO LUPULINA	II	II	IV	I	I	III		II	
GALIUM MOLLUGO	II		I	I				I	
TRisetum FLAVESCENS	III	V	V	II	I	I		II	II
ACHILLEA MILLEFOLIUM	II		IV	I		II		II	
SANGUISORBA MINOR	V		I	IV			II		
SENECIO JACOBAEA	IV	II	II	II	II	III	II		I
HERACLEUM SPHONDYLUM	IV		IV	II			I	V	I
PRIMULA VERIS	III	II	III	III	I		II	I	I
BRIZA MEDIA	I	V	IV	I	I	V	I	I	I
TRAGOPOGON PRATENSIS	II	IV	III	I	IV	V	III	I	III
AJUGA REPTANS	II	III		III	II	II	III	I	II
AYENULA PUBESCENS	V		III	IV		I	II		
CERASTIUM FONTANUM	V		III	IV		II	IV	IV	III
CREPIS BIENNIS	II	IV	III	V	IV		V	IV	III
CYNOSURUS CRISTATUS			IV	I		I	I	I	IV
LEONTODON HISPIDUS	III	I	II	II	I	III	IV	II	
HOLCUS LANATUS	II	I	V	II	II		III	IV	V
FESTUCA RUBRA	IV	V	V	V	III	V	V	III	IV
GALIUM VERUM	IV	V	III	V	V	V	V	I	IV
RUMEX ACETOSA	III	I	III	IV	II	III	V	IV	III
ALOPECURUS PRATENSIS	II		I	III	II	I	IV	III	I
ANTHOXANTHUM ODORATUM	III		III	III	II	III	II	IV	III
BELLIS PERENNIS	IV	IV	III	III	I	III	I	III	III
CONVOLVULUS ARVENSIS	II	IV	III	I	III	IV	I	I	
CENTAUREA JACEA	V	V	V	IV	IV	V	V	V	
PLANTAGO LANCEOLATA	IV	V	IV	V	V	V	V	V	IV
LOLIUM PERENNE	III	I	III	III	I		III	II	V
LATHYRUS PRATENSIS	III	II	III	III	II	I	IV	III	V
PHLEUM PRATENSE	II	I	I	III	III	III	IV	II	IV
POTENTILLA REPTANS	II	II		II	III	II	III		II
LOTUS CORNICULATUS	V	V	IV	V	IV	V	IV	I	III
POA PRATENSIS	V	III	IV	IV	III	V	IV	III	II
RANUNCULUS ACRIS	IV	V	V	V	V	III	V	V	V
TRIFOLIUM PRATENSE	IV	V	IV	V	III	V	V	IV	V
TRIFOLIUM REPENS	III	II	I	II	II	IV	I	II	III
TARAXACUM OFFICINALE	IV	IV	IV	V	V	V	IV	III	V
BROMUS RACEMOSUS	II			II	I	IV	II		III
VICIA CRACCA	I	V		II	V	II	III	IV	III
CARDAMINE PRATENSIS		I	I	I	II	I	I	II	IV
GLECHOMA HEDERACEUM		II		II	III		III	II	I
RUMEX CRISPIUS	I			I	I		III	I	IV
POA TRIVIALIS		IV	IV	I	IV	II	IV	I	V
BROMUS HORDEACEUS			II	I		I	I	III	I
EQUISETUM PALUSTRE				I	I		II	III	I
PRUNELLA VULGARIS		I	I		II	V	I		II
ACHILLEA PTARMICA					II		I	I	
CIRSIUM ARVENSE	I		III		I		I		
PLANTAGO MEDIA	I		III	I		I			
GAUDINIA FRAGILIS		I				II			I
ALLIUM VINEALE		II	I		II	III			
RHINANTHUS MINOR						II		III	V
AUTRES ESPECES	24	7	11	15	8	9	22	8	6

Tableau 11: Originalités floristiques du CFP des différentes vallées alluviales

PLAINE ALLUVIALE NOM DU GROUPEMENT	ORIGINALITE FLORISTIQUE
MEUSE Colchico-Festucetum brometosum erecti typicum filipenduletosum	Présence d'un lot important d'espèces à tendances xérophiles (Thymus pulegioides, Veronica teucrium, Onobrychis viciifolia) Présence de Peucedanum carvifolia
SAONE BASSE Arrhenatherum alluviale	Influence méditerranéo-atlantique (Gaudinia fragilis), adondance Daucus carota
SAONE MOYENNE Dauco-Arrhenatherum alluviale brometosum erecti	Présence d'espèces oligotrophes: Linum catharticum, Succisa pratensis, Stachys officinalis...
CHAMPAGNE CRAYEUSE Colchico-Festucetum brometosum erecti typicum	Influence méditerranéo-atlantique à médioeuropéenne Gaudinia fragilis, Centaurea thuillieri, Viola elatior
SEINE Hordeo-Arrhenatheretum elatioris	Tonalité atlantique forte , abondance Oenanthe silaifolia Gaudinia fragilis, Centaurea thuillieri
ESCAUT Arrhénathéraie alluviale	Raréfaction de Colchicum autumnale

Tableau 13: Comparaison du Senecioni-Oenanthetum media de différentes plaines alluviales

PRAIRIES	Champagne crayeuse	MEUSE	VOIRE	OISE	SEINE	FAGNE et FAMENNE
AUTEURS	DIDIER et ROYER	GREVILLIOT	ROYER et DIDIER	BOURNERIAS	FRILEUX	SOUGNEZ et LIMBOURG
nombre de relevés	43	47	24	29	28	22
Senecioni- Oenanthetum et Bromion racemosi						
<i>Oenanthe silaifolia</i>	II	II	V	V	IV	
<i>Senecio aquaticus</i>	I	III	III	V	I	I
<i>Bromus racemosus</i>	I	III	III	III	IV	V
<i>Hordeum secalinum</i>	I	III	III	III	IV	II
Agrostietalia et Agrostienea						
<i>Elymus repens</i>	V	IV	II	V	I	I
<i>Ranunculus repens</i>	V	V	III	V	V	V
<i>Agrostis stolonifera</i>	V	IV	V	I	V	III
<i>Rumex crispus</i>	V	IV	IV	IV	V	I
<i>Potentilla reptans</i>	IV	II	I	III	I	III
<i>Trifolium fragiferum</i>	I	I	I	I	II	
<i>Achillea ptarmica</i>	IV	III	III	II	I	III
<i>Alopecurus pratensis</i>	II	V	V	V	I	IV
<i>Lysimachia nummularia</i>	II	I	V	III	II	V
<i>Cardamine pratensis</i>	II	II	III	IV	IV	IV
<i>Carex hirta</i>	II	II	I	I	II	III
<i>Viola elatior</i>	I					
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		IV	IV	II	III	V
<i>Mentha aquatica</i>	II	I	I	II	I	
<i>Galium palustre</i>	II	II	IV	IV	III	III
Agrostio-Arrhenatheretea						
<i>Poa trivialis</i>	V	V	V	V	III	V
<i>Holcus lanatus</i>	I	III	IV	II	III	V
<i>Cynosurus cristatus</i>		I	IV	I	III	IV
<i>Vicia cracca</i>	IV	IV	II	V	IV	II
<i>Phleum pratense</i>	III	IV	V	I	V	II
<i>Plantago lanceolata</i>	II	V	I	IV	III	
<i>Taraxacum officinale</i>	III	V	III	V	IV	V
<i>Crepis biennis</i>		IV	I	I	I	III
<i>Cerastium fontanum</i>		III		I	II	V
<i>Centaurea jacea</i>	III	V	V			I
<i>Leontodon autumnalis</i>		II	V	III	I	I
<i>Bellis perennis</i>		I				III
<i>Festuca pratensis</i>	III	IV	V	III	V	
<i>Ranunculus acris</i>	III	IV	III	II	IV	V
<i>Leucanthemum vulgare</i>	I	II	I			II
<i>Poa pratensis</i>	I	IV			II	II
Arrhenatheretalia						
<i>Galium verum</i>	II	III			I	I
<i>Lathyrus pratensis</i>	II	V	I	III	IV	V
<i>Peucedanum carvifolia</i>	I	II				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	I	III	I	I		II
<i>Dactylis glomerata</i>	I	I		I		I
<i>Lolium perenne</i>	I	II	II	III	V	IV
<i>Colchicum autumnale</i>	I	II			I	IV
<i>Centaurea thuillieri</i>	I				IV	
<i>Trifolium repens</i>	I	IV	III	III	III	V
Filipenduletalia						
<i>Thalictrum flavum</i>	III	II			I	
<i>Symphytum officinale</i>	III	IV		II	I	
<i>Filipendula ulmaria</i>	III	V	II	II	IV	V
Autres espèces						
<i>Silaum silaus</i>	III	IV	I	III	II	IV
<i>Lotus corniculatus</i>	III	IV	II	I	II	III
<i>Glechoma hederacea</i>	II	IV		I	I	
<i>Inula britannica</i>	I		I			
<i>Leontodon hispidus</i>		II				
<i>Oenanthe fistulosa</i>	I	I	II	II		
<i>Stellaria palustris</i>	I	I	II	I		
<i>Scorzonera humilis</i>		I	I			II
<i>Succisa pratensis</i>			I			II
<i>Genista tinctoria</i>	I					
<i>Serratula tinctoria</i>						I
<i>Gaudinia fragilis</i>					I	
<i>Lotus pedunculatus</i>			II	II		III
<i>Cirsium palustre</i>						II
<i>Molinia caerulea</i>						II
<i>Agrostis canina</i>						I
<i>Centaurea pratensis</i>						III
<i>Stachys officinalis</i>						II
<i>Nardus stricta</i>						I
<i>Ophioglossum vulgatum</i>					I	I
Espèces non citées	38	29	27	28	20	22

Tableau 14: Comparaison des sous-unités du *Senecioni-Oenanthetum mediae*

Sous-unités correspondant à la sous-association meusienne:	colchicetosum			typicum		myocetosum					
	Meuse	Escout	Champagne Crayeuse	Meuse	Seine	Meuse	Sambre	Champagne Crayeuse	Seine	Voire	Oise
Auteurs	Grev.	Lericq	Didier, Royer	Grev.	Frileux et al.	Grev.	Gehu	Didier, Royer	Frileux et al.	Royer, Didier	Bourmerias et al.
nombre de relevés	17	12	16	10	13	20	10	27	15	16	19
Espèces caractéristiques de l'association											
OENANTHE SILAIFOLIA	I		II	II	V	I	II	II	III	V	V
SENECIO AQUATICUS	II	I	I	I	I	IV	V	II	I	III	V
Espèces différentielles des sous-unités											
COLCHICUM AUTUMNALE	IV	II	I		I						
LEONTODON HISPIDUS	II	II	I	I		I					
DACTYLIS GLOMERATA	III	III	II		II		I				
ARRHENATHERUM ELATIUS	V	IV	II	II		I		I		I	I
PEUCEDANUM CARVIFOLIA	III	I	I	I							
LEUCANTHEMUM VULGARE	IV	III	III			I				I	I
GALIUM VERUM	V	II	IV	IV	I	I		I			
PRUNELLA VULGARIS	II	III	I		I	I					I
CONVOLVULUS ARVENSIS	II		IV		II			II			
GALIUM PALUSTRE	I	I	I	III	I	IV	V	III	IV	I	IV
ELEOCHARIS PALUSTRIS						I	II	I		I	II
OENANTHE FISTULOSA				I		I	II	I		I	II
MENTHA AQUATICA						I		III	I	I	II
CALTHA PALUSTRIS				I		II	V	II	II		
CAREX VULPINA s.l.						I	III			II	III
STELLARIA PALUSTRIS						II		I		I	I
MYOSOTIS SCORPIOIDES		II				IV	V		III	I	III
IRIS PSEUDACORUS						II	I		I	II	
Espèces compagnes:											
CERASTIUM FONTANUM	III	IV		III	III	II	III				
PHLEUM PRATENSE	V	II	IV	V	V	III	III	III	V	V	
POA PRATENSIS	V	IV	II	III		III	IV	I			
RANUNCULUS ACRIS	V	V	V	III	V	III	II	I	IV	III	II
CYNOSURUS CRISTATUS		II		I	V	I	II			IV	
HORDEUM SECALINUM	III		II	III	V	II	I	I	IV		IV
HOLCUS LANATUS	II	V	I	III	V	IV	III	I		IV	II
RUMEX ACETOSA	IV	V		IV	I	III	III		I	IV	I
ALOPECURUS PRATENSIS	V	II	III	V	I	IV	V	II	I	V	V
CENTAUREA JACEA	V	V	IV	V		IV	I	II		V	
PLANTAGO LANCEOLATA	V	V	III	IV	III	IV	I	II	III	II	IV
LOLIUM PERENNE	III	I	I	III	V	I	II		V	IV	IV
LATHYRUS PRATENSIS	V	V	III	V		V	III	I	IV	III	IV
POTENTILLA REPTANS	III	II	IV	III	I	II		IV	I	II	IV
LOTUS CORNICULATUS	V	III	III	IV	III	III		II	I	II	I
TRIFOLIUM PRATENSE	V	V		IV	V	IV	III	V	II	II	IV
TRIFOLIUM REPENS	III	I	I	IV	IV	IV	V	I	III	III	IV
TARAXACUM OFFICINALE	V	V	IV	V		V	II	III	IV	IV	V
BROMUS RACEMOSUS	III	IV	I	III	V	III	II	IV	IV	V	IV
CREPIS BIENNIS	V	IV		III	I	III	I			I	I
CIRSIUM ARVENSE	II		II	I	III			II			III
FESTUCA RUBRA	IV	I		II	III	II	II			I	
VICIA CRACCA	V	V	II	IV	II	IV		V	V	II	IV
FESTUCA PRATENSIS	IV	III	V	III	V	IV	V	IV	V	V	V
CARDAMINE PRATENSIS	II	II	II	III	V	III	IV	II	IV	III	
GLECHOMA HEDERACEUM	V	II		III	I	II		I	I		I
LEONTODON AUTUMNALIS	II	II		III	I	II	II		I	V	IV
FILIPENDULA ULMARIA	V	II	III	V	II	V	V	III	V	I	III
SILAUM SILAUS	IV	V	III	III	II	III		III	II	III	III
RUMEX CRISPUS	IV	I	IV	V	IV	IV	III	V	V	V	IV
POTENTILLA ANSERINA	II			II		II	I	I		I	
AGROSTIS STOLONIFERA	IV		V	IV	V	IV		V	V		I
POA TRIVIALIS	V	I	V	V		V	IV	V	V	V	V
LYCHNIS FLOS-CUCULI	III	IV		II	I	V	V		IV	IV	III
CAREX HIRTA	III	I	I	II	II	II	I	II	II	I	II
FESTUCA ARUNDINACEA	III		I	III	III	III					I
EQUISETUM PALUSTRE	I			I		I	I				
RANUNCULUS REPENS	V	III	V	V	V	V	V	V	V	V	V
ELYMUS REPENS	IV		V	IV	I	IV		V		III	V
SYMPHYTUM OFFICINALE	IV	IV	II	IV	II	IV		V	II		I
DESCHAMPSIA COESPITOSA	I		I	I	II	II	III	I	II		
THALICTRUM FLAVUM	I	I	II	II		II		III	II		III
PHALARIS ARUNDINACEA	I			II		III	I	I	II		II
ANTHOXANTHUM ODORATUM	I	III		II	IV	III	IV			IV	I
POLYGONUM AMPHIBIUM	III	I	I	II	I	IV	III	I	II	III	II
ACHILLEA PTARMICA	II	III	IV	III		IV	III	IV	I	II	I
TRIFOLIUM FRAGIFERUM			I		III	I		I	II		I
CAREX ACUTA						I	II	I		I	
PHRAGMITES AUSTRALIS					I	I	I				I
JUNCUS EFFUSUS						I	I			I	
LYTHRUM SALICARIA	I	I	I			II	II	I		I	
CAREX DISTICHA		I		I	II	II	V		II		III
Autres espèces	7	15	6	7	7	17	7	12	7	5	3

Tableau 15: Originalités floristiques du SOM des différentes vallées alluviales

PLAINE ALLUVIALE	ORIGINALITE FLORISTIQUE
<p>MEUSE Senecioni-Oenanthetum mediae colchicetosum typicum myosotetosum</p>	<p>Présence de Peucedanum carvifolia, Oenanthe silaifolia (en limite Nord d'aire de répartition) et Crepis biennis rare dans l'Ouest.</p>
<p>CHAMPAGNE CRAYEUSE Senecioni-Oenanthetum mediae ranunculetosum acris typicum</p>	<p>Influence méditerranéo-atlantique à médioeuropéenne Gaudinia fragilis, Centaurea thuillei, Viola elatior.</p>
<p>VOIRE Senecioni-Oenanthetum mediae hordeetosum</p>	<p>Présence d'espèces nitrofuges: Succisa pratensis, Ranunculus flammula, Lotus pedunculatus</p>
<p>AISNE Ranunculo repentis-Agropyretum repentis à Arrhenatherum typique</p>	<p>Grande homologie floristique avec la Meuse Absence de Peucedanum carvifolia Oenanthe silaifolia ponctuel</p>
<p>OISE Senecioni-Oenanthetum mediae</p>	<p>Grande homologie floristique avec la Meuse Absence de Peucedanum carvifolia</p>
<p>SEINE Pré de fauche hygrophile à Bromus racemosus moins hygrophile hygrophile</p>	<p>Influence méditerranéo-atlantique Gaudinia fragilis, Centaurea thuillei</p>
<p>ESCAUT Pré de fauche semi amélioré à Silaus</p>	<p>Absence d'Oenanthe silaifolia</p>
<p>SAMBRE Prairie à Bromus racemosus et Senecio aquaticus</p>	<p>Oenanthe silaifolia ponctuel</p>
<p>FAGNE-FAMENNE Pré humide à Brome et Colchique</p>	<p>Nombreuses espèces nitrofuges Succisa pratensis, Scorzonera humilis, Molinia caerulea</p>

Tableau 17: Comparaison du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae* de différentes plaines alluviales

PRAIRIES	LOIRE	Champagne crayeuse	VOIRE	MEUSE	SAONE moy.	SAONE moyenne	OISE	LOIRE
Types de groupements	GOF	GOF	Caricetum vulpinae et Grt à Poa palustris	GOF	GOF	Oenanthe fistulosae* Caricetum vulpinae	Caricetum vulpinae et Grt à Glyceria fluitans	Eleocharo-Oenanthetum
Nombre de relevés	106	13	18	56	49	6	27	50
Auteurs	De Foucault	Didier et Royer	Royer et Didier	Grévillet	Trivaudey	Trivaudey	Bourmerias et al.	De Foucault
Oenanthon fistulosae et Eleocharetalia palustris								
<i>Oenanthe fistulosa</i>	V	V	V	IV	V	V	V	V
<i>Gratiola officinalis</i>	IV	III	II	I	V			
<i>Inula britannica</i>	III	III	I	I	I			
<i>Carex cuprina</i>	IV			II?				IV
<i>Carex vulpina</i>			V	II?	I	V	IV	
<i>Stellaria palustris</i>	I	II	IV	I	I	IV	I	I
<i>Eleocharis palustris</i>	II	IV	III	III	V	II	V	V
<i>Eleocharis uniglumis</i>	V	II	I					I
<i>Achillea ptarmica</i>	III	III	IV	II	III	II	I	II
<i>Polygonum amphibium</i>	II		II	III	II	III	IV	II
<i>Alopecurus geniculatus</i>	II	I	I	II	II	I	V	I
<i>Myosotis cespitosa</i>	II	I	IV		I		III	
<i>Mentha arvensis</i>	III			I	II			I
<i>Teucrium scordium</i>		I	I	I	I	I		
Agrostietalia stoloniferae								
<i>Agrostis stolonifera</i>	III	V	IV	III	V	IV	I	V
<i>Ranunculus repens</i>	V	IV	V	V	V	V	V	IV
<i>Senecio aquaticus</i>	III	I	V	III	III	IV	II	I
<i>Myosotis scorpioides</i>	II		I	III	IV	IV		III
<i>Galium palustre</i>	IV	V	V	IV	I	III	IV	V
<i>Lysimachia nummulari</i>	I	II	IV	I	III	IV		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	I		III	III	III	III	I	
<i>Leontodon autumnalis</i>	II		II	I	III	I	I	I
<i>Centaurea jacea</i>		I	IV	II	II	II		
<i>Oenanthe silaifolia</i>	II	I	II	I	II		II	
<i>Potentilla anserina</i>			II	III	I		I	III
<i>Vicia cracca</i>		III	II	III	I		I	
<i>Potentilla reptans</i>	II	III		II	II		I	I
<i>Silaum silaus</i>	I	II	I	I	II			
<i>Hordeum secalinum</i>	II		I	I	I			
<i>Trifolium fragiferum</i>	I	I	I	I	I		I	II
<i>Galium uliginosum</i>					III			
<i>Alopecurus rendlei</i>			I		I			
Agrostienea et Agrostio-Arrhenatheretea								
<i>Alopecurus pratensis</i>	II		V	II	III	III		
<i>Trifolium repens</i>	II		II	III	IV	III		I
<i>Cardamine pratensis</i>	III	I	III	II	IV	III	I	II
<i>Poa trivialis</i>	I	II	III	IV	IV	III	I	III
<i>Holcus lanatus</i>			I	I	I	II		
<i>Festuca pratensis</i>		I	III	II	I	III		I
<i>Anthoxanthum odoratum</i>				I	I	II		
<i>Taraxacum vulgare</i>	I	II	III	III	I	I	I	I
<i>Lolium perenne</i>	I			I	I	I		
<i>Rumex acetosa</i>			I		I	I		I
<i>Plantago lanceolata</i>	II			II	I			
<i>Elymus repens</i>	I	III	I	III	II		II	
<i>Lathyrus pratensis</i>		I		II	I			
Autres espèces								
<i>Ranunculus flammula</i>	III	I	IV		I	V	I	III
<i>Phalaris arundinacea</i>	IV	III	V	IV	II	III	III	I
<i>Mentha aquatica</i>		V	IV	III	III	I	II	II
<i>Rorippa amphibia</i>	I	I	I	II	I	I	II	I
<i>Allium angulosum</i>					I			
<i>Lotus pedunculatus</i>	I		II					
<i>Senecio paludosus</i>		I						
<i>Ophioglossum vulgatum</i>		I						
Espèces non citées	26	24	26	25	25	30	31	31

Tableau 18: Comparaison des sous-unités du *Gratiolo-Oenanthetum fistulosae*

Sous-unités correspondant à la sous-association:	oenanthetosum medias					typicum			eleocharetosum palustris			
	Prairies:		Champ.		Saone	Meuse	Ouest	Voire	Champ.		Saone	
	Meuse	Voire	Ouest	Crayeuse					Meuse	Ouest		Crayeuse
Auteurs	Grev.	Didier, Royer	De Foucault	Didier, Royer	Trivaudney	Grev.	De Foucault	Didier, Royer	Grev.	De Foucault	Didier, Royer	Trivaudney
Nombre de relevés:	25	12	36	7	15	19	26	5	12	42	6	4
Caractéristiques d'association												
<i>OENANTHE FISTULOSA</i>	V	V	V	V	IV	IV	V	V	IV	V	IV	V
<i>GRATIOLA OFFICINALIS</i>	II	II	III	II	V		V	I	I	V	IV	V
Espèces différentielles des sous-unités												
<i>PLANTAGO LANCEOLATA</i>	III	I	III		I			I	I	I		
<i>CENTAURBA JACEA</i>	IV	V		II	IV	I						
<i>LATHYRUS PRATENSIS</i>	III			I	I							
<i>LOTUS CORNICULATUS</i>	II			I								
<i>POA PRATENSIS</i>	I											
<i>TRIFOLIUM PRATENSE</i>	II								I			
<i>RANUNCULUS ACRIS</i>			I		I							
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	III	V	IV		IV			IV				
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	III	IV	V	I	V	II			I	I		
<i>LYCHNIS FLOS-CUCULI</i>	IV	IV	II		III	I		I	I			
<i>FESTUCA PRATENSIS</i>	II	V		I								
<i>HORDEUM SECALINUM</i>	II	I	III		I		III			I		
<i>LEONTODON AUTUMNALIS</i>	II	II	IV		III	I	II			I		
<i>OENANTHE SILAIFOLIA</i>	II	II	V	II	IV	I	I	I		I		
<i>BROMUS RACEMOSUS</i>	II	III			I	I		I				
<i>ELYMUS REPENS</i>	IV	I	I	V	II	I		I			I	
<i>TARAXACUM OFFICINALE</i>	V	III	II		I	II			I			
<i>POA TRIVIALIS</i>	V	IV	II	IV	IV	III			I			
<i>VICIA CRACCA</i>	IV	III	III	IV	IV	I	II	I				
<i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i>	I			I		II		II	II	IV	V	V
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>	I	I				IV		II	V	I		
<i>GLYCERIA FLUITANS</i>	I					I		I	II	I		II
<i>BIDENS TRIPARTITA</i>						I			I	II		
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>		IV				I	I	V	III	II	II	
<i>VERONICA ANAGALLIS</i>						I		I	I	I		III
<i>SPARGANIUM ERECTUM</i>									I	I		
Espèces compagnes:												
<i>SILAUM SILAUS</i>	II	I	I	IV	II					V	IV	V
<i>RUMEX CRISPIUS</i>	V	III	III	V	V	IV	IV	IV		III	I	III
<i>ACHILLEA PTARMICA</i>	III	V	IV	V	IV	I	IV	IV	II	II		
<i>SENECIO AQUATICUS</i>	IV	V	IV	II	IV	II	V	V	I	II		
<i>POTENTILLA ANSERINA</i>	III	I			I	II		II	III			
<i>POTENTILLA REPTANS</i>	III		II	IV	II	I	II		I	II	III	II
<i>TRIFOLIUM REPENS</i>	IV	II	III		IV	II			II	I		
<i>AGROSTIS STOLONIFERA</i>	III	IV	II	V	V	II	IV	IV	I	III	V	III
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	II	I		IV		I	II		I	I	II	
<i>FESTUCA ARUNDINACEA</i>	II				I							
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>	II	I	I	V	I	I	I	I	I		II	
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	II			I		II			I		II	
<i>CAREX HIRTA</i>	III		I	III	I	I	I		I	I	II	
<i>DESCHAMPSIA COESPITOSA</i>	III				I				I			
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	IV	V	III	V		IV	IV	V	III	IV		III
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>	III	III	I		I	IV	I	I	III	III		IV
<i>EQUISETUM PALUSTRE</i>	I					I			III		III	
<i>PLANTAGO MAJOR</i>	I	I	I	II	I	I			I	II		
<i>TRIFOLIUM FRAGIFERUM</i>	I	I	II	I		I			I		I	
<i>RANUNCULUS REPENS</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	IV	II
<i>ELEOCHARIS PALUSTRIS</i>	III			III	IV	II		III	II	V	V	V
<i>MENTHA AQUATICA</i>	III	IV		V	III	IV		III	III	V	V	IV
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>	I	IV		II		I	I	III	I		III	
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>	III		II		IV	IV	II	I	IV	I		II
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	II	III		III	I	III	I	IV	III		V	
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	IV	II		III		II			II			
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	IV	V	IV	III	I	V	V	V	IV	IV	IV	II
<i>LYSIMACHIA VULGARIS</i>	I	II	I			I		II	I		IV	
<i>CAREX DISTICHA</i>	IV	V		I	IV	III	I	IV	III		III	II
<i>ALOPECURUS GENICULATUS</i>	III		II		IV	II	II	I	IV	I	I	
<i>CAREX ACUTA</i>	I	III		II		II	I	IV	IV	I		II
<i>CAREX VULPINA</i>	II	V		I		II		V	II	I	II	
<i>LYSIMACHIA NUMMULARIA</i>	I	III		II		II	II	IV	I			
<i>EQUISETUM FLUVIATILE</i>	I					II			II			
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>				II		III			IV	II		IV
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>		IV		II		II		III	IV	I	IV	II
<i>CONVOLVULUS ARVENSIS</i>	I					II						
<i>SIUM LATIFOLIUM</i>	I					I			I		III	
<i>RANUNCULUS FLAMMULA</i>		IV	III					III		III	III	
<i>CALYSTEGIA SEPIUM</i>	I			II					III			
<i>RANUNCULUS SARDOUS</i>			III				I			I		
<i>TEUCRIUM SCORDIUM</i>		I		I	I	I					II	
<i>VERONICA SCUTELLATA</i>		IV	I	I		I		II	I	II	IV	III
<i>INULA BRITANNICA</i>	I			III		I	III	I	I	III	II	
<i>MENTHA ARVENSIS</i>	I		II		II	I	III		I	IV		
<i>PHLEUM PRATENSE</i>	I	IV			II				I			
<i>CARDAMINE PARVIFLORA</i>			III				II			I		
<i>ELEOCHARIS UNGLUMIS</i>		I	V	IV	IV		V			IV		
<i>CAREX CUPRINA</i>							IV			III		
Autres espèces	11	5	7	3	5	13	4	5	17	4	3	4

Tableau 19: Originalités floristiques du GOF de différentes plaines alluviales

PLAINE ALLUVIALE	ORIGINALITE FLORISTIQUE
<p>MEUSE Gratiolo-Oenanthetum fistulosae oenanthetosum mediae typicum eleocharetosum palustris</p>	<p>Groupe ment de transition entre le GOF et l'Eleocharo-Oenanthetum fistulosae. Présence ponctuelle de Gratiola officinalis, abondance de Carex disticha, présence conjointe de Mentha aquatica et arvensis, Carex cuprina (otrubae) et vulpina. Abondance d'Achillea ptarmica. Absence Ranunculus flammula</p>
<p>SAONE MOYENNE Gratiolo-Oenanthetum fistulosae oenanthetosum mediae alismetosum Oenantho-Caricetum vulpinae</p>	<p>Abondance de Gratiola officinalis dans GOF. Présence timide des espèces du Cnidion dubii : Viola elatior, Allium acutangulum, Scutellaria hastifolia. Remplacement de Carex otrubae (atlantique) par vulpina plus continental. Absence de Gratiola dans l'Oenantho-Caricetum</p>
<p>LOIRE Gratiolo-Oenanthetum fistulosae oenanthetosum mediae typicum eleocharetosum palustris Eleocharo-Oenanthetum fistulosae à Eleocharis palustris</p>	<p>Présence de nombreuses espèces atlantiques Cardamine parviflora, Carex cuprina (otrubae), Trifolium michaelium. Absence de Mentha aquatica dans le GOF. Abondance d'Eleocharis uniglumis. Raréfaction de Gratiola dans l'Eleocharo-Oenanthetum</p>
<p>CHAMPAGNE CRAYEUSE Gratiolo-Oenanthetum fistulosae agropyretosum repentis eleocheretosum palustris</p>	<p>Présence de quelques espèces plus oligotrophes Senecio paludosus, Ophioglossum vulgatum...</p>
<p>VOIRE Caricetum vulpinae Groupement à Poa palustris</p>	<p>Grande homologie avec la Meuse. Gratiola ponctuelle.</p>
<p>OISE Caricetum vulpinae</p>	<p>absence de Gratiola officinalis</p>

Tableau 20: Tableau synthétique des prairies pâturées de la Meuse

	HLP1			HLP2			HLP3		
	A	B	C	A	B	C	A	B	RAG
Nombre de relevés	10	5	3	11	14	9	6	8	14
moyenne des espèces	20	19	15	21	17	15	17	14	15
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+								
<i>Peucedanum carvifolia</i>	IV								
<i>Leontodon hispidus</i>	+								
<i>Achillea millefolium</i>	II	+							
<i>Dactylis glomerata</i>	III	5	3						
<i>Cirsium vulgare</i>	+	2	1						
<i>Rumex obtusifolius</i>		4	2						
<i>Cardamine pratensis</i>	II			I					
<i>Rumex acetosa</i>	III	1		II					
<i>Poa pratensis</i>	II			I	I				
<i>Festuca rubra</i>	III			II	II				
<i>Trifolium pratense</i>	III	2	1	IV	III				
<i>Galium verum</i>	III			II	I	I			
<i>Bellis perennis</i>	V		1	III	II	III			
<i>Crepis biennis</i>		1		+					
<i>Alopecurus pratensis</i>	V	1		II	III	IV		+	
<i>Cynosurus cristatus</i>	III	4		I	II	II			
<i>Achillea ptarmica</i>				III			III		
<i>Silaum silaus</i>	+			II	II	+	II	+	
<i>Ranunculus acer</i>	V	5	1	IV	V	III		II	
<i>Plantago lanceolata</i>	IV	5	1	III	III		II	+	
<i>Cerastium fontanum</i>	III	1		I	I	+		+	
<i>Festuca pratensis</i>	IV	1		IV	III	III	III	II	
<i>Festuca arundinacea</i>		3	2	III	I	II	II	IV	+
<i>Holcus lanatus</i>	II	3	1	II	II		II	II	
<i>Lathyrus pratensis</i>				I					
<i>Vicia cracca</i>				+		+			
<i>Lychnis flos-cuculi</i>				II					
<i>Filipendula ulmaria</i>				II				+	+
<i>Urtica dioica</i>				I	+	II	+		
<i>Phalaris arundinacea</i>				I			III		IV
<i>Juncus glaucus</i>				I			II	III	I
<i>Alopecurus geniculatus</i>							III	II	V
<i>Lysimachia nummularia</i>								+	II
<i>Galium palustre</i>								+	II
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>							+	+	II
<i>Oenanthe fistulosa</i>							+	+	II
<i>Mentha arvensis</i>							III		II
<i>Iris pseudacorus</i>							+		+
<i>Veronica scutellata</i>									II
<i>Inula britannica</i>									+
<i>Eleocharis palustris</i>									I
<i>Rorippa amphibia</i>									II
<i>Myosotis scorpioides</i>									+
<i>Senecio aquatica</i>		1		III	I		III	II	III
<i>Hordeum secalinum</i>	V	3	1	IV	IV	III	II	II	I
<i>Lolium perenne</i>	V	5	3	V	V	V	V	V	III
<i>Centaurea jacea</i>	III	+		III	II	II	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	IV	+		III	III		III		+
<i>Phleum pratense</i>	III	2	3	IV	IV	III	IV	V	II
<i>Poa trivialis</i>	III	3		II	III	IV	II	II	III
<i>Glechoma hederaceum</i>	II			I	I				+
<i>Ranunculus repens</i>	V	3	2	V	V	V	V	V	V
<i>Rumex crispus</i>	II	3		III	III	V	III	II	IV
<i>Taraxacum officinale</i>	V	4	3	V	V	V	V	V	III
<i>Trifolium repens</i>	V	5	2	V	V	V	IV	V	IV
<i>Elymus repens</i>	+			+	I	+		+	II
<i>Agrostis stolonifera</i>	III	+		IV	II	III	V	II	III
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	II	2	3	II	I	II		+	II
<i>Carex hirta</i>		+		IV	I	+	IV	III	IV
<i>Deschampsia cespitosa</i>	II	+	1	III	II	II	+	+	II
<i>Cirsium arvense</i>	IV	2	3	IV	IV	IV	III	II	I
<i>Leontodon autumnalis</i>	II	2	1	III	III	II	+	III	I
<i>Plantago major</i>	+	2	+	IV	II	II	IV	V	IV
<i>Plantago media</i>	II			+	II	I	II	+	II
<i>Poa annua</i>		3	2	+	I	II			I
<i>Polygonum amphibium</i>		3		II		+	III	+	II
<i>Polygonum aviculare</i>		2	3	II	+	+			II
<i>Potentilla anserina</i>		2	1	II	+	+	II	III	III
<i>Potentilla reptans</i>				II	IV	II			II
<i>Trifolium fragiferum</i>	II	+		II	II	III	III	IV	IV



Tableau 21: *Hordeo-Lolietum perennis cynosuretum cristati*

Doses d'engrais appliquées	A											B				C			A	B	C	tot	
	45	30	?	30	0	0	?	?	?	?	?	?	45	45	?	45	180	60					60
	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2				
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1			1
	6	0	0	0	1	6	2	2	6	6	8	7	5	5	5	5	2	5	6	0	5	3	8
	7	1	4	3	7	2	5	4	1	9	6	8	0	6	5	1	1	5	0				
Nombre d'espèces par relevé	14	19	20	17	18	17	19	23	25	22	20	20	18	22	18	18	14	12	20	19	15	21	
Composition spécifique																							
<i>Lolium perenne</i>	4	4	1		4	2	3	2	3	4	2	4	4	2	2		4	5	2	V	5	3	V
<i>Hordeum secalinum</i>	+	3		3	3	+	+	+	+		2			+	+			1		V	3	1	IV
<i>Cynosurus cristatus</i>						+	1	1	2	1	1	+		1	+					III	4		III
<i>Rumex crispus</i>						+					1	1			+					II	3		II
Différentielles des variantes																							
<i>Peucedanum carvifolia</i>	+	+			+	+	+	+		+										IV			II
<i>Potentilla reptans</i>	+	2			1		+	+		1										IV			II
<i>Galium verum</i>						+		+	+	+										III			II
<i>Festuca rubra</i>				1		+	2	1												II			I
<i>Glechoma hederaceum</i>										+										II			I
<i>Poa pratensis</i>	1						2			1										V	1		III
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	+	1	+	+	2	1	2		1	2									IV	1		III
<i>Festuca pratensis</i>		+	1	1	+	1		1	+			1								IV	+		II
<i>Lotus corniculatus</i>		+			+		+	+	+	+										III	1		II
<i>Cerastium fontanum</i>	+		+						1	+										III	3		II
<i>Poa trivialis</i>		1		1					1	1	2	2								III	1		II
<i>Rumex acetosa</i>			+		+	+			+	+				+						III	+		II
<i>Centaurea jacea</i>	+				1		+	1	+												4	2	II
<i>Rumex obtusifolius</i>											+	1	+	+	+		1	2			3	2	II
<i>Poa annua</i>														2	1	3	2		3		3	2	II
<i>Festuca arundinacea</i>														+	+		+	1	+		2	3	II
<i>Polygonum aviculare</i>														+	+						2	1	I
<i>Potentilla anserina</i>														+	+								
Compagnes																							
<i>Ranunculus acris</i>	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	+	+	1	2	2	1				V	5	1	V
<i>Taraxacum officinale</i>	1	2	1	1	1	+	1	3	1	+	2	1	1		1	2	+	1		V	4	3	V
<i>Trifolium repens</i>	2	+	1	1		1	+	2	3	2	1	3	3	2	2	3		3		V	3	2	IV
<i>Ranunculus repens</i>	1		1	1	2	1	2	2	+	1	2		1		+	+	+		IV	5	1	IV	
<i>Plantago lanceolata</i>			+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	1			+	IV	5	3	IV	
<i>Cirsium arvense</i>		+		+	1	1		1	+		1		1		+	+	1	3		IV	2	3	IV
<i>Dactylis glomerata</i>	1	+	1	4					+	+	1	1	1	1	+	+	+	+	III	5	3	IV	
<i>Bellis perennis</i>	+	+	2	+			+	+	+	+										V		1	III
<i>Phleum pratense</i>		1		1	1		+	1				1		2		2	1	2		III	2	3	III
<i>Trifolium pratense</i>	+						2		2	+				+	1		+			III	2	1	II
<i>Agrostis stolonifera</i>				1		1	1	1						+				1		III	+		II
<i>Leontodon autumnalis</i>		+			+				+					+	1	+				II	2	1	II
<i>Deschampsia cespitosa</i>			+							1				+	+	+	+			II	+	1	II
<i>Holcus lanatus</i>				+					+			+	+	+	+	+				II	3	1	II
<i>Trifolium fragiferum</i>		2		1	1										+					II	+	+	II
<i>Plantago major</i>										+		+						2		+	2	+	II
<i>Cirsium vulgare</i>										+		+								+	2	1	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		+								+		+		+						+	2	3	II
<i>Achillea millefolium</i>										+		+								II	+		I
<i>Cardamine pratensis</i>				+					+											II			I
<i>Plantago media</i>			+		+				1											II			I
<i>Polygonum amphibium</i>													+	+		2					3		I
<i>Cirsium oleraceum</i>															+						+		+
<i>Convolvulus arvensis</i>											1		1			1					3		I
Espèces accidentelles	0	1	4	2	0	2	1	2	2	1	1	2	1	2	0	0	0	0	1				

Tableau 23: *Hordeo-Lolietum perennis alopecuretosum geniculati*

Doses d'engrais	A						B							A	B	A+B	
	0	0	0	0	0	0	180	180	180	120	100	45	?				?
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1
	1	0	1	3	5	2	2	2	2	6	3	5	2	3			4
	1	9	0	1	9	8	5	2	4	5	2	3	9	0	6	8	4
Nombre d'espèces par relevé	23	17	16	15	19	13	18	15	15	15	12	14	11	13	17	14	15
Composition spécifique																	
<i>Lolium perenne</i>	3		2	4	2	5	3	4	1	+	5	4	3	4	V	V	V
<i>Carex hirta</i>	1	1	+		2						2	+	2	IV	III	III	
<i>Alopecurus geniculatus</i>			+	1	1		+	1	3				2	III	II	III	
<i>Rumex crispus</i>	2		+		2		+			2				III	II	II	
<i>Hordeum secalinum</i>			1			1				1			+	II	II	II	
Différentielles des variantes																	
<i>Achillea ptarmica</i>	1		+		+	+								III		II	
<i>Mentha arvensis</i>	1	1	+											III		I	
<i>Lotus corniculatus</i>	+			+	+									III		I	
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	2			+									III		I	
<i>Symphytum officinale</i>	+	+	+											III		I	
Compagnes																	
<i>Taraxacum officinale</i>	+		+	1	+	+	1	1	+	2	+	1	+	+	V	V	V
<i>Ranunculus repens</i>	2	4	3	3	3	2	2	2	1	2	3	1	1	2	V	V	V
<i>Trifolium repens</i>	1		1		+	2	1	2	1	2		2	1	+	IV	V	V
<i>Plantago major</i>		+		2	+	+	+	1	+		1	2	3	3	IV	V	IV
<i>Phleum pratense</i>	2			1	1	2	1	2	1		1	2	1	3	IV	V	IV
<i>Festuca arundinacea</i>					2	2		1	1	1		1	1	3	II	IV	III
<i>Trifolium fragiferum</i>	+		3		2		3	2	2		3	+		1	III	IV	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	1	+	1			1				2		+	V	II	III
<i>Cirsium arvense</i>				+	+	1						1	+	3	III	II	II
<i>Festuca pratensis</i>	1			1	1		1		1			3	3		III	II	II
<i>Senecio aquatica</i>		+		2	3					3	3				II	III	II
<i>Juncus glaucus</i>		+			+		+	2	2	+					II	III	II
<i>Potentilla anserina</i>		+				+	+		1			+		1	II	II	II
<i>Poa trivialis</i>	1		1					+		3					II	II	II
<i>Polygonum amphibium</i>	+	1	+						+						III	+	II
<i>Leontodon autumnalis</i>					+		+	1			3			+	+	III	II
<i>Holcus lanatus</i>				1		+	2	+							II	II	II
<i>Plantago lanceolata</i>	+			+						+					II	+	I
<i>Silaum silaus</i>	+		1							+					II	+	I
<i>Trifolium pratense</i>	+						+				+				+	+	I
<i>Centaurea jacea</i>	+								1						+	+	I
<i>Plantago media</i>		+		+									2		II	+	I
<i>Ranunculus acris</i>							+					+				+	I
<i>Deschampsia cespitosa</i>					+				+						+	+	I
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>		2					+				1				+	+	I
<i>Oenanthe fistulosa</i>		+								1					+	+	I
Accidentelles	2	1	0	0	0	1	3	0	0	3	0	1	0	0			

Tableau 24: Variations chorologiques du HLP, comparaison avec le LCC

Auteur Vallée	Triv. Saône	De Fouc. Ouest	Frileux Seine	Grav. Meuse	Magna. Loire	Triv. Saône	Bance Andelle	Alard
Groupement	HLP	HLP	HLP	HLP	LCC	LCC	LCC	LCC
nombre de relevés	16	47	27	67	8	8	33	24
nombre d'espèces par relevé	22	22	20	18	23	21	20	21
Combinaison caractéristique du HLP:								
HORDEUM SECALINUM	V	V	V	III	V			+
LOLIUM PERENNE	IV	V	V	V	V	V	V	V
POTENTILLA REPTANS	IV	II	V	I	+			+
Différentielles du HLP/LCC								
FILIPENDULA ULMARIA			I	I				
PHALARIS ARUNDINACEA		I	+	I				
SYMPHYTUM OFFICINALE		II		I				
THALICTRUM FLAVUM			+	+				
POLYGONUM AMPHIBIUM		II	I	I				
GALIUM PALUSTRE		I		I				
SILAUM SILAUS	II	I	+	II	+			
POTENTILLA ANSERINA		II	III	I	+			
SENECIO AQUATICUS	I	II	+	I	II			
Différentielles du LCC/HLP								
MEDICAGO SATIVA						+		
TRisetum flavescens							+	I
ACHILLEA MILLEFOLIUM							III	III
AGROSTIS TENUIS							IV	IV
PIMPINELLA SAXIFRAGA						+		
RANUNCULUS BULBOSUS					+		+	I
Agrostietalia et Agrostienea stoloniferae								
ALOPECURUS PRATENSIS	III	II	+	III		III	I	I
RUMEX CRISPUS	III	II	II	III	V	II	II	II
RANUNCULUS REPENS	IV	IV	V	V	IV	III	IV	IV
AGROSTIS STOLONIFERA	IV	IV	V	III	V	II	I	I
LYCHNIS FLOS-CUCULI	I	I		I	II	II	I	I
ELYMUS REPENS	II	I	II	I	III	I		
CARDAMINE PRATENSIS	I	I		I	III		I	+
ACHILLEA PTARMICA				+	II	+		
Agrostio-Arrhenatheretea								
CYNOSURUS CRISTATUS		II	III	I	IV	+	II	V
LEUCANTHEMUM VULGARE	IV	II		+	II	III	II	II
CERASTIUM FONTANUM	I	III	II	I	+	III	IV	IV
HOLCUS LANATUS	I	III	III	II	V	II	V	IV
RANUNCULUS ACRIS	IV	V	V	IV	II	IV	V	IV
RUMEX ACETOSA	II	III		II	III	III	IV	III
ANTHOXANTHUM ODORATUM	II	II	I	+	III	IV	IV	III
PHLEUM PRATENSE	III	IV	V	IV	IV	II	II	III
CENTAUREA JACEA	III			II				
LEONTODON AUTUMNALIS	III	II		III	+	I		I
TRIFOLIUM PRATENSE	III	III	III	II	III	IV	III	V
TRIFOLIUM REPENS	IV	IV	III	V	III	V	V	V
TARAXACUM OFFICINALE	V	IV	IV	V	+	V	V	IV
VICIA CRACCA	I	I	+	+		+		
POA TRIVIALIS	V	IV	V	III	V	V	V	III
POA PRATENSIS	I		+	I	III	+	I	I
LATHYRUS PRATENSIS	I			I		+		+
PLANTAGO LANCEOLATA	V	III	III	III	II	III	III	V
FESTUCA PRATENSIS	III	III	III	III		II	II	
PLANTAGO MAJOR	I		II	III		I	I	II
CIRSIIUM ARVENSE	I	IV	III	IV	V	III	II	III
CENTAUREA THUILLIERI	III	II	I			II	II	
GAUDINIA FRAGILIS	I	I	I		II	II	I	+
BELLIS PERENIS	+	III	III	I	+	III	IV	III
Arrhenatheretalia elatioris								
DACTYLIS GLOMERATA	I	III	II	II	III	+	V	IV
PEUCEDANUM CARVIFOLIA				I				
CREPIS BIENNIS			+	I				
LEONTODON HISPIDUS			I	+				
FESTUCA RUBRA			II	I	II	+	III	II
GALIUM VERUM	IV			II		III		
LOTUS CORNICULATUS	IV	I	I	II		III	II	II
ARRHENATHERUM ELATIUS		I	+				I	
DAUCUS CAROTA	II					II		+
Eleocharetalia palustris:								
SCIRPUS PALUSTRIS						+		
OENANTHE SILAIFOLIA	I			+	+	+		
Phragmito-Caricetea elatae et Filipendulo-Calystegietea								
DESCHAMPSIA CAESPITOSA	I		II	II		II		
Compagnes et thérophytes:								
CAPSELLA BURSA PASTORIS				II				
POLYGONUM AVICULARE			+	I				
POA ANNUA			+	I			I	+
ALOPECURUS GENICULATUS	I	I	+	I	II	I		
RANUNCULUS SARDOUS		V						

Tableau 25: Rumici-Alopecuretum geniculati

Doses d'engrais appliquées	A			B										A	B	tot.	
	0	0	0	180	120	120	45	45	0?	0	0?	0	0				?
	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1			
	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1			
	1	2	0	2	0	7	7	1	3	6	3	1	7	5		1	1
	9	0	8	3	7	5	6	4	3	2	4	6	7	1	3	1	4
Nombre d'espèces par relevé	20	18	16	15	13	13	13	13	14	16	17	15	17	12	18	15,8	15,2
Composition caractéristique																	
<i>Alopecurus geniculatus</i>	1	1	1	4	4	1	2	3	4	4	2	3	2	3	3	V	V
<i>Plantago major</i>	3	2		1		+	1		2	1	1	3	2	+	2	V	IV
<i>Rumex crispus</i>		1	+		+	2	+			+	+	+	+	+	2	V	IV
<i>Carex hirta</i>	+		1		+		1	+		1	1		+	+	2	IV	IV
<i>Potentilla reptans</i>						1	+							+		II	II
<i>Juncus glaucus</i>	+										+				1	+	I
Différentielles des variantes																	
<i>Galium palustre</i>	+	+	+												3		II
<i>Mentha arvensis</i>	2	+	1												3		II
<i>Veronica scutellata</i>	+	+	+												3		II
<i>Rorippa amphibia</i>	2	1					+		+			+			2	II	II
<i>Oenanthe fistulosa</i>	+	+	2	+	+										3	I	II
<i>Inula britannica</i>	3														1		+
<i>Lolium perenne</i>						2		+			1	+	1	1		III	III
<i>Taraxacum officinale</i>				+		2	+	+			+	+	+			IV	III
<i>Poa trivialis</i>	+				+	3	4						2	3	1	III	III
<i>Deschampsia cespitosa</i>								2			3		+			II	II
<i>Phleum pratense</i>											+	+	1			II	II
<i>Cirsium arvense</i>									+	+	+					II	II
<i>Polygonum aviculare</i>									3	+		2				II	II
Compagnes																	
<i>Ranunculus repens</i>	4	3	3	2	2	2	2	3	1	1		1		+	3	V	V
<i>Trifolium repens</i>		+		1	2	4		+		1	+	+		1	1	IV	IV
<i>Trifolium fragiferum</i>		3	+	2	2			3	2		4	3	+		2	IV	IV
<i>Phalaris arundinacea</i>	2	4	+	2		+		2	2	1	1	+	+		3	IV	IV
<i>Potentilla anserina</i>	+	+	1	1	+		3			1	+				3	III	III
<i>Senecio aquatica</i>		1	+		1			1	+	+					2	II	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	1		2		+			1		1		+			2	II	III
<i>Plantago media</i>	+			1				+			2				1	II	II
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>		+			+					1				+	1	II	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+								1	2					1	I	II
<i>Elymus repens</i>		2				1							1		1	I	II
<i>Polygonum amphibium</i>	1	1		1					2						2	+	II
<i>Lysimachia nummularia</i>	+		1	+											2	+	II
<i>Scirpus palustris</i>						+							3			I	I
<i>Poa annua</i>												+	1			I	I
<i>Leontodon autumnalis</i>										+	+					I	I
<i>Myosotis scorpioides</i>							+									+	+
<i>Centaurea jacea</i>													+			+	+
<i>Alopecurus pratensis</i>														+		+	+
<i>Glechoma hederaceum</i>			+												1		+
<i>Filipendula ulmaria</i>														+		+	+
<i>Lotus corniculatus</i>												+				+	+
<i>Oenanthe silaifolia</i>							+									+	+
<i>Iris pseudacorus</i>			+												1		+
<i>Festuca arundinacea</i>														+		+	+
Espèces accidentelles	0	1	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0			
Sol nu	+			+	2	1	1	1	1			1	1		+	IV	IV

Tableau 26: Variations chorologiques du *Rumici-Alopecuretum geniculati*

Auteurs	Triv.	Magna.	de Fouc.	Frileux	Bourn.	Grev.
Vallée	Saône	Loire	Ouest	Seine	Oise	Meuse
nombre de relevés	17	35	9	8	3	14
Nombre d'espèces par relevé	17	11	12	12	15	15
Composition caractéristique						
<i>Alopecurus geniculatus</i>	V	V	V	V	3	V
<i>Plantago major</i>	V	II	III	IV	3	IV
<i>Carex hirta</i>	III	I		II	1	IV
<i>Rumex crispus</i>	V	II	IV	II	3	IV
<i>Potentilla reptans</i>	IV					II
<i>Juncus glaucus</i>	+	I				I
Eleocharetalia						
<i>Polygonum amphibium</i>	I	II				II
<i>Eleocharis palustris</i>	III	III			1	I
<i>Imula britannica</i>	+					+
<i>Phalaris arundinacea</i>		II			1	IV
Agrostienea stolonifera						
<i>Agrostis stolonifera</i>	IV	V	V	V		III
<i>Potentilla anserina</i>	III	V	II	III		III
<i>Ranunculus repens</i>	V	I	V	V		V
<i>Elymus repens</i>	III	II		II	2	II
<i>Senecio aquatica</i>	I	+			1	III
<i>Trifolium fragiferum</i>		+		II	3	IV
<i>Alopecurus pratensis</i>	II	+	II		1	+
<i>Oenanthe silaifolia</i>	+			II		+
<i>Deschampsia cespitosa</i>	II	I		+	1	II
<i>Lotus corniculatus</i>						+
<i>Hordeum secalinum</i>	+	I	II			
<i>Festuca arundinacea</i>			II	+		+
<i>Filipendula ulmaria</i>						+
<i>Mentha arvensis</i>						II
<i>Galium uliginosum</i>	II					
Agrostio-Arrhenatheretea						
<i>Oenanthe fistulosa</i>	III	III			1	II
<i>Myosotis scorpioides</i>	I	I	II			+
<i>Poa trivialis</i>	V	II	IV	IV		III
<i>Galium palustre</i>		II		II	1	II
<i>Eleocharis uniglumis</i>	I	V				
<i>Trifolium repens</i>	IV	I	III	II		IV
<i>Taraxacum officinale</i>	II	+	II	II		III
<i>Phleum pratense</i>	I			II		II
<i>Lysimachia nummularia</i>	II	+		II		II
<i>Lolium perenne</i>	II	+	III	III	1	III
<i>Leontodon autumnalis</i>	I				1	I
<i>Centaurea jacea</i>	II					+
<i>Glechoma hederaceum</i>				+		+
Compagnes						
<i>Veronica scutellata</i>		+				II
<i>Cirsium arvense</i>	III			+	1	II
<i>Polygonum aviculare</i>		+		III	2	II
<i>Rorippa amphibia</i>		+		+		II
<i>Plantago media</i>						II
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>						II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>						II
<i>Iris pseudacorus</i>		I				+
<i>Poa annua</i>		+	II	II		I

Tableau 27: Similarités floristiques entre le GOF3 et les groupements associés de la vallée de la Meuse

Groupements	GOF3	Glycerietum maximae	Phalaridetum	Caricetum gracilis
Nombre de relevés	23	10	9	6
Cortège floristique commun				
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	I	I	II	I
<i>POA TRIVIALIS</i>	I	II	II	
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>	I	II	I	I
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	I	III	II	I
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	III	IV	IV	IV
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>	III	II	II	II
<i>RANUNCULUS REPENS</i>	IV	IV	IV	III
<i>OENANTHE FISTULOSA</i>	V	III	II	III
<i>MENTHA AQUATICA</i>	III	IV	III	III
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>	I	I	I	I
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	III	V	V	IV
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	II	I	I	I
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	IV	V	V	IV
<i>CAREX DISTICHA</i>	III	III	IV	I
<i>EQUISETUM FLUVIATILE</i>	V	III	I	IV
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>	IV	IV	II	V
<i>CAREX ACUTA</i>	IV	III	II	V
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>	V	V	IV	III
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>	III	II	II	I
<i>CAREX VULPINA s.l.</i>	II	I	I	
<i>RUMEX HYDROLAPATHUM</i>	III	IV	I	II
<i>OENANTHE AQUATICA</i>	III	II	II	
<i>GLYCERIA FLUITANS</i>	II	I	I	I
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>	IV	III	II	III
<i>CAREX VESICARIA</i>	II	I	I	
<i>LYSIMACHIA NUMMULARIA</i>	I	I		
<i>SIUM LATIFOLIUM</i>	I	II	I	II
<i>ACORUS CALAMUS</i>		I	I	III
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>	II		II	
<i>CALYSTEGLA SEPIUM</i>	III	IV	I	
Espèces communes au Glycerietum et au GOF3				
<i>VICIA CRACCA</i>	I	I		
<i>TRIFOLIUM REPENS</i>	II	II		
<i>AGROSTIS STOLONIFERA</i>	I	II		
<i>LYCHNIS FLOS-CUCULI</i>	I	I		
Espèces qui régressent au niveau du Phalaridetum				
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>	IV	II		IV
<i>ELEOCHARIS PALUSTRIS</i>	II	II		V
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	I	II		II
<i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i>	II	II		IV
<i>SPARGANTUM ERECTUM</i>	I	II		I
Compagnes				
<i>VERONICA SCUTELLATA</i>	I			
<i>VERONICA ANAGALLIS</i>	I			
<i>VALERIANA OFFICINALIS</i>		II	I	

Tableau 28: Le *Phragmitetum australis*

<i>Phragmitetum australis</i>								7
	1042	1011	1020	1079	1091	1043	1165	
Espèces caractéristiques d'association								
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>	2	2	3	4	4	4	4	V
Espèces différentielles des sous-associations								
<i>URTICA DIOICA</i>	1	1	3	1	2	1	3	V
<i>GALIUM APARINE</i>	+		+		1	1		III
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	2	1	1	2	1			IV
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	3	2		1	+		+	IV
<i>ANGELICA SILVESTRIS</i>	1	+	+		+			III
<i>CALYSTEGLIA SEPIUM</i>		2	1					II
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	+	2	+					III
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	+	1	+					III
Autres espèces								
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>	+	+						II
<i>VALERIANA OFFICINALIS</i>				1			+	II
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	+				+			II
<i>PHLEUM PRATENSE</i>	+							I
<i>FESTUCA ARUNDINACEA</i>	2							I
<i>GLECHOMA HEDERACEUM</i>	+							I
<i>AGROSTIS STOLONIFERA</i>	1							I
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	+							I
<i>SCROPHULARIA NODOSA</i>	+							I
<i>BROMUS MOLLIS</i>	+							I
<i>GALIUM CRUCLATA</i>	+							I
<i>HERACLEUM SPHONDYLUM</i>	+							I
<i>GALIUM MOLLUGO</i>	+							I
<i>ELYMUS REPENS</i>							+	I
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>			3					I
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>			2					I
<i>DESCHAMPSIA CAESPITOSA</i>	+							I
<i>CAREX DISTICHA</i>			1					I
<i>GALEOPSIS TETRAHIT</i>							+	I
<i>FICARIA VERNA</i>							+	I
<i>ALLIARIA OFFICINALIS</i>							+	I
<i>BARBARAEA VULGARIS</i>							+	I
<i>VICIA SEPIUM</i>			+					I
<i>CAREX ACUTA</i>					+			I
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>						1		I

Tableau 29: Le *Phalaridetum arundinaceae*

<i>Phalaridetum arundinaceae</i>									9	
	1076	1080	1141	1051	1046	1047	1074	1101	1103	
Espèce caractéristique d'association										
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	3	3	3	4	2	2	2	3	4	V
Espèces différentielles des sous-associations										
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	1	+		+		1	+		+	IV
<i>RANUNCULUS REPENS</i>	+		+	2	3	+	+		1	IV
<i>CAREX DISTICHA</i>		1		+	3		1	3	1	IV
<i>MENTHA AQUATICA</i>	1	1				+	+		1	III
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>	1	1	1	+	1	2			1	IV
<i>URTICA DIOICA</i>	+	+			+		1	2		III
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>				1					+	II
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>	+	1					1			II
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	+	2							1	II
<i>POTENTILLA ANSERINA</i>			+			1			+	II
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	+	2	+	1	+	+	1	1	1	V
<i>RUMEX CRISPUS</i>			+		1	+			+	III
<i>POA TRIVIALIS</i>					1		1	1		II
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>					1		1	1	+	II
<i>CAREX HIRTA</i>			+				+	1		II
<i>ORNANTHE FISTULOSA</i>				1		1			+	II
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>					1	1				II
Espèces du Magnocaricion										
<i>CAREX ACUTA</i>		1				1				II
<i>CAREX VULPIDA s.l.</i>			2							I
<i>CAREX YESICARIA</i>			1							I
Autres espèces										
<i>ORNANTHE AQUATICA</i>						+			-	II
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>		+							1	II
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>			1			+				II
<i>CALYSTEGLIA SEPIUM</i>				1						I
<i>GALIUM APARINE</i>								+		I
<i>VALERIANA OFFICINALIS</i>								1		I
<i>SIUM LATIFOLIUM</i>						+				I
<i>RUMEX HYDROLAPATHUM</i>				+						I
<i>GLYCERIA FLUTANS</i>				1						I
<i>ACORUS CALAMUS</i>		+								I
<i>CHEMOPODIUM BONUS HENRICUS</i>			+							I
<i>POTENTILLA REPTANS</i>			+							I
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>							2			I
<i>DESCHAMPSIA COESPITOSA</i>							+			I
<i>ACHILLEA PTARMICA</i>	1									I
<i>BISETUM FLUVIATILE</i>		+								I
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>									1	I
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>								1		I
<i>EPILOBIUM PARVIFLORUM</i>							2	+		II

Tableau 30: Le *Caricetum gracilis*

<i>Caricetum gracilis</i>							
	1102	1129	1018	1092	1163	1128	6
Espèce caractéristique d'association							
<i>CAREX ACUTA</i>	3	3	3	4	4	4	V
Espèces différentielles des sous-associations							
<i>ELEOCHARIS PALUSTRIS</i>		+		2	+	1	IV
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>		+	1	+		1	IV
<i>EQUISETUM FLUVIATILE</i>		1	+	+		1	IV
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	1	2	1			1	IV
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>	+	+	+	+		+	V
<i>ACORUS CALAMUS</i>		1			2	+	III
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	1		+	+	+		IV
<i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i>		+	+	+		+	IV
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>		2	2		2		III
<i>TRIFOLIUM REPENS</i>				1		+	II
<i>GALIUM PALUSTRE</i>			+	1	+	1	IV
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>			+		+		II
<i>RANUNCULUS REPENS</i>			+	1	+		III
<i>OBANANTHES FISTULOSA</i>			+	2	+		III
<i>MENTHA AQUATICA</i>			+	+		1	III
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>				+	+	+	III
<i>LYSIMACHIA NUMMULARIA</i>				2		+	II
Autres espèces							
<i>RUMEX HYDROLAPATHUM</i>			+		+		II
<i>STUM LATIFOLIUM</i>	1					+	II
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>			+			+	II
<i>SPARGANIUM ERECTUM</i>				+			I
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>				+			I
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>				+			I
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>	+						I
<i>JUNCUS LAMPROCARPUS</i>				+			I
<i>ALNUS GLUTINOSA</i>				1			I
<i>GLYCERIA FLUTANS</i>					+		I
<i>EPILOBIUM HIRSUTUM</i>	+						I
<i>RANUNCULUS AQUATILIS</i>			+				I
<i>LYSIMACHIA VULGARIS</i>					+		I
<i>TARAXACUM OFFICINALE</i>				+			I
<i>CAREX DISTICHA</i>				2			I
<i>GLECHOMA HEDERACEUM</i>	+						I
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	1						I
<i>POTENTILLA ANSERINA</i>					+		I
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>						1	I
<i>AGROSTIS STOLONIFERA</i>						1	I
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>			+				I
<i>COLCHICUM AUTUMNALE</i>						+	I

Tableau 31: Le *Caricetum ripariae*

CARICETUM RIPARIAE			
	23	26	1053
Espèce caractéristique d'association			
<i>CAREX RIPARIA</i>	3	2	4
Espèces caractéristiques du Magnocaricion			
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	2	+	+
<i>CAREX DISTICHA</i>			1
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>	3	2	
Espèces caractéristiques des Phragmitetea et du Phragmition			
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>	+	+	+
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>	+	1	2
<i>RUMEX HYDROLAPATHUM</i>		+	
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>	+		
Autres espèces			
<i>URTICA DIOICA</i>	+	1	+
<i>CALYSTEGLIA SEPIUM</i>	3	3	+
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>	+	+	
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	+	+	
<i>RANUNCULUS REPENS</i>	1	+	
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>	1	2	
<i>PHLEUM PRATENSE</i>	1		
<i>RUMEX CRISPUS</i>	1		
<i>POTENTILLA REPTANS</i>		+	
<i>CIRSIUM ARVENSE</i>		+	
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>	+		
<i>EQUISETUM FLUVIATILE</i>	1		+
<i>STACHYS PALUSTRIS</i>		3	
<i>EPILOBIUM PARVIFLORUM</i>			2
<i>VERONICA SCUTELLATA</i>	+		
<i>SALIX CINEREA</i>			+

Tableau 32: Le *Glycerietum maximae*

GLYCERIETUM MAXIMAE												
	1055	1054	1104	1081	1106	1075	1060	1098	1077	1089	10	
Espèce caractéristique de l'association												
GLYCERIA MAXIMA	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	V	
Espèces différentielles des sous-associations												
CAREX DISTICHA	+		1		1			1			III	
GALUM PALUSTRE	+	1	+	+	+		1				IV	
CALTHA PALUSTRIS		+	+	+		1					III	
RORIPPA AMPHIBIA	1		+	+	2	+	1				IV	
EQUISETUM FLUVIATILE			+	1	+						III	
OENANTHE FISTULOSA	+	+	+		+						III	
SIUM LATIFOLIUM		2		1							II	
MYOSOTIS SCORPIOIDES	1	1									II	
MENTHA AQUATICA	1	+	+	+	1	+					IV	
ELEOCHARIS PALUSTRIS	1	1			1						II	
TRIFOLIUM REPENS	+	+									II	
POA TRIVIALIS	2	2			+						II	
AGROSTIS STOLONIFERA	1	+								+	II	
CARDAMINE PRATENSIS	+	+									II	
CIRSIUM ARVENSE	+	+									II	
ALISMA PLANTAGO-AQUATICA				+			+				II	
STACHYS PALUSTRIS				+		+					II	
OENANTHE AQUATICA					+		1				II	
EPILOBIUM PARVIFLORUM						1	1			+	II	
Espèces du Phragmition												
RUMEX HYDROLAPATHUM	+	+		+	+		2			+	IV	
SPARGANIUM ERECTUM		+					1				II	
ACORUS CALAMUS			1								I	
Espèces du Magnocaricion												
PHALARIS ARUNDINACEA	+	3	+	+	+	1		1	2		V	
CAREX ACUTA	+	1		1	+					+	III	
CAREX VULPINA s.l.					+						I	
CAREX RIPARIA								1			I	
CAREX VESICARIA	+										I	
Espèces caractéristiques d'ordre et de classe (Phragmitetea)												
IRIS PSEUDACORUS	+	1	1			2	+	+	1	+	V	
GLYCERIA FLUITANS	+										I	
STELLARIA PALUSTRIS					+						I	
Espèces des Filipenduletalia												
THALICTRUM FLAVUM						+		1	2		II	
FILIPENDULA ULMARIA	+										I	
SYMPHYTUM OFFICINALE								+			I	
Espèces des Agrostietalia												
RANUNCULUS REPENS	+	+	+		1		+	+			IV	
LYCHNIS FLOS-CUCULI		+						+			I	
LYSIMACHIA NUMMULARIA									+		I	
Autres espèces												
CALYSTEGIA SEPIUM	1		+					+	2	1	1	IV
URTICA DIOICA	+						+		+	1		III
LYTHRUM SALICARIA	1	1					+	+	+			III
POLYGONUM AMPHIBIUM			+						+	+		II
VALERIANA OFFICINALIS	+							1				II
SALIX CINEREA				+			+					II
EPILOBIUM HIRSUTUM			+									I
RUMEX OBTUSIFOLIUS	+											I
POTENTILLA ANSERINA			+									I
TARAXACUM OFFICINALE									+			I
GLECHOMA HEDERACEUM									+			I
VICIA CRACCA									+			I

Tableau 33: L'*Oenanthro-Rorippetum aquaticae*

<i>Oenanthro-Rorippetum aquaticae</i>										9	
	1100	1052	1147	1122	1157	1145	1160	1105	1159		
Espèces caractéristiques d'association											
<i>RORIPPA AMPHIBIA</i>		2	2	1	1	2	1	1	3	V	
<i>OENANTHE AQUATICA</i>		+	1			+	2		2	IV	
Espèces différentielles des sous-associations											
<i>SPARGANUM ERECTUM</i>		2	2	4	1	4				IV	
<i>GLYCERIA FLUITANS</i>							+	4	4	3	III
<i>SIUM LATIFOLIUM</i>		4	1								II
<i>RUMEX HYDROLAPATHUM</i>		+	1	1	1						III
<i>EQUISETUM FLUVIATILE</i>			1	2	4	1					III
<i>ALISMA PLANTAGO-AQUATICA</i>			1	1	1	+			+		III
<i>GALIUM PALUSTRE</i>			+	1		1					II
<i>EPILOBIUM PARVIFLORUM</i>		+		+							II
<i>GLYCERIA MAXIMA</i>			1	+	+		1				III
<i>OENANTHE FISTULOSA</i>			2	+	1	+	+		1	+	IV
<i>RANUNCULUS REPENS</i>			+					1	+		II
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>			+	+		1	+		+		III
<i>MENTHA AQUATICA</i>			1					+	+		II
<i>RANUNCULUS AQUATILIS</i>			+				1			1	II
Espèces caractéristiques des Phragmitetea											
<i>ELEOCHARIS PALUSTRIS</i>			2								I
<i>IRIS PSEUDACORUS</i>				+		+					II
Espèces caractéristiques du Magnocaricion											
<i>PHALARIS ARUNDINACEA</i>		1		+							II
<i>CAREX DISTICHA</i>		+									I
<i>CAREX VULPINA s.l.</i>						+					I
Autres espèces											
<i>BIDENS TRIPARTITA</i>								+		+	II
<i>NUPHAR LUTEUM</i>						1				+	II
<i>POLYGONUM AMPHIBIUM</i>				+				+			II
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>			+				+	2			II
<i>PLANTAGO MAJOR</i>				+				+			II
<i>TEUCRIUM SCORDIUM</i>			1	2							II
<i>RUMEX CRISPUS</i>								+			I
<i>POTENTILLA ANSERINA</i>								+			I
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>		+									I
<i>ALOPECURUS GENICULATUS</i>								+			I
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>			+								I
<i>NYMPHAEA ALBA</i>							1				I
<i>LYSIMACHIA VULGARIS</i>				+							I
<i>JUNCUS GLAUCUS</i>			+								I
<i>POLYGONUM PERSICARIA</i>				1							I
<i>SALIX CINEREA</i>			+								I
<i>ELODEA CANADENSIS</i>							+				I
<i>APIUM NODIFLORUM</i>								+			I

Tableau 34: Résultats moyens des analyses de sol réalisées

	<i>C ox en %</i>	<i>N tot en %</i>	mg/100g						<i>C/N</i>	<i>pH, h2o</i>	<i>pH, KCl</i>	<i>M-O en %</i>
			<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>					
Moyennes	11,57	0,77	5,84	14,04	6,07	25,15	3055	15,54	7,18	6,62	19,42	
Ecart types	9,03	0,18	4,30	3,48	2,14	7,99	1759	9,34	0,55	0,49	15,58	

Tableau 35: Comparaison des teneurs en éléments du sol entre un prélèvement de surface (15 cm) et un prélèvement en profondeur (30 cm)

<i>Localisation</i>	<i>Exploitation</i>	<i>C ox %</i>	<i>N tot %</i>	mg/100g						<i>C/N</i>	<i>pH, h2o</i>	<i>pH, KCl</i>
				<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>				
(7a) ACNAT, SOM3, surface	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement	9,40	1,00	12,90	14,30	8,80	34,00	4665	9,27	6,90	6,60	
(7b) ACNAT, SOM3, profondeur	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement	2,40	0,20	0,70	24,20	5,20	18,70	1759	2,36	7,30	6,50	
	Moyennes des prélèvements de surface	11,68	0,74	6,38	11,58	5,88	20,18	2822	16,41	7,08	6,58	

Tableau 36: Etablissement de groupes fonctionnels vis à vis du facteur hydrique

Tableau 36a: Déterminisme de la composition floristique du CFP, une sécheresse relative pendant une longue période de l'année

<i>Espèces présentes différentielles /SOM</i>	<i>Déterminisme hydrologique</i>
<i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Onobrychis viciifolia</i> <i>Salvia pratensis</i> <i>Veronica teucrium</i> <i>Knautia arvensis</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Senecio jacobaea</i> <i>Pimpinella saxifraga</i>	Inondations rares et ponctuelles (30j maxi.en 1995) Nappe alluviale qui chute rapidement au printemps et qui se situe peu longtemps dans la rhizosphère de la végétation Périodes de dessiccation du sol fréquentes
<i>Espèces absentes du CFP différentielles SOM/CFP</i>	
<i>Polygonum amphibium</i> <i>Galium palustre</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Achillea ptarmica</i>	Espèces qui ont besoin d'un niveau d'humidité minimal Nappe alluviale trop basse l'été

Tableau 36b: Déterminisme de la composition floristique du SOM, des conditions intermédiaires du point de vue hydrique

<i>Espèces présentes immigratives du CFP</i>	<i>Déterminisme hydrologique</i>
<i>Rumex acetosa</i> <i>Crepis biennis</i> <i>Galium verum</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Ranunculus acris</i> <i>Leontodon hispidus</i>	Milieu assez sec, inondations de durées variables (entre 1 et 3 mois) Nappe qui fluctue entre - 20cm et plus d'un mètre (de Mai à Décembre 1994) Nappe qui reste assez loin de la surface
<i>Espèces absentes du SOM différentielles du CFP/SOM</i>	
<i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Tragopogon pratensis</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Senecio jacobaea</i> <i>Primula veris</i> <i>Knautia arvensis</i> <i>Pimpinella saxifraga</i>	Inondations trop fréquentes ou trop longues Absence d'une période de sécheresse estivale
<i>différentielles du GOF/SOM</i>	
<i>Glyceria maxima</i> <i>Equisetum fluviatile</i> <i>Rumex hydrolapathum</i> <i>Glyceria fluitans</i>	Inondations pas assez longues (habituellement absence d'eau au printemps) Nappe trop basse en été, ces espèces sont des héliophytes

Tableau 36c: Déterminisme de la composition floristique du GOF, une présence quasi permanente d'eau dans le sol

<i>Espèces présentes immigratives du SOM</i>	<i>Déterminisme hydrologique</i>
<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Lychnis flos-cuculi</i> <i>Alopecurus pratensis</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Symphytum officinalis</i> <i>Rumex crispus</i>	Espèces qui supportent une humidité importante dans le sol c'est à dire une nappe proche de la surface (entre -80 et 0 cm de profondeur) et des durées d'inondation importantes, jusqu'à 5 mois
<i>Espèces présentes caractéristiques du GOF</i>	
<i>Glyceria maxima</i> <i>Equisetum fluviatile</i> <i>Rumex hydrolapathum</i> <i>Glyceria fluitans</i>	Héliophytes, qui vivent dans des conditions très humides Nappe toujours suffisamment proche de la surface, inondations longues
<i>Espèces absentes, différentielles vis à vis du SOM</i>	
<i>Rumex acetosa</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> <i>Crepis biennis</i> <i>Galium verum</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Ranunculus acris</i>	Inondations trop longues Sol gorgé d'eau une grande partie de l'année

Tableau 37: comparaison de la composition floristique du GOF1 des zones de Luzy (L) et Mouzay (M)

Localisation (Mouzay M, Luzy L)	M	M	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L
numéro de relevé	82	14	5	9	67	43	61	42	50	57	38	68
Espèces présentes uniquement à Luzy												
HORDEUM SECALINUM							2			1		
LEONTODON AUTUMNALIS					1	+						+
GRATIOLA OFFICINALIS												1
ALOPECURUS GENICULATUS					2	+					1	+
Espèces qui sont plus fréquentes à Luzy												
STELLARIA PALUSTRIS				+							2	+
ELEOCHARIS PALUSTRIS				2		2			+	+	3	
SILAUM SILAUS		+			+			+		1		+
ALOPECURUS PRATENSIS		+			+		1			+		+
AGROSTIS STOLONIFERA	3				2	2	3			2	3	3
POA TRIVIALIS		1			4	1	1	1		2	1	2
RUMEX CRISPUS				1	1	2	1	1	+	1	+	1
Espèces présentes à Mouzay												
IRIS PSEUDACORUS	+	1		+								
EQUISETUM FLUVIATILE				+								
Espèces plus fréquentes à Mouzay												
THALICTRUM FLAVUM			+	1					+			+
CALTHA PALUSTRIS			+	1							1	
CAREX ACUTA			+	+								
CAREX VULPINA s.l.	+	1	2	1					2	+		
Communes aux deux sous-bassins												
OENANTHE FISTULOSA	1		2	+	1	+	1	+	1	+		2
MENTHA AQUATICA			1	1	1	+				+		+
MYOSOTIS SCORPIOIDES			1	1			+	+	1		+	+
CAREX DISTICHA	+		2	+		+					1	+
CENTAUREA JACEA		1	+	+	1	+			+	+	1	1
PLANTAGO LANCEOLATA	+	+			1		1	+	+	+		+
LATHYRUS PRATENSIS	+	1	+				1	+		1	+	1
LOTUS CORNICULATUS							+					+
POTENTILLA REPTANS				+				+		+	+	+
CAREX HIRTA	1	+						1		1	2	
TRIFOLIUM PRATENSE				+	+	1		1		+		+
OENANTHE SILAIFOLIA				+	+			+	+			
ANTHOXANTHUM ODORATUM				+	+			+				
FESTUCA PRATENSIS				+				1			1	
BROMUS RACEMOSUS	+							+				+
TRIFOLIUM REPENS	1	+	2	1	+	+	2		1	+	1	1
ELYMUS REPENS	1	2		+	1	1	1	3		2		3
TARAXACUM OFFICINALE		+	+	1	1	+	+			+		+
VICIA CRACCA	1	1	+	+	1	+	+	+		+		+
ACHILLEA PTARMICA		2	1		3		1	2		1		2
SENECIO AQUATICUS	+		+	+	+	1	+	2	1	+		+
POTENTILLA ANSERINA			+	+					1	+		
LYCHNIS FLOS-CUCULI			+	+	+		+		+	+		+
SYMPHYTUM OFFICINALE	+	1			+				+	+		
DESCHAMPSIA CAESPITOSA	+	+								+		
GALIUM PALUSTRE	+	1	2	1	+			+			+	+
POLYGONUM AMPHIBIUM				+	1	1	+		+			+
TRIFOLIUM FRAGIFERUM	1										+	+
RANUNCULUS REPENS	1	1	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2
FILIPENDULA ULMARIA	+	4	3	1	1		+	1		+		+
PHALARIS ARUNDINACEA	1	+	1	1	1	2		1	3		2	1
ESPECES ACCIDENTELLES	6	4	1	2	1	2	3	0	1	2	1	3

Tableau 38: Comparaison de la composition floristique du SOM de Luzu (L) et Mouzay (M).

Localisation (M: Mouzay, L: Luzu)	SOM1										SOM2				SOM3										L L L L										
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L							
Nombre de relevé	65	86	85	29	75	12	64	25	77	76	46	70	69	39	78	80	73	41	60	55	44	81	89	6	1	63	88	62	74	8	79	59	56	58	66
Espèce présente uniquement à Luzu pour toutes les sous-associations																																			
OENANTHE SILAIFOLIA																																			
Espèces qui ont une répartition différente sur Luzu/Mouzay pour une ou deux sous-associations																																			
HORDEUM SECALINUM																																			
Espèces présentes uniquement à Mouzay pour toutes les sous-associations																																			
LYTHRUM SALICARIA																																			
CAREX ACUTA																																			
CAREX VULPINA s.l.																																			
PHRAGMITES AUSTRALIS																																			
IRIS PSEUDACORUS																																			
CAREX PANICEA																																			
JUNCUS EFFUSUS																																			
JUNCUS GLAUCUS																																			
Espèce plus fréquente sur Mouzay par rapport à Luzu																																			
FESTUCA RUBRA																																			
Espèces qui ont une répartition différente sur Mouzay/Luzu pour une ou deux sous-associations																																			
ARRHENATHERUM ELATIUS																																			
GLECHOMA HEDERACEUM																																			
PHALARIS ARUNDINACEA																																			
FESTUCA ARUNDINACEA																																			
SYMPHYTUM OFFICINALE																																			
THALICTRUM FLAVUM																																			
CAREX HIRTA																																			
CERASTIUM FONTANUM																																			
HOLCUS LANATUS																																			
LEONTODON HISPIDUS																																			
CARDAMINE PRATENSIS																																			
LEONTODON AUTUMNALIS																																			
LYCHNIS FLOS-CUCULI																																			
Espèces communes à Luzu et Mouzay																																			
Différentielles des sous-associations																																			
AVENULA PUBESCENS																																			
COLCHICUM AUTUMNALE																																			
DACTYLIS GLOMERATA																																			
LEUCANTHEMUM VULGARE																																			
PEUCEDANUM CARVIFOLIA																																			
CONVOLVULUS ARVENSIS																																			
CIRSIUM ARVENSE																																			
ELEOCHARIS PALUSTRIS																																			
OENANTHE FISTULOSA																																			
MENTHA AQUATICA																																			
CALTHA PALUSTRIS																																			
STELLARIA PALUSTRIS																																			
CAREX DISTICHA																																			
MYOSOTIS PALUSTRIS																																			
TRIFOLIUM FRAGIFERUM																																			
SENECIO AQUATICUS																																			
BROMUS RACEMOSUS																																			
ELYMUS REPENS																																			
CREPIS BIENNIS																																			
PHLEUM PRATENSE																																			
POA PRATENSIS																																			
RANUNCULUS ACRIS																																			
BRUNELLA VULGARIS																																			
ALOPECURUS PRATENSIS																																			
CENTAUREA JACEA																																			
PLANTAGO LANCEOLATA																																			
RUMEX ACETOSA																																			
LOLIUM PERENNE																																			
LATHYRUS PRATENSIS																																			
POTENTILLA REPTANS																																			
LOTUS CORNICULATUS																																			
TRIFOLIUM PRATENSE																																			
TRIFOLIUM REPENS																																			
TARAXACUM OFFICINALE																																			
VICIA CRACCA																																			
FESTUCA PRATENSIS																																			
FILIPENDULA ULMARIA																																			
SILAUM SILAUS																																			
RUMEX CRISPUS																																			
POTENTILLA ANSERINA																																			
AGROSTIS STOLONIFERA																																			
POA TRIVIALIS																																			
EQUISETUM PALUSTRE																																			
RANUNCULUS REPENS																																			
GALIUM YERUM																																			
GALIUM PALUSTRE																																			
DESCHAMPSIA CAESPITOSA																																			
ANTHOXANTHUM ODORATUM																																			
CYNOSURUS CRISTATUS																																			
POLYGONUM AMPHIBIUM																																			
ACHILLEA PTARMICA																																			
GALIUM APARINE																																			
VALERIANA OFFICINALIS																																			
ACCIDENTELLES:																																			
3										0				0										0											

Espèces qui se comportent différemment au niveau du GOF1 de Luzy et Mouzay

Zone d'étude	Caractéristiques hydrologiques	Espèces spécifiques à chaque secteur au niveau du GOF	Signification écologique
MOUZAY	Nappe qui reste entre 0 et -60 cm en Été Fluctuations lentes Inondations moins longues qu'à Luzy	<i>Caltha palustris</i> <i>Equisetum fluviatile</i>	Espèces pour lesquelles la nappe doit rester dans l'espace racinaire en Été Ne supportent pas une trop grande dessiccation du sol
LUZY	Nappe qui descend sous les 90 cm en Été Fluctuations rapides Inondations plus longues qu'à Mouzay Hauteur d'eau plus importante	<i>Gratiola officinalis</i> <i>Leontodon autumnalis</i> <i>Silvaum silaus</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Alopecurus pratensis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Alopecurus geniculatus</i>	Profite des trouées, créés par les inondations, dans la végétation pour se développer → Espèces qui se développent lorsque l'assèchement estival du sol est suffisant

Espèces qui se comportent différemment au niveau des deux groupements SOM3 et GOF1 de Luzy et Mouzay.

Zone d'étude	Caractéristiques hydrologiques	Espèces spécifiques à chaque secteur au niveau du SOM3 et du GOF	Signification écologique
MOUZAY	Nappe qui reste entre 0 et -75 cm en Été Fluctuations lentes Inondations moins longues qu'à Luzy	<i>Iris pseudacorus</i> <i>Thalictrum flavum</i> <i>Carex acuta</i> <i>Carex vulpina s.l.</i>	Espèces pour lesquelles la nappe doit rester dans l'espace racinaire Ne supportent pas une trop grande dessiccation du sol
LUZY	Nappe qui descend sous les 1m en Été Fluctuations rapides Inondations plus longues qu'à Mouzay Hauteur d'eau plus importante	<i>Hordeum secalinum</i>	Espèce qui se développe lorsque l'assèchement estival du sol est suffisant

Tableau 41: Comparaison du SOMI et de son homologue pâturé (HLP1)

Doses d'engrais appliquées	SOMI fauche												A												HLP1				B				C																				
	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	30	?	30	0	0	?	?	?	?	?	45	45	?	45	180	60	60	45	30	?	30	0	0	?	?	?	?	?	45	45	?	45	180	60	60				
Nombre d'espèces par relevé	34	41	38	45	33	28	36	42	38	32	29	45	28	38	14	19	20	17	18	17	19	23	25	22	20	20	18	22	18	18	14	12	21	4	4	1	4	2	3	2	3	4	2	4	4	2	2	4	5	2	4	5	2
Espèces qui augmentent avec le pâturage																																																					
<i>Cynosurus cristatus</i>	-----																																																				
<i>Lolium perenne</i>	+ 2 2 1 + + 1 + +																																																				
<i>Dactylis glomerata</i>	1 + + + + + + +																																																				
<i>Trifolium repens</i>	+ 2 1 1 1 + +																																																				
<i>Cirsium arvense</i>	1 + + 1																																																				
<i>Festuca arundinacea</i>	1 + + + 1																																																				
Espèces qui apparaissent dans les pâturages																																																					
<i>Bellis perennis</i>																																																					
<i>Capsella bursa-pastoris</i>																																																					
<i>Trifolium fragiferum</i>																																																					
<i>Plantago major</i>																																																					
<i>Cirsium vulgare</i>																																																					
<i>Achillea millefolium</i>																																																					
<i>Plantago media</i>	+																																																				
<i>Rumex obtusifolius</i>																																																					
<i>Poa annua</i>																																																					
<i>Polygonum aviculare</i>																																																					
Espèces qui disparaissent ou régressent avec le pâturage																																																					
<i>Lathyrus pratensis</i>	+ + 2 1 + 1 1 2 + 1 2 +																																																				
<i>Filipendula ulmaria</i>	+ + + + + + + 2 + 1																																																				
<i>Vicia cracca</i>	2 1 + + + 2 2 + 1 + 1																																																				
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+ + + + + + + 1 + 1																																																				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3 2 3 3 3 + 1 1 2 3 1 3																																																				
<i>Crepis biennis</i>	3 1 2 + + 2 1 3 2 3 2 +																																																				
<i>Colchicum autumnale</i>	+ + 1 1 + + + + 2 +																																																				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+ + + + 1 1 + + 1																																																				
<i>Symphytum officinale</i>	1 1 1 1 + + + + 2																																																				
<i>Silau silaus</i>	+ 1 + + + + 1 + + +																																																				
<i>Elymus repens</i>	1 2 1 3 1 1 + 2 +																																																				
<i>Bromus racemosus</i>	+ + + + + 1 +																																																				
<i>Achillea ptarmica</i>	+ + + 1 + +																																																				
<i>Avenula pubescens</i>	+ + + + + + + +																																																				
<i>Glechoma hederaceum</i>	1 + 1 1 + + + + 1 1 +																																																				
<i>Poa pratensis</i>	2 2 1 1 + 1 1 1 2 1 1 + 1																																																				
<i>Galium verum</i>	1 1 2 + 3 2 1 2 1 1 2 3																																																				
<i>Peucedanum carvifolia</i>	+ + + + + 1 + +																																																				
<i>Festuca rubra</i>	+ + 2 1 3 2 + 1 + +																																																				
<i>Prunella vulgaris</i>	+ + + 1 + +																																																				
<i>Leontodon hispidus</i>	1 1 1 1 1 1																																																				
<i>Potentilla reptans</i>	1 2 2 2 + 1 1 +																																																				
<i>Festuca pratensis</i>	1 2 1 2 1 + + + 1 1 2 1																																																				
<i>Cerastium fontanum</i>	2 + + + + 2																																																				
<i>Poa trivialis</i>	1 1 2 1 1 + 1 1 + 1 2																																																				
<i>Lofius corniculatus</i>	1 3 + + 2 1 2 2 1 + 1 1 2																																																				
<i>Rumex acetosa</i>	+ + + + + + + + + +																																																				
<i>Alopecurus pratensis</i>	1 1 + + 1 1 + + + 1																																																				
<i>Rumex crispus</i>	+ + 1 1 + 1 + + +																																																				
<i>Senecio aquatica</i>	+ + + + + + +																																																				
<i>Centaurea jacea</i>	2 2 2 2 + 2 2 1 1 2 1																																																				
<i>Plantago lanceolata</i>	3 1 2 2 2 1 1 1 + 1 1 +																																																				
<i>Leontodon autumnalis</i>	1 + + + + +																																																				
<i>Polygonum amphibium</i>	+ + + 2 + +																																																				
<i>Ranunculus repens</i>	1 2 2 1 1 1 + 2 2 + 1 2																																																				
<i>Trifolium pratense</i>	1 3 + 1 1 2 2 1 2 2 1																																																				
<i>Phleum pratense</i>	+ + + 1 1 1 1 + 2 1 + 1																																																				
<i>Agrostis stolonifera</i>	1 1 + 1 1 2 2 2 1 2 +																																																				
Espèces indifférentes																																																					
<i>Ranunculus acris</i>	2 1 2 1 + + 1 + + + 1 +																																																				
<i>Taraxacum officinale</i>	2 1 2 1 1 + 1 1 2 + 1 +																																																				
<i>Hordeum secalinum</i>	+ + + 2 + + 1 1 1																																																				
<i>Potentilla anserina</i>	2 + + + + +																																																				
<i>Bromus hordeaceus</i>	1 1 1 1																																																				
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+ + + + +																																																				
<i>Oenanthe silaifolia</i>	+ + + + +																																																				
<i>Phalaris arundinacea</i>	1 + + + +																																																				
<i>Carex hirta</i>	+ + + + +																																																				
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+ + + + +																																																				
<i>Equisetum palustre</i>	+ + + + +																																																				
<i>Convolvulus arvensis</i>	1 + + + + +																																																				
<i>Cardamine pratensis</i>	+ + + + +																																																				
<i>Holcus lanatus</i>	+ + + + +																																																				
Espèces accidentelles																																																					
	2	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1				

Tableau 42: Comparaison du SOM2 et de son homologue pâturé (HLP2)

	SOM2										A récent										B HLP2										C																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	?	45	?	0	0	0	0	0	0	0	0	45	100	45	45	45	45	45	45	?	?	?	30	?	?	180	120	120	120	?	?	?	45						
	3	4	7	8	6	7	5	4	7	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1			
	1	1	8	0	0	3	5	4	9	6	7	1	6	6	0	8	8	2	0	7	5	8	3	4	4	4	3	3	9	8	2	3	2	5	5	6	4	6	5	8	1	2	0	4	3	4	4			
Nombre d'espèces	29	26	30	40	24	26	37	28	28	31	21	21	27	20	23	32	16	21	23	21	23	17	15	21	15	15	17	17	18	15	17	15	15	15	15	19	17	12	23	17	17	16	14	15	12	18				
Espèces favorisées par le pâturage																																																		
<i>Lolium perenne</i>	2	+	1	2	+					III	2	2	2	4	4	3	2	3	2	1	3	4	4	4	4	3	4	1	3	3	1	3	3	4	3	1	4	4	4	3	2	1	1	3	V					
<i>Hordeum secalinum</i>	+	+	+	+	+	+	+			IV	+	+	1	1	2	1	1	2	3	+	1	1	+	+	3	1	1	2	2																	IV				
<i>Trifolium repens</i>										III	3	+	3	2	1	+	3	2	2	+	2	3	2	2	2	2	+	4	1	1	2	1	3	+	2	3	+	2	2	1	+					IV				
<i>Cirsium arvense</i>	+	+								II	+	1	+	2					+	+	+	+	1	2	+	+																				III				
<i>Plantago major</i>											+	+	2	+	+	1	1	1					1	+	2																					III				
<i>Bellis perennis</i>											+																																				III			
<i>Trifolium fragiferum</i>																																														II				
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+										+	+																																		II				
<i>Cynosurus cristatus</i>										+		1																																		II				
<i>Capsella bursa-pastoris</i>																																														II				
<i>Juncus glaucus</i>																																														II				
<i>Poa annua</i>																																														II				
<i>Polygonum aviculare</i>																																															II			
<i>Potentilla anserina</i>										+	+																																				II			
<i>Urtica dioica</i>																																															II			
<i>Plantago media</i>																																															II			
Espèces qui disparaissent ou régressent dans les pâturages																																																		
<i>Symphitum officinale</i>	+	+	+	1	1	1	+	2		V																																						V		
<i>Bromus racemosus</i>	1	1	+	+	+	+				IV																																						IV		
<i>Galium palustre</i>	2	+								III																																						III		
<i>Thalictrum flavum</i>	+	+	+	+	2	+				III																																							III	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	2	+	+						III																																						III		
<i>Filipendula ulmaria</i>	3	2	2	3	1	2	+	2		V																																						I		
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	+	2	2	+	2	+	3	1	V																																							I	
<i>Achillea ptarmica</i>										IV																																						I		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+									IV	+																																					I		
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+	1	+					III																																						I		
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	+	+							III																																						I		
<i>Cardamine pratensis</i>										II																																						II		
<i>Plantago lanceolata</i>	2	2	1	1	2	2				IV	+	1	+	+	+	2																																II		
<i>Poa pratensis</i>	2	1								IV																																						I		
<i>Glechoma hederaceum</i>	2	+	2							III																																						I		
<i>Festuca rubra</i>	1	+								II																																						I		
<i>Holcus lanatus</i>										III																																							II	
<i>Lotus corniculatus</i>	2	+	2	2	+	1	2			IV																																						III		
<i>Trifolium pratense</i>	+	+	2	2	+	3	1			IV	+	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			III		
<i>Phleum pratense</i>	1	+	1	2	1	+	1	1	+	V																																								IV
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	+	1	3	2	2	2	1	2	V																																							III	
<i>Poa trivialis</i>	1	2	1	1	1	1	2	1	1	V																																							III	
<i>Centaurea jacea</i>	+	1	1	1	+	1	2	+		V																																							+	
<i>Vicia cracca</i>	+	+	2	1	+	2				IV																																							II	
<i>Festuca arundinacea</i>										IV																																							II	
<i>Elymus repens</i>	2	2	1	1	1	2	+	3		V	+																																					I		
<i>Cerastium fontanum</i>										III																																							I	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	2	1	1	1	1	2	2		V																																						III		
<i>Rumex crispus</i>	+	2	1	+	1	2	1	1		V																																						III		
<i>Galium verum</i>	1	+	1	+	+	+	1			IV																																							+	
<i>Crepis biennis</i>	+	2	+	+	+	+	+			IV																																							+	
<i>Silau silaus</i>										III																																							II	
Espèces indiff																																																		

Tableau 43: Comparaison du SOM3 et de son homologue pâturé (HLP3)

Doses d'engrais	SOM3													A					HLP3					B											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	120	100	45	?	?	180	180	180	120	100	45	?	?
																												</							

Tableau 44: Comparaison du GOF1 et de son homologue pâturé (RAG)

Doses d'engrais appliquées	GOF1									RAG																		
	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	120	120	45	0?	0?	0	0	0	0	?				
			1	1										2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1			
			1	0										0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	
	5	5	5	4		1		1	6	8	1	1	2	0	2	0	7	7	1	3	3	1	7	6	5	1		
Numéro de relevé	9	8	4	4	5	4	8	7	8	2	0	9	0	8	3	7	5	6	4	3	4	6	7	2	1	4		
Nombre d'espèces par relevé	35	36	26	22	28	29	32	27	38	27	30	20	18	16	15	13	13	13	13	14	17	15	17	16	12	15,2		
Espèces favorisées par le pâturage																												
<i>Alopecurus geniculatus</i>										+				1	1	1	4	4	1	2	3	4	2	3	2	4	3	V
<i>Plantago major</i>														3	2		1		+	1		2	1	3	2	1	+	IV
<i>Lolium perenne</i>	1	+									I								2		+		1	+	1			III
<i>Rorippa amphibia</i>														2	1					+		+		+				II
<i>Plantago media</i>														+			1				+		2					II
<i>Polygonum aviculare</i>																					3		2					II
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>														+				+							1	+	II	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>														+							1				2			II
<i>Lysimachia nummularia</i>														+			1	+										II
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	1		2	1	1	3	2	1	V	4	3	3	2	2	2	2	3	1		1		1	+		V	
<i>Rumex crispus</i>	1	1	1	+						+	III		1	+		2	+			+	+	+	+	+	+	+		IV
<i>Carex hirta</i>		1		+				3		1	III	+		1		+		1	+		1		+	1	+			IV
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1						1	3	3	II	1		2		+			1			+		1				III
<i>Potentilla anserina</i>						+	+			+	II	+	+	1	1	+		3							1			III
<i>Trifolium fragiferum</i>		1								+	1	II	3	+	2	2			3	2	4	3	+					IV
<i>Cirsium arvense</i>										+										+	+			+				II
Espèces qui disparaissent dans les pâturages																												
<i>Vicia cracca</i>			1	+	+	1	1			+	1	IV																IV
<i>Achillea ptarmica</i>	+	2	2		1	2	+			2	IV																	IV
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	+	+	+	+	+				+	IV																	IV
<i>Plantago lanceolata</i>	1		+		+	+	+	1		+	+	IV																IV
<i>Lathyrus pratensis</i>	2	3	2	+	+	1				1	+	IV																IV
<i>Mentha aquatica</i>				+		1		1		+	+	III																III
<i>Crepis biennis</i>	+	+								+	II																	II
<i>Carex disticha</i>			1	+	2			1		+	+	III																III
<i>Trifolium pratense</i>	2	2			+		1		+	+	III																	III
<i>Thalictrum flavum</i>	+		+	+	1	+				+	III																	III
<i>Cardamine pratensis</i>	1	1	+	+		1				+	III																	III
<i>Festuca pratensis</i>	2	1	1		+		1	1			III																	III
<i>Carex vulpina</i>						2	1	1	1		+	III																III
<i>Symphytum officinale</i>				+		+	1	+		+	III																	III
<i>Poa pratensis</i>					1		1			+	II																	II
<i>Lysimachia vulgaris</i>						1			+	1	II																	II
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+			+		2				II																	II
<i>Bromus racemosus</i>	2	+					1		+	+	II																	II
<i>Ranunculus acris</i>	1	+									II																	II
<i>Carex acuta</i>				+	+		1				II																	II
<i>Stellaria palustris</i>	1	1								+	II																	II
<i>Holcus lanatus</i>	1	2						+			II																	II
<i>Silau silaus</i>	1					+				+	II																	II
Espèces qui régressent avec le pâturage																												
<i>Galium palustre</i>	1	+	+		2	1	1	1	+	+	V	+	+	+														II
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	+	2	2	3	4		+	+	+	V																+	+
<i>Elymus repens</i>	2	2	2	3		2		3	3	1	IV		2				1							1				II
<i>Myosotis scorpioides</i>	+	1	1		1		1			+	III						+											+
<i>Centaurea jacea</i>	+	2	4			1		+	1		III													+				+
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	1	1	2		+				+	III																+	+
<i>Lotus corniculatus</i>				2						+	II												+					+
<i>Glechoma hederaceum</i>				+	+		+			+	II																	+
<i>Deschampsia cespitosa</i>					1		+	+	+	+	III									2		3		+				II
<i>Potentilla reptans</i>				+	1	+	+			+	III																+	II
<i>Oenanthe fistulosa</i>		1			2		1	1	2	1	III	+	+	2	+	+												II
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V						2	+	+		+	+	+					III
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	+	+	+	1	+	1	+	1	1	V	2	4	+	2		+		2	2	1	+	+	1				IV
<i>Poa trivialis</i>	1	+	1			1	1	1	2		IV	+					3	4						2		3		III
<i>Senecio aquatica</i>	+	+	+		+	1	1	+	+		IV		1	+			1			1	+							III
Espèces indifférentes																												
<i>Trifolium repens</i>	+	+			2	+	1	1	1	1	IV						1	2	4		+	+	+		1	1		IV
<i>Festuca arundinacea</i>					2			+	1	+	II																+	+
<i>Polygonum amphibium</i>			+			+		+		+	II	1	1		1						2							II
<i>Mentha arvensis</i>										+	+	2	+	1														II
<i>Veronica scutellata</i>										+	+	+	+															II
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	+					+		+		II											+			+			I
<i>Inula britannica</i>												3																+
<i>Oenanthe silaifolia</i>	1	1									I									+								+
<i>Gratiola officinalis</i>									1		+																	
<i>Carex panicea</i>							1	1			I																	
<i>Iris pseudacorus</i>							1			+	I																	+
<i>Eleocharis palustris</i>			1						+		I										+				3			I
<i>Phleum pratense</i>	+								1		I												+	+	1			II
Espèces accidentelles																												
	3	3	0	1	1	1	3	2	0	3		1	1	0	2	0	0	0	0	0	3	1	1	2	0	0		
Sol nu												+			+	2	1	1	1	1			1	1				IV

Tableau 45: Comparaison du CFP3 et de son homologue fertilisé

Doses d'engrais: Unités d'azote	prairies de fauche extensives									Prairies fertilisées										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A				B						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	75	30	100	100	100	90	120	160		
	1				1					2	1	2	2	1	1	2				
	0				1					0	1	0	0	0	0	0	0	0		
	5	7	7	5	1	6	1	1	3	4	3	5	2	4	6	3	3	4		
	7	1	2	2	9	4	8	2	0	7	9	1	6	1	0	5	9	4	9	
Nombre d'espèces	28	43	39	33	36	36	34	29	32	30,5	30	26	35	27	27	30	22	25	11	23
Espèces favorisées par les engrais	-----																			
<i>Dactylis glomerata</i>	+		1	1	1	1	1			IV	+	2	3	1			1	1	IV	
<i>Lolium perenne</i>	1	+			2	+			+	III	1	2	3	2	2	1	2	+	IV	
<i>Hordeum secalinum</i>		+	+			+				II	1	+		+	1				III	
<i>Cardamine pratensis</i>								+		+	+	+				2	+		III	
Espèces qui disparaissent avec les engrais	-----																			
<i>Leontodon hispidus</i>		1	+	1	1	+	1	+	2	V										
<i>Senecio jacobaea</i>		+		1		+	+			III										
<i>Avenula pubescens</i>	1	+				3				II										
<i>Prunella vulgaris</i>		+				+				II										
<i>Briza media</i>					1		+			II										
Espèces qui régressent avec les engrais	-----																			
<i>Crepis biennis</i>	1	2	+	2	2	1	1	+	3	V	2	1	1	+	1	1			IV	
<i>Silaum silaus</i>		+	+	1	1	1	1	+	1	V	+	+	1		+				III	
<i>Centaurea jacea</i>	3	2	1	+	2	3	1	1	3	V	2		1	2		+			III	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		+	+	1	1			+	1	IV	1	+		+					II	
<i>Phleum pratense</i>	1	+	1		1	1				IV	+	2	1			1	1		III	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	1		+	+	2	+		+	IV	+	+		1	+				III	
<i>Symphytum officinale</i>		+	+	+	+		+	1		IV		+	+			+			II	
<i>Tragopogon pratensis</i>		+	+	1	+			+		III		+		+					II	
<i>Holcus lanatus</i>	+				+	2	1	1		III	3		+		1				II	
<i>Vicia cracca</i>					+	1	+	2	+	III		+			+	+			II	
<i>Elymus repens</i>	+	+	+	1		1				III				3	+	1			II	
<i>Bromus racemosus</i>		1	+					2		II	2								+	
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+		+	2	1	1	+	V	1	+	2		+	3	2		IV	
<i>Filipendula ulmaria</i>		+	+	+	+	1	3	3	3	V	+	2	+	+		2	+		IV	
<i>Poa trivialis</i>			2	1	1	2	+	2	2	V	3	1	+		3		3		IV	
<i>Glechoma hederaceum</i>		+	+	+	+		1	+		IV	1	1		+		+	+		IV	
<i>Lathyrus pratensis</i>		+	1	1		+	2	1	1	V	+	1	1	2			+		III	
<i>Festuca pratensis</i>		+	+	2	1	2	2	+	2	V	1	3	1		1	3	1		IV	
<i>Peucedanum carvifolia</i>	3	+	1		2	+				III	1	1					+	+	III	
Espèces indifférentes	-----																			
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	2	3	3	3		+	3	2	V	1	2	2		2	2	1	2	V	
<i>Cerastium fontanum</i>	1	+	+	+	2		+	+	+	V	1	2	+	1	1	1	1	+	V	
<i>Colchicum autumnale</i>	2	1	1	2	+	+	1	2		V	+	+	1	1	+	1	1	+	V	
<i>Festuca rubra</i>		3	2	2	2	1	2		3	V	2	2		2	2	+	1	2	V	
<i>Galium verum</i>	2	2	1	2	3	3		3	2	V	2	+	1	1	+	+	1	+	V	
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	+	2	3	1	2	2		V	2	+	1	1	1	+	+	+	V	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	+	+	+	1	1		3	1	V	1	3		1		2	2	1	3	V
<i>Plantago lanceolata</i>	1	+	1	1	2	1	1	1	1	V	1	1	2	1	+	+	1	1	V	
<i>Poa pratensis</i>	+	2	1	2	1			3	2	V	1	1	1	2	1	+		4	V	
<i>Ranunculus acris</i>	1	1	1	1	3	1	1	2	2	V	2	1	1	2	+	+	1	+	V	
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+	+	+	1	1	1	1	V	2	1		1	+	2	1	+	V	
<i>Rumex crispus</i>		+		+	+	2	+	+		IV	1		2	+	+	1	+		IV	
<i>Taraxacum officinale</i>	2	+	+	1	+		2	1		V	2		1	1	1	1	+	1	V	
<i>Trifolium pratense</i>	1	+	1	1	2	+	2	1	2	V	3		1	2	+	+	+	1	V	
<i>Potentilla reptans</i>			2	+		+		+		III	2		+				+		II	
<i>Ajuga reptans</i>		+			1		1	1		III				+			+		II	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		+					2			II	+	+		1					II	
<i>Trifolium repens</i>		1					+			II				+			+		II	
<i>Agrostis stolonifera</i>		1	2			2				II		3	+			4			II	
<i>Pimpinella saxifraga</i>		+				2				II	+	+		+	+				II	
<i>Valeriana officinalis</i>							+	+		II										
<i>Sanguisorba minor</i>				+		+				II				2					+	
<i>Festuca arundinacea</i>			+	+						II						2			+	
<i>Achillea ptarmica</i>							+			+										
<i>Bellis perennis</i>		+								+		+							+	
<i>Phragmites australis</i>								+		+										
<i>Cynosurus cristatus</i>								+		+							+		+	
<i>Bromus hordeaceus</i>		+								+										
<i>Carex hirta</i>				+						+										
<i>Cirsium arvense</i>							+			+										
<i>Bromus erectus</i>										+			1						+	
<i>Primula veris</i>		+								+										
Accidentelles:	0	4	1	2	1	0	3	1	1		0	0	1	0	3	0	0	0	1	

Tableau 47: Comparaison du SOM2 et de son homologue fertilisé

Doses d'engrais appliquées en Unités d'azote	SOM2 extensif									SOM2 fertilisé								
										A					B			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	75	100	100	120	120	120	
											1	2	2		1	1		
											0	0	0		0	0		
	3	4	7	8	6	7	5	4	7	2	3	3	3	2	2	2	3	
Numéro de relevé	1	1	8	0	0	3	5	4	9	9	0	7	8	7	1	8	8	1
Nombre d'espèces	29	26	30	40	24	26	37	28	28	31	17	19	22	25	24	18	18	14
Espèces favorisées par les engrais																		
<i>Lolium perenne</i>	2 + 1 2 +									III	1	1	1	1	3		2	
<i>Festuca pratensis</i>	1 + 1 3 1									III	+	2	3	3	2		2	
<i>Cirsium arvense</i>	+ +									II	1			1	+	+		
Espèces qui régressent ou disparaissent avec les engrais																		
<i>Bromus racemosus</i>	1 1 + + + +									IV								
<i>Achillea ptarmica</i>	2 1 + + + +									IV								
<i>Galium palustre</i>	2 + + + + +									III								
<i>Phalaris arundinacea</i>	+ + + + 2									III								
<i>Senecio aquatica</i>	+ + + + +									II								
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2 2									II								
<i>Carex hirta</i>	+ + +									II								
<i>Thalictrum flavum</i>	+ + + 2 +									III	+			+				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+ 2 + +									III				2				
<i>Oenanthe silaifolia</i>	+ + 1									II		+						
<i>Plantago lanceolata</i>	2 2 1 1 2 2									IV		+	+					
<i>Trifolium pratense</i>	+ 2 2 + 3 1									IV			1	+				
<i>Holcus lanatus</i>	3 2 2 + 1									III			4	+				
<i>Leontodon autumnalis</i>	+ 1 +									III			1					
<i>Filipendula ulmaria</i>	3 2 2 3 1 2 + + 2									V	1		3	1	+			
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+ + 1 1 + 1 + 1									IV	+	+		+	+			
<i>Lathyrus pratensis</i>	+ + 2 2 + 2 + 3 1									V			1		+			
<i>Phleum pratense</i>	1 + 1 2 1 + 1 1 +									V		+	1	1	1			
<i>Crepis biennis</i>	+ 2 + + + + +									IV	+	1	+		+			
<i>Lotus corniculatus</i>	2 + 2 2 + 1 2									IV						1		
<i>Poa trivialis</i>	1 2 1 1 1 1 2 1									V	3		+	3	2		2	
<i>Symphytum officinale</i>	+ + + 1 1 1 + 2									V	2				1		1	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	+ + 1 3 2 2 2 1 2									V			4	2			2	
<i>Centaurea jacea</i>	+ 1 1 1 + 1 2 +									V		+		1	1	1	+	
<i>Festuca arundinacea</i>	1 1 1 1 1									IV		1				1		1
<i>Rumex acetosa</i>	+ + 1 + +									III			1	1			+	
<i>Galium verum</i>	1 + 1 + + + 1									IV				+	+	+	2	
Espèces indifférentes																		
<i>Cerastium fontanum</i>	+ 1 1 1 +									III	+			+	+			+
<i>Poa pratensis</i>	2 1 1 1 1 1 +									IV		+			2	2	2	2
<i>Alopecurus pratensis</i>	1 2 1 1 1 1 2 2									V	1	1	3	3	3	2	4	2
<i>Festuca rubra</i>	1 +									II			1	1		1	+	
<i>Cardamine pratensis</i>	+ + + + 1									II								+
<i>Ranunculus acris</i>	+ 1 + + +									III			3	+	+			
<i>Silaum silaus</i>	+ 1 1 2 1									III		+		+		+	+	
<i>Glechoma hederaceum</i>	2 + 2 +									III			+	1			+	
<i>Ranunculus repens</i>	1 3 2 2 2 2 2 3									V	3		1	1	1	3		+
<i>Rumex crispus</i>	+ 2 1 + 1 1 2 1 1									V	2	1	+	+	+	1	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	+ + + + + 1 1									IV		1		+	1	2	1	2
<i>Vicia cracca</i>	+ + 2 1 + 2									IV			+	+	+	+	+	
<i>Elymus repens</i>	2 2 1 1 1 2 + 3									V	+		1	1	2	2	1	1
<i>Trifolium repens</i>	1 2 + + +									III		2				2		+
<i>Hordeum secalinum</i>	+ + + + + +									IV			2	3			1	
<i>Potentilla reptans</i>	1 + + + 2									III		+		+	1	+		
<i>Potentilla anserina</i>										+								
<i>Colchicum autumnale</i>	+									+								
<i>Convolvulus arvensis</i>											2			2				
<i>Galium aparine</i>										II								
<i>Lysimachia nummularia</i>													+	+				
<i>Polygonum amphibium</i>	2 + +									II						+	+	
Accidentelles	1	1	0	2	1	0	1	1	2		2	0	1	0	1	2	0	0

Tableau 48: Comparaison du SOM3 et de son homologue fertilisé

Doses d'engrais appliquées en Unités d'N	SOM3 extensif													SOM3 fertilisé						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	100	75	75	45			
				1									1		2	1	1			
			1										1		0	0	1			
Numéro de relevé	8	8	8	5	5	6	6	2	6	7	5		5	1	7	3	2	1		
	1	8	9	2	6	2	3	7	6	4	3	6	1	3	2	3	4	6		
Nombre d'espèces par relevé	39	30	33	39	40	35	37	28	35	27	33	30	42	34,5	19	21	23	21	21	
Espèce favorisée par les engrais																				
<i>Lolium perenne</i>														2 +						
Espèces qui disparaissent avec les engrais																				
<i>Galium palustre</i>	+	+		+	+	1	1	1	+	+	+		+	V						
<i>Holcus lanatus</i>	3	2	3					2	1	1	3	1	2	IV						
<i>Myosotis scorpioides</i>				1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV						
<i>Polygonum amphibium</i>		+	+		+	+			1	+	+	+		IV						
<i>Crepis biennis</i>		+	1			+	+						+	III						
<i>Iris pseudacorus</i>	+	+	+					+		+	+			III						
<i>Phleum pratense</i>	1	2	1	+	+				3	1				III						
<i>Festuca arundinacea</i>							1		1	+			+	II						
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	+	+		+									II						
<i>Potentilla reptans</i>	+					+	1						+	1	II					
<i>Leontodon autumnalis</i>					+	+			1					II						
<i>Juncus glaucus</i>	2	1											+	II						
<i>Potentilla anserina</i>	1					1	+						+	II						
<i>Carex panicea</i>			+	1									1	II						
<i>Thalictrum flavum</i>						+	+		+	+				II						
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	+	2									+		II						
<i>Bromus racemosus</i>						+			+	+	+	+	+	II						
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	1	+								+		II						
Espèces qui régressent avec les engrais																				
<i>Carex disticha</i>		2	1	+	+	+	+							III				1		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	2	1	V	+		+		2	
<i>Trifolium repens</i>	+			+	2	+	+	1	1			1	1	IV	+	1			2	
<i>Cerastium fontanum</i>	+	+	+									+	+	II		+			1	
<i>Trifolium pratense</i>	1	+	1	1		1	2	1		+	2	1		IV		1		+	2	
<i>Vicia cracca</i>	1	1	1	+	+	2		+	2	+	1	1		V	+				1	
<i>Carex hirta</i>	1	+	+	1	+	+		+						III			+		1	
<i>Achillea ptarmica</i>	1		+	1	1	3	1	+	+				+	IV				+	1	
<i>Glechoma hederaceum</i>	1	+			+	1		+		+	+	1		IV		+		+	2	
<i>Symphytum officinale</i>		+	+		1	1	1	1	1	+	1	+	1	IV				+	1	
<i>Plantago lanceolata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	V		1		+	2	
<i>Festuca pratensis</i>	3	1	2	2	+	1	1	2	1	+	1	3	1	V	+			2	2	
<i>Poa pratensis</i>	+	+						2	+			2	1	III		1		1	2	
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+	+						+	+	+	+	III					1	
Espèces compagnes																				
<i>Ranunculus repens</i>	2			2	1	2	+	3	2	+	+	1	+	V	2	+	1	1	4	
<i>Festuca rubra</i>	1	+	+					2				+	+	III	1	+			2	
<i>Senecio aquatica</i>	1			1	2	1	1	+			+	+	+	IV	+		1	+	3	
<i>Centaurea jacea</i>	1			3	+	1	1	2	1	+		1		IV	+		1	1	3	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			2	+					1	+	+	2		III		2			1	
<i>Cardamine pratensis</i>				+	+	+	+			+	+			III		1	1		2	
<i>Lotus corniculatus</i>	2			+	+	+	+	1	1			1	1	IV	+		+	1	3	
<i>Phalaris arundinacea</i>		1	+			+	+			1	+	+		III	+				1	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	1	+	+	1	1	1	1	1	1	1	+	1	V	+	2	1	2	4	
<i>Poa trivialis</i>	1	+	1	2	1	1	+	2	1	1	3	+		V	2		1	1	3	
<i>Filipendula ulmaria</i>	2	3	1	2	+	1	+	3	+	2	3	2	2	V	+	+	+	+	4	
<i>Ranunculus acris</i>	+	1	1	1				1	+		1	2		IV		2	+	+	3	
<i>Rumex crispus</i>	+			+	1	+	+	+	+	2	2	+	+	V	2	1	1	1	4	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	+	1	1	1	1	+	1	1			1	2	V		2	1	1	3	
<i>Elymus repens</i>	1	1			2	+	1	2	1	3	1	+		IV	4		3	1	3	
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	1	+	2	2	1	1		3	3	1			IV	3		1		2	
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	2	1	1	+	1	3	2	2	2	1	1	+	V		1	+	1	3	
<i>Silium silaus</i>	+			+	1	+	1	+	+	+			+	IV	+	+	+	+	4	
<i>Ajuga reptans</i>								+				+		I						
<i>Phragmites australis</i>		+							1		1	1		II						
<i>Bromus hordeaceus</i>																	3		1	
<i>Prunella vulgaris</i>	+			+								+		II						
<i>Lysimachia vulgaris</i>										+		+		I						
<i>Oenanthe silaifolia</i>								+	+					I	1		1		2	
<i>Trifolium fragiferum</i>	1			+	+									II			+		1	
<i>Cirsium arvense</i>																+				
<i>Equisetum palustre</i>			+			1	+							II						
<i>Juncus effusus</i>		1	+								+	+		II						
<i>Gratiola officinalis</i>						+								+						
<i>Mentha aquatica</i>						+	2	+						II						
<i>Carex tomentosa</i>	1													+						
<i>Eleocharis palustris</i>					+									+						
<i>Oenanthe fistulosa</i>					+	1								I	+		1		2	
<i>Carex acuta</i>											+	1	1	II						
<i>Stellaria palustris</i>					+				+					I		+	+		2	
<i>Hordeum secalinum</i>	+			+										II						
<i>Cynosurus cristatus</i>													+	I						
<i>Caltha palustris</i>					1						2		+	+						
<i>Carex vulpina s.l.</i>													+	+						
Accidentelles	1	2	1	3	2	1	1	0	0	0	1	0	3		0	0	0	0		

Tableau 49: Comparaison du GOF1 et de son homologue fertilisé

Doses d'engrais appliquées en Unités d'Azote	GOF extensif										GOF fertilisé					Total			
											A			B					
	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	75	75	60	60	90		100	100	
			1	1											2	1	1		
			1	0											0	0	0		
	5	5	5	4		1		1	6	8	1	6	4	5	6	4	3	3	
	9	8	4	4	5	4	8	7	8	2	0	1	2	7	7	2	6	4	7
Nombre d'espèces par relevé	35	36	26	22	28	29	32	27	38	27	30	30	20	32	28	19	18	15	23,1
Espèces favorisées par les engrais	-----																		
<i>Rumex crispus</i>	1	1	1	+				+	1		IV	1	1	1	1	2	+	+	V
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	1	1	2		+			+		IV	+	1	+	+	+	+	+	V
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1						1	3	3	II	3		2	2	3	3		IV
<i>Trifolium repens</i>	+	+			2	+	1	1	1	1	IV	2	+	+	+	+	2	+	V
<i>Plantago major</i>												+	+						II
Espèces qui régressent ou disparaissent avec les engrais	-----																		
<i>Crepis biennis</i>	+	+						+			II								
<i>Holcus lanatus</i>	1	2						+			II								
<i>Lysimachia vulgaris</i>				1		1		+	1		II								
<i>Carex disticha</i>			1	+	2			1	+	+	III								
<i>Poa pratensis</i>				1			1			+	II								
<i>Cynosurus cristatus</i>		+					1				I								
<i>Ranunculus acris</i>	1	+		+							II								
<i>Glechoma hederaceum</i>			+	+		+					II								
<i>Phalaris arundinacea</i>		+	+	+	1	+	1	+	1	1	V		1		1	+	1	+	III
<i>Carex vulpina</i>					2	1	1	1		+	III			+					
<i>Deschampsia cespitosa</i>				1	+	+	+	+	+	+	III			+					
<i>Thalictrum flavum</i>	+		+	+	1	+			+		III						+		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+			+		2				II	+							
<i>Bromus racemosus</i>	2	+					1		+	+	II	+							
<i>Myosotis scorpioides</i>	+	1	1		1		1		+		III	+	+						II
<i>Lotus corniculatus</i>			2		+				+		I	+				+			II
<i>Galium palustre</i>	1	+	+		2	1	1	1	+	+	V		+				+		III
Espèces qui régressent avec des doses de 100U d'N	-----																		
<i>Poa trivialis</i>	1	+	1			1	1	1	2		IV	1	1	2	4	2			IV
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	1	+	+	+	+	+	+	+	+		IV	+	+	+	+	+			III
<i>Vicia cracca</i>			1	+	+	1	1		+	1	IV	+	+	+	1	+			IV
<i>Mentha aquatica</i>			+		1		1	+	+		III			+	1				II
<i>Festuca pratensis</i>	2	1	1	+	+	1	1				III	1		+		+			III
<i>Symphitum officinale</i>			+	+	1	+			+		III			+	+				II
<i>Potentilla reptans</i>			+	1	+	+			+		III		+	+					II
<i>Trifolium pratense</i>	2	2			+		1	+	+		III	1			1				II
<i>Achillea ptarmica</i>	+	2	2		1	2	+		2		IV	1	2	1	3				III
<i>Plantago lanceolata</i>	1		+		+	+	+	1	+	+	IV	1	+	+	1				III
Espèces indifférentes	-----																		
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	+	2	2	3	4		+	+	+	V	+	1	+	1	+	1		V
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	1		2	1	1	3	2	1	V	2	3	2	3	2	2	1	V
<i>Senecio aquatica</i>	+	+	+		+		1	1	+	+	V	+	2	+	+	+	+		V
<i>Elymus repens</i>	2	2	2	3		2		3	3	1	IV	1	3	2	1	4		3	V
<i>Centaurea jacea</i>	+	2	4			1		+	1		IV	+	+	1	1	+		+	V
<i>Lathyrus pratensis</i>	2	3	2	+	+	1			1	+	IV	1	+	1			+	+	IV
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	+	+	+	1		+	+	IV
<i>Oenanthe fistulosa</i>		1			2		1	1	2	1	IV	1	+	+	+	+	+	1	V
<i>Cardamine pratensis</i>	1	1	+	+		1			+		III			+			1	+	III
<i>Polygonum amphibium</i>			+		+		+		+		II	+			1				II
<i>Silaum silaus</i>	1				+				+		II		+	1	+	+		+	III
<i>Lolium perenne</i>	1	+									I	1						2	II
<i>Festuca arundinacea</i>				2		+		1	+		II						1	+	II
<i>Stellaria palustris</i>	1	1							+		II							1	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	+				+		+			II	+			1				II
<i>Carex hirta</i>		1		+			3		1		III		1	1					II
<i>Oenanthe silaifolia</i>	1	1									I	+	+	+	1	1			IV
<i>Trifolium fragiferum</i>		1							+	1	II			+					+
<i>Potentilla anserina</i>				+	+			+			II			+					+
<i>Carex acuta</i>			+	+		1					II				+				+
<i>Iris pseudacorus</i>						1			+		I						+		+
<i>Eleocharis palustris</i>			1					+			I			+					+
<i>Carex panicea</i>					1	1					I								+
<i>Phleum pratense</i>	+								1		I						+		+
<i>Hordeum secalinum</i>	+	+									I			+					+
<i>Cerastium fontanum</i>	+						+				I								+
<i>Equisetum fluviatile</i>				+	+						I								+
Accidentelles	1	1	0	2	0	1	0	4	2	4		2	0	2	0	1	2	0	

Tableau 50: Impacts comparés de la fertilisation et du pâturage sur les prairies de fauche

	SOM1 extensif	SOM1 fertilisé	HLP1	SOM2 extensif	SOM2 fertilisé	HLP2	SOM3 extensif	SOM3 fertilisé	HLP3	GOF1 extensif	GOF1 fertilisé	RAG
nombre de relevés	17	10	18	10	8	34	20	4	14	23	7	14
nombre moyen d'espèces par relevé	33	25	21	30	19	18	32	21	15	25	23	15
Espèces indifférentes												
DACTYLIS GLOMERATA	III	III	IV									
PEUCEDANUM CARVIFOLIA	III	III	II	I								
RANUNCULUS ACRIS	V	IV	V	III	III	IV	III	3	I			
ALOPECURUS PRATENSIS	V	V	III	V	V	III	IV	4	I	III	V	+
PHLEUM PRATENSE	V	IV	III	V	III	IV	III		IV	I	+	II
POTENTILLA REPTANS	III	II	II	III	III	II	II			III	II	II
TRIFOLIUM REPENS	III	IV	V	IV	III	V	V	2	V	IV	V	IV
TARAXACUM OFFICINALE	V	V	V	V	IV	V	V	3	V	V	IV	III
RANUNCULUS REPENS	V	V	IV	V	IV	V	V	4	V	V	V	V
SENECIO AQUATICUS	II	+	+	I		II	IV	3	II	IV	V	III
HORDEUM SECALINUM	IV	II	IV	IV	III	IV	II		II	+	+	I
PHALARIS ARUNDINACEA	I			II		I	III	1	I	IV	III	IV
FESTUCA PRATENSIS	IV	III	III	III	IV	III	IV	2	II	II	III	
Espèce plus fréquente dans les pâtures et les prairies fertilisées												
LOLIUM PERENNE	III	V	V	III	IV	V	I	2	V	I	II	III
Espèces plus fréquentes dans les prairies pâturées												
CAPSELLA BURSA PASTORIS			II			II						II
POTENTILLA ANSERINA	II		I	+		I	II		II	II	+	III
POLYGONUM AVICULARE			II			I						II
POA ANNUA			II			I						I
PLANTAGO MAJOR			II			III	+		IV		II	IV
CIRSIUM ARVENSE	II	II	IV	II	III	IV			III	+		II
ALOPECURUS GENICULATUS									III	+		V
Espèces sensibles au pâturage et aux engrais												
LEUCANTHEMUM VULGARE	IV	II	+									
COLCHICUM AUTUMNALE	IV	II		+								
ARRHENATHERUM ELATIUS	V	II		II			I					
CREPIS BIENNIS	V	II	+	III	III	+	III					
GALIUM VERUM	V	IV	II	IV	III	I	I	2				
RUMEX ACETOSA	V	IV	II	IV	II	I	III	1				
LOTUS CORNICULATUS	V	IV	II	IV	+	II	III	3	I	II	II	+
TRIFOLIUM PRATENSE	V	IV	III	IV	II	II	IV	2				
SYMPHYTUM OFFICINALE	IV	II		IV	III		IV	1	I	II	II	
FILIPENDULA ULMARIA	V	IV		V	III	I	V	4	+	IV	V	+
POLYGONUM AMPHIBIUM	III		I	II	II	I	IV		II	III	II	II
ACHILLEA PTARMICA	II			III		I	IV	1	I	III	III	
GALIUM PALUSTRE	I			III			IV		I	IV	III	II
THALICTRUM FLAVUM	I			II	II		II		+	II	+	
CALTHA PALUSTRIS	I			I			II			II	+	
CAREX DISTICHA				I			II	1		IV		
ELEOCHARIS PALUSTRIS				I			I			III		I
MYOSOTIS SCORPIOIDES							IV			III	+	+
MENTHA AQUATICA							I			III	II	
CAREX ACUTA							I			I	+	
CAREX VULPINA s.l.							I			II		
GLYCERIA MAXIMA										I		
EQUISETUM FLUVIATILE										I		
GLYCERIA FLUITANS										I		
RUMEX HYDROLAPATHUM										I		
Espèces sensibles au pâturage uniquement												
CERASTIUM FONTANUM	III	III	II	III	III	I	II	1	I			
LEONTODON HISPIDUS	II	II	+	I	III		I					
FESTUCA RUBRA	IV	IV	II	II	III	I	II	2				
CENTAUREA JACEA	V	V	II	V	IV	II	IV	3	I	IV	V	+
RUMEX CRISPUS	IV	V	II	V	V	III	V	4	II	V	V	IV
POA TRIVIALIS	V	V	II	V	IV	III	V	3	II	V	V	III
LEONTODON AUTUMNALIS	II	II	II	III	+	III	II		II	II	II	I
ELYMUS REPENS	IV	III	+	IV	V	I	IV	3	+	IV	V	II
OENANTHE SILAIFOLIA	I	II		II	+	+	I	2		II	IV	+
POA PRATENSIS	V	V	I	III	IV	I	III	2		I	+	
SILAUM SILAUS	IV	IV	+	III	III	II	III	4	I	II	III	
STELLARIA PALUSTRIS				I			II	2		I	+	
OENANTHE FISTULOSA							I	2	I	V	V	II
IRIS PSEUDACORUS							II		+	II	+	+
Espèces sensibles au pâturage mais dont le comportement vis à vis des fertilisations varie												
LATHYRUS PRATENSIS	V	III		V	II	I	V	3		III	IV	
HOLCUS LANATUS	II	III	II	III	II	II	IV		II			
VICIA CRACCA	V	III		IV	IV	+	IV	1		IV	IV	
AGROSTIS STOLONIFERA	IV	IV	II	IV	II	III	IV	2	III	III	IV	III
ANTHOXANTHUM ODORATUM	I	II		II		+	III	1		I	+	III
PLANTAGO LANCEOLATA	V	V	IV	IV	II	II	IV	2	I	III	III	
LYCHNIS FLOS-CUCULI	III	III		IV	III	I	V	2		IV	III	
CARDAMINE PRATENSIS	II	III	I	III	+	I	III	2		III	III	

Tableau 51: Mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria*

stade de déprise	+++	+++	++	+	++	+	+
Groupement prairial d'origine	GOF?	GOF	GOF	GOF	SOM3	SOM2	SOM1
numéro de relevé	1173	1021	1200	1022	1201	1172	1171
nombre d'espèces/ relevé	13	13	17	28	16	30	27
<i>Filipendula ulmaria</i>	5	4-5	5	3-4	4	3-4	3-4
<i>Calystegia sepium</i>	+						
<i>Glyceria maxima</i>	2						
<i>Lythrum salicaria</i>	+		+				
<i>Thalictrum flavum</i>	+			+	3		
<i>Elymus repens</i>	1	+		2	1		
<i>Iris pseudacorus</i>	+	+	1	+	+	+	
<i>Carex acuta</i>	+					+	+
<i>Valeriana officinalis</i>	1				+	+	+
<i>Symphytum officinalis</i>	+		1	1			+
<i>Alopecurus pratensis</i>	1			+	2	1	+
<i>Lysimachia nummularia</i>			+		1	+	+
<i>Carex disticha</i>		1	1	2		1	
<i>Taraxacum officinalis</i>	+	+	+	+	+	+	2
<i>Vicia cracca</i>	+	+		1	1	+	+
<i>Cardamine pratensis</i>			+		+	+	1
<i>Rumex crispus</i>		+	+		+	1	
<i>Agrostis stolonifera</i>			+		1	2	
<i>Glechoma hederacea</i>		+		+		1	1
<i>Cardamine pratensis</i>		+		1		+	1
<i>Lathyrus pratensis</i>				1	+	2	2
<i>Silaum silaus</i>			+	+			+
Prairiales hygrophiles							
<i>Phalaris arundinacea</i>		1	+	+			
<i>Myosotis scorpioides</i>			+				
<i>Stellaria palustris</i>			+				
<i>Achillea ptarmica</i>			1	2			
<i>Mentha aquatica</i>			+				
<i>Galium palustris</i>			+	1			
Prairiales mésophiles							
<i>Rumex acetosa</i>						1	1
<i>Ranunculus acris</i>						+	1
<i>Crepis biennis</i>						+	
<i>Festuca rubra</i>						+	+
<i>Holcus lanatus</i>						1	3
<i>Carex flacca</i>						2	+
<i>Poa pratensis</i>						+	+
<i>Ajuga reptans</i>						+	+
<i>Colchicum autumnale</i>						+	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>						1	+
Prairiales méso-xérophiles							
<i>Cerastium fontanum</i>							+
<i>Dactylis glomerata</i>							+
<i>Galium verum</i>							+
Accidentelles							
<i>Plantago lanceolata</i>				+			1
<i>Lotus corniculatus</i>				+		+	
<i>Caltha palustris</i>		+		+		+	
<i>Descampsia caespitosa</i>				+			
<i>Polygonum amphibium</i>		+			+		
<i>Poa trivialis</i>				1	2		
<i>Potentilla reptans</i>				+	+		
<i>Valeriana dioica</i>						+	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>				+			
<i>Equisetum arvense</i>		+					
<i>Centaurea jacea</i>				1			
<i>Carex hirta</i>				+			
<i>Carex vulpina s.l.</i>				1			
<i>Trifolium repens</i>				+			
<i>Potentilla anserina</i>				+			
<i>Juncus glaucus</i>						2	
<i>Juncus conglomeratus</i>						1	

Tableau 52: Correspondances topographiques entre les groupements définis en 1958 et ceux de 1993

1958 numéro de relevé 01- -		1993	HAUT	
Pré à Bromus erectus rel: 61 à 71 et 03 (CFP sang.)	→	??? (rel 1110, 1111, 1115)		
Prairie à Colchique et Fétuque des prés à Sanguisorba minor rel: 01, 02, 04 à 08, 10 à 12, 14 à 19, 21, 24. rel.: 20, 22, 23, 25, 26, 28	→	CFP brometosum erecti		
	→	CFP typicum var à Bromus		
Prairie à Colchique et Fétuque des prés typique rel.: 29, 30, 33, 34, 36, 40, 44 (filip.) rel.: 35, 37, 38, 41, 42, 43	→	CFP typicum var à Silaus		
	→	CFP filipenduletosum		
Prairie à Colchique et Fétuque des prés à Filipendula ulmaria rel.: 44 (typ.), 45, 46, 48 à 50, 52, 53, 55, 58, 59 rel.: 47, 51, 54, 56, 57, 60	→	SOM colchicetosum		
	→	SOM typicum		
Prairie à Filipendula ulmaria rel: 72, 73, 76, 81, 83 rel.: 74, 75, 77, 79, 80, 82	→	SOM myosotetosum		
	→	GOF		
				BAS

Tableau 53: Comparaison des unités sèches de 1958 et 1993

ASSOCIATION HOMOLOGUE	Pré à Bromus	Prairie à Colchique variante à Sanguisorba	CFP1
AUTEUR	DUVIGNEAUD	DUVIGNEAUD	GREVILLIOT
DATE	1958	1958	1993
Espèces xérophiles			
<i>TRIFOLIUM MONTANUM</i>	I	-	-
<i>ARENARIA SERPYLLIFOLIA</i>	I	-	-
<i>ONONIS SPINOSA</i>	II	-	(+)
<i>ORGANUM VULGARE</i>	I	-	-
<i>POLYGALA CALCAREA</i>	I	-	-
<i>ANTHYLLIS VULNERARIA</i>	III	I	-
<i>AGRIMONIA EUPATORIA</i>	II	I	-
<i>ARABIS HIRSUTA</i>	III	I	-
<i>FESTUCA DURIUSCULA</i>	IV	I	-
Espèces mésoxérophiles			
<i>VIOLA HIRTA</i>	V	III	-
<i>LINUM CATHARTICUM</i>	V	III	-
<i>VERONICA TEUCRIUM</i>	III	-	II
<i>ONOBRYCHIS VICIFOLIA</i>	III	-	II
<i>VERONICA CHAMAEDRYS</i>	III	II	III
<i>SALVIA PRATENSIS</i>	V	I	III
<i>ACHILLEA MILLEFOLIUM</i>	III	II	II
<i>CAMPANULA GLOMERATA</i>	IV	II	I
<i>CAMPANULA ROTUNDIFOLIA</i>	I	I	II
<i>ORNITHOGALUM UMBELLATUM</i>	IV	II	I
<i>DAUCUS CAROTA</i>	IV	III	I
<i>GALIUM MOLLUGO</i>	IV	II	II
<i>KNAUTIA ARVENSIS</i>	V	IV	V
<i>KOELERIA CRISTATA</i>	IV	III	II
<i>TRIFOLIUM FILIFORME</i>	IV	II	II
<i>MEDICAGO LUPULINA</i>	V	V	II
<i>VICIA SATIVA</i>	V	I	II
<i>PIMPINELLA SAXIFRAGA</i>	IV	IV	IV
<i>HERACLEUM SPHONDYLIIUM</i>	III	III	IV
<i>TRisetum flavescens</i>	IV	III	III
<i>PRIMULA VERIS</i>	V	IV	III
<i>RANUNCULUS BULBOSUS</i>	IV	IV	IV
<i>BROMUS ERECTUS</i>	V	IV	V
<i>AVENULA PUBESCENS</i>	V	IV	V
<i>SANGUISORBA MINOR</i>	V	V	V
<i>TRAGOPOGON PRATENSIS</i>	V	V	II
<i>PEUCEDANUM CARVIFOLIA</i>	V	V	V
<i>SENECIO JACOBAEA</i>	V	V	IV
Espèces compagnes mésophiles			
<i>CONVOLVULUS ARVENSIS</i>	II	I	II
<i>LEUCANTHEMUM VULGARE</i>	V	V	III
<i>LEONTODON HISPIDUS</i>	V	V	III
<i>CERASTIUM FONTANUM</i>	IV	IV	V
<i>ARRHENATHERUM ELATIUS</i>	IV	V	V
<i>PHLEUM PRATENSE</i>	I	III	II
<i>TRIFOLIUM PRATENSE</i>	V	V	IV
<i>TRIFOLIUM REPENS</i>	IV	V	II
<i>CREPIS BIENNIS</i>	III	V	II
<i>ANTHOXANTHUM ODORATUM</i>	IV	IV	III
<i>FESTUCA RUBRA</i>	-	IV	IV
<i>LOLIUM PERENNE</i>	-	III	III
<i>HORDEUM SECALINUM</i>	-	II	I
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	-	II	II
Espèces méso-hygrophiles			
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	-	II	-
<i>LEONTODON AUTUMNALIS</i>	-	II	I
<i>POA TRIVIALIS</i>	-	II	I
<i>RUMEX CRISPUS</i>	-	II	I
<i>SILAUM SILAUM</i>	-	I	-
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	-	II	I
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	-	II	-
<i>FESTUCA ARUNDINACEA</i>	-	-	I
Espèces oligotrophes et méso-oligotrophes			
<i>RHINANTHUS MINOR</i>	II	II	-
<i>CAREX TOMENTOSA</i>	I	I	-
<i>CARUM CARVI</i>	-	I	-
<i>SUCCISA PRAEMORSA</i>	-	I	-
<i>SCABIOSA COLUMBARIA</i>	V	V	I
<i>BRIZA MEDIA</i>	V	V	I

Tableau 54: Prairie à *Filipendula ulmaria* (1958)

Tableau 54a: Variantes type (ty.) et à *Caltha* (Ca.) de la prairie à *Filipendula ulmaria* de Duvigneaud

	variante type (mégaphorbiaie)						variante à <i>Caltha</i> (finchée)						
	172	173	176	174	182	175	181	183	177	178	179	180	
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	4	5	4	4	5	3	2	2	2	2	1	2	
Espèces différentielles													
<i>VALERIANA OFFICINALIS</i>	1	1	2	1	1		+	+					
<i>CALYSTEZIA SEPIUM</i>	+	2		1									
<i>SILAUM SILAUS</i>	1						2	+	1	+			
<i>ELBOCHARIS PALUSTRIS</i>								2	+				
<i>OENANTHE PISTULOSA</i>								2	1	2	1		
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>	1					1	+	1	2	2	2		
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	1					2	1	1	2	2	2	1	
<i>CERASTIUM FONTANUM</i>							+	1	+				
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	1					+	1	1	2	1	1		
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	1					2	1	3	+	1	2		
Compagnes													
<i>CAREX HIRTA</i>	1	+		1		1			1				
<i>CAREX TOMENTOSA</i>	+	+										1	
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>	2	1	1	2		3	1	1	1	1	1		
<i>CAREX DISTICHA</i>	2		1	2			+	+	2				
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	2	1		2	1	1	2		2	2			
<i>ANTHOXANTHUM ODORATUM</i>	1		+		+		2	2					
<i>POA TRIVIALIS</i>		+	1	2	2	1		1		1	3	3	
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	+	1	1	1		1	+			+	1	+	
<i>RUMEX CRISPUS</i>					+	+	2		1	+	1	+	
<i>LYSIMACHIA VULGARIS</i>							1	2					
<i>LINUM CATHARTICUM</i>								1					
<i>COLCHICUM AUTUMNALE</i>	1	1						2					
<i>BRIZA MEDIA</i>								2					
<i>ARRHENATHERUM ELATIUS</i>	2	2	1										
<i>LEONTODON HISPIDUS</i>									1			+	
<i>MEDICAGO LUPULINA</i>									+				
<i>VICIA SATIVA</i>									+				
<i>CREPIS BIENNIS</i>							+						
<i>ANGELICA SYLVESTRIS</i>							+	+					
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>									2				
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>							1						
<i>MENTHA AQUATICA</i>										1			
<i>MENTHA ARVENSIS</i>											1	1	
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>													
<i>JUNCUS GLAUCUS</i>									+			+	
<i>JUNCUS LAMPROCARPUS</i>									+				
<i>OENANTHE SILAIPOLIA</i>	1								+	1			
<i>OPHIOGLOSSUM VULGATUM</i>									+				
<i>DACTYLORHIZA PISTULOSA</i>									+				
<i>RHINANTHUS MINOR</i>							1	+					
<i>SUCCISA PRATENSIS</i>									+				
<i>URTICA DIOICA</i>							+						

Tableau 54b: Variantes sèches et humides de la prairie à *Filipendula ulmaria*

variantes définies par Duvigneaud	variante sèche					variante humide							
	172 ty	173 ty	176 ty	181 Ca	183 Ca	174 ty	182 ty	175 ty	177 Ca	178 Ca	179 Ca	180 Ca	
<i>FILIPENDULA ULMARIA</i>	4	5	4	2	2	4	5	3	2	2	1	2	
Espèces différentielles des variantes													
<i>COLCHICUM AUTUMNALE</i>	1	1			2								
<i>CERASTIUM FONTANUM</i>									+				
<i>FESTUCA RUBRA</i>	1		1	2	2								
<i>BRIZA MEDIA</i>												2	
<i>ARRHENATHERUM ELATIUS</i>	2	2	1			+							
<i>ANTHOXANTHUM ODORATUM</i>	1		+	2	2								
<i>LINUM CATHARTICUM</i>												1	
<i>RHINANTHUS MINOR</i>												1	
<i>MEDICAGO LUPULINA</i>												+	
<i>CREPIS BIENNIS</i>												+	
<i>MENTHA ARVENSIS</i>												1	
<i>STELLARIA PALUSTRIS</i>									1			1	
<i>ELBOCHARIS PALUSTRIS</i>									2	+		+	
<i>OENANTHE PISTULOSA</i>									2	1	2	1	
<i>GALIUM PALUSTRE</i>	1			1	1	2		2	2	2	2	1	
<i>RUMEX CRISPUS</i>									+	+	1	+	
Compagnes													
<i>ALOPECURUS PRATENSIS</i>	2	1		2		2	1	1	2	2			
<i>ANGELICA SYLVESTRIS</i>									+				
<i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i>													
<i>CAREX DISTICHA</i>	2		1	+		2			+	2			
<i>LYTHRUM SALICARIA</i>													
<i>MENTHA AQUATICA</i>										1			
<i>MYOSOTIS SCORPIOIDES</i>	1			1	+	1			1	2	2	2	
<i>JUNCUS GLAUCUS</i>									+			+	
<i>VICIA SATIVA</i>									+				
<i>JUNCUS LAMPROCARPUS</i>									+				
<i>CAREX HIRTA</i>	1	+				1		1	1		1		
<i>CAREX TOMENTOSA</i>	+	+				+			+			1	
<i>THALICTRUM FLAVUM</i>	2	1	1	1		2		3	1	1	1	1	
<i>CARDAMINE PRATENSIS</i>	1			2	1	+		1	1	2	1	1	
<i>CALYSTEZIA SEPIUM</i>	+	2				1							
<i>LYSIMACHIA VULGARIS</i>			1	1	2	1							
<i>OENANTHE SILAIPOLIA</i>	1								+	1			
<i>OPHIOGLOSSUM VULGATUM</i>													
<i>DACTYLORHIZA PISTULOSA</i>									+				
<i>LEONTODON HISPIDUS</i>									1			+	
<i>POA TRIVIALIS</i>		+	1		1	2	2	1		1	3	3	
<i>SILAUM SILAUS</i>	1								1	+		+	
<i>SUCCISA PRATENSIS</i>									+				
<i>SYMPHYTUM OFFICINALE</i>	+	1	1	+		1		1		+	1	+	
<i>URTICA DIOICA</i>									+				
<i>VALERIANA OFFICINALIS</i>	1	1	2	+	+	1	1						
<i>CALTHA PALUSTRIS</i>	1					2	1		3	+	1	2	

Tableau 55a: Diminution de la richesse floristique entre 1958 et 1993

Valeur N selon ELLENBERG 79 et 52	Associations correspondant au	CFP		SOM et GOF	
		1958	1993	1958	1993
	<i>Espèces en fréquences:</i>				
2	<i>Polygala calcarea</i>	6			
3	<i>Ononis spinosa</i>	12	(+)		
2	<i>Viola hirta</i>	50			
1	<i>Linum catharticum</i>	50			
3	<i>Daucus carota</i>	43	4		
3	<i>Scabiosa columbaria</i>	69	8		
2	<i>Galium mollugo</i>	40	19		
2	<i>Campanula glomerata</i>	34	6		
3	<i>Agrostis tenuis</i>	15			
2	<i>Koeleria cristata</i>	54	15		
1	<i>Carex flacca</i>	29	(+)		(+)
1	<i>Carex tomentosa</i>	20	4	21	8
2	<i>Rhinanthus minor</i>	42	(+)	32	
2	<i>Briza media</i>	85	11	37	
-	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	70	22	45	29
2	<i>Succisa pratensis</i>	8		7	
-	<i>Ophioglossum vulgatum</i>			14	
2	<i>Dactylorhiza fistulosa</i>			7	

Tableau 55b: Evolution de l'indice d'Ellenberg moyen de l'azote pour chaque groupement entre 1958 et 1993

Calcul pondéré par les coefficients synthétiques (I à V) de chaque espèce

Groupements	1958	1993
CFP	4,36	4,95
SOM	4,80	5,15
GOF	4,82	5,59
N moyen	4,66	5,23

Tableau 56: Carrés permanents (article 19) suivis sur trois années au moins

Carrés et dates de suivi	Groupement	Localisation et contrat	Pratiques agricoles	Observations
Q1-93 Q1-94 Q1-95 Q1-96	SOM2	Cesse, C 15-06	Diminution des doses d'engrais (de 90 à 60U) Recul de la date de fauche (de 10 jours)	Même parcelle que Q3 Pâturage du regain
Q3-93 Q3-94 Q3-95 Q3-96	GOF1	Cesse, C 15-06	Diminution des doses d'engrais (de 90 à 60 U) Recul de la date de fauche (de 10 jours)	Même parcelle que Q1 Longuement inondée au Printemps Fertilisation, de ce fait, difficile Pâturage du regain
Q7-93 Q7-94 Q7-96	GOF1	Cesse, B 01-07	Diminution des doses d'engrais (de 60 à 30 U) Recul de la date de fauche (de 10 jours)	Longuement inondée au Printemps Fertilisation, de ce fait, difficile Pâturage du regain
Q15-93 Q15-94 Q15-95 Q15-96	SOM1	Mouzay, B 01-07	Diminution des doses d'engrais (de 30 à 0U) Recul de la date de fauche (de 10 jours)	Pâturage du regain Fertilisation irrégulière avant article 19
Q13-93 Q13-94 Q13-96	CFP3	Mouzay, B 01-07	Diminution des doses d'engrais (de 30 à 0U) Recul de la date de fauche (de 10 jours)	Fertilisation irrégulière avant article 19
TQ2-92 TQ2-93 TQ2-96	GOF1	Mouzay, C 15-06	Témoin?	Zone longuement inondée au printemps- été 1995 et fauchée très tardivement (Août)
TQ11-92 TQ11-93 TQ11-95 TQ11-96	SOM1	Mouzay, B 01-07	Témoin?	Disparition de la jalonette entre 93 et 94 fertilisation?
TQ20-92 TQ20-93 TQ20-94 TQ20-96	SOM3	Mouzay, A 15-07	Témoin Pas de variation des pratiques	Léger recul de la date de fauche?
Q18-92 Q18-93 Q18-94 Q18-95 Q18-96	SOM2	Mouzay, A 15-07	Témoin Pas de variation des pratiques	Mégaphorbiaie à Reine des prés Fauche toujours tardive: après le 15 Juillet Deuxième coupe exceptionnelle fin Août 1995
TQ4-93 TQ4-94 TQ4-95 TQ4-96	SOM1	Mouzay, B 01-07	Témoin Pas de variation des pratiques	Léger recul de la date de fauche ?
TQ9-92 TQ9-93 TQ9-94 TQ9-95 TQ9-96	SOM1	Luzy, B 01-07	Témoin Pas de variation des pratiques	Gestion extensive depuis des années Pâturage du regain Recul de la date de fauche de 1 à 15 jours

Tableau 57: Carré témoin (TQ4) localisé au niveau du SOM1

carré TQ4	1993	1994	1995	1996	Comportements	Déterminants écologiques
<i>Agrostis stolonifera</i>	0	0	20	36	++	humidité, trouées
<i>Elymus repens</i>	2	10	18	24	++	humidité, trouées
<i>Poa trivialis</i>	0	16	20	24	++	humidité, trouées
<i>Centaurea jacea</i>	20	42	40	52	++	recul date de fauche, sécheresse?
<i>Lolium perenne</i>	6	0	6	20	+	sécheresse en 96?
<i>Galium verum</i>	42	46	48	54	+	recul date de fauche, sécheresse?
<i>Ranunculus repens</i>	6	2	58	18	+~	humidité, trouées, sécheresse
<i>Filipendula ulmaria</i>	0	0	8	0	+~	humidité
<i>Alopecurus pratense</i>	0	30	38	8	+~	apports par les inondations
<i>Festuca rubra</i>	38	48	14	46	+~	climat?
<i>Festuca pratensis</i>	48	32	60	62	+~	?
<i>Arrhenatherum elatius</i>	20	24	0	0	--	humidité excessive
<i>Phleum pratense</i>	26	28	18	2	--	climat
<i>Plantago lanceolata</i>	24	2	0	4	--	humidité
<i>Trifolium pratense</i>	18	4	4	2	-	humidité
<i>Crepis biennis</i>	8	0	0	0	-	humidité excessive
<i>Glechoma hederacea</i>	30	40	32	16	-	?
<i>Lathyrus pratensis</i>	46	26	42	12	--	?
<i>Poa pratense</i>	12	10	0	16	c~	humidité excessive
<i>Dactylis glomerata</i>	8	2	0	6	c~	climat?
<i>Carex hirta</i>	10	8	16	8	c~	climat?
<i>Hordeum secalinum</i>	16	0	4	14	c~	?
<i>Potentilla reptans</i>	2	2	8	0	c~	?
<i>Rumex acetosa</i>	2	12	8	12	~	-
<i>Leontodon hispidus</i>	10	0	6	0	--	-
<i>Ranunculus acris</i>	2	0	0	8	(+)	-
<i>Lotus corniculatus</i>	36	32	40	32	c	-
<i>Taraxacum officinale</i>	6	2	12	4	c~	-
esp/rel	26	26	28	26		

c: espèce constante

~: fluctuations interannuelles

(): variation peu importante

+ : augmentation de moins de 20%

++ : augmentation de plus de 20%

-- : diminution de moins de 20%

--- : diminution de plus de 20%

Tableau 58: Carré (Q1) où il y a eu diminution des doses d'engrais appliquées (30U) et recul des dates de fauche (10j)

carré Q1	1993	1994	1995	1996	Comportements	Déterminant(s) écologique(s)
<i>Ranunculus acris</i>	24	32	44	52	++	diminution des fertilisations
<i>Lolium perenne</i>	2	0	30	44	++	apports des crues, sécheresse?
<i>Poa trivialis</i>	50	52	62	72	++	humidité et trouées
<i>Plantago lanceolata</i>	0	2	2	14	+	fertilisations et sécheresse
<i>Centaurea jacea</i>	30	30	50	42	+	recul date de fauche
<i>Cardamine pratensis</i>	0	2	6	8	+	diminution des fertilisations
<i>Bromus racemosus</i>	32	64	44	50	+	fertilisations ?
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	18	16	6	32	+~	diminution des fertilisations
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	0	10	10	+~	humidité et trouées
<i>Ranunculus repens</i>	18	28	50	30	+~	humidité et trouées
<i>Festuca pratensis</i>	54	66	38	85	+~	?
<i>Alopecurus pratensis</i>	54	54	38	2	--	diminution des fertilisations
<i>Rumex acetosa</i>	20	18	16	12	-	fertilisations
<i>Phleum pratense</i>	22	28	16	8	-	diminution des fertilisations
<i>Lathyrus pratensis</i>	16	18	6	4	-	humidité
<i>Rumex crispus</i>	8	6	4	4	-	diminution des fertilisations
<i>Cerastium fontanum</i>	10	0	0	0	-	?
<i>Trifolium repens</i>	22	26	32	12	--	sécheresse
<i>Holcus lanatus</i>	36	34	14	24	--	diminution des fertilisations
<i>Lotus corniculatus</i>	14	24	28	16	c~	humidité?
<i>Filipendula ulmaria</i>	8	2	16	6	c~	humidité
<i>Trifolium pratense</i>	20	16	6	16	c~	humidité excessive
<i>Crepis biennis</i>	2	8	0	2	c~	humidité
<i>Festuca rubra</i>	0	10	2	0	c~	?
<i>Elymus repens</i>	2	2	8	4	c~	-
<i>Hordeum secalinum</i>	6	0	4	8	c~	-
esp/rel	25	24	25	27		

c: espèce constante

~: fluctuations interannuelles

+: augmentation de moins de 20%

++: augmentation de plus de 20%

-: diminution de moins de 20%

--: diminution de plus de 20%

Tableau 59: Carré permanent (Q1) où la reprise de la fertilisation est soupçonnée

carré Q11	1992	1993	1995	1996	Comportements	Déterminants écologiques
<i>Galium verum</i>	54	46	50	88	++	recul date de fauche
<i>Lathyrus pratensis</i>	10	14	10	32	++	sécheresse et fertilisations
<i>Agrostis stolonifera</i>	18	38	46	88	++	fertilisations et humidité
<i>Glechoma hederecea</i>	10	46	54	44	++	recul date de fauche ?
<i>Ajuga reptans</i>	4	0	10	40	++	sécheresse et recul fauche ?
<i>Rumex acetosa</i>	4	0	6	14	+	fertilisations
<i>Alopecurus pratense</i>	0	0	28	16	+	fertilisations
<i>Arrhenatherum elatius</i>	64	82	82	80	+	fertilisations et recul fauche
<i>Elymus repens</i>	6	10	6	14	+~	fertilisations
<i>Festuca rubra</i>	74	74	82	86	+	climat ?
<i>Dactylis glomerata</i>	0	0	0	10	+	fertilisations et sécheresse
<i>Equisetum palustre</i>	4	4	2	20	+	?
<i>Trifolium pratense</i>	26	0	0	2	--	humidité et fertilisations
<i>Poa pratensis</i>	12	2	0	6	--~	climat ?
<i>Leontodon hispidus</i>	10	2	10	0	--~	fertilisations
<i>Ranunculus acris</i>	18	22	6	12	--~	fertilisations
<i>Lotus corniculatus</i>	46	46	30	38	--~	humidité?, fertilisations?
<i>Festuca pratensis</i>	24	4	4	4	--	?
<i>Hordeum secalinum</i>	10	0	8	4	--~	?
<i>Taraxacum officinale</i>	8	8	2	0	-	-
<i>Poa trivialis</i>	0	0	62	2	c~	humidité
<i>Plantago lanceolata</i>	4	4	8	6	c	-
<i>Phleum pratense</i>	10	2	6	6	(-c)	-
<i>Centaurea jacea</i>	14	32	6	12	c~	?
<i>Crepis biennis</i>	16	4	8	22	c~	climat
<i>Colchicum autumnale</i>	6	8	0	8	c~	?
<i>Lysimachia nummularia</i>	0	0	10	2	c~	humidité ?
esp/rel	26	20	25	29		

c: espèce constante

+ : augmentation de moins de 20%

- : diminution de moins de 20%

~: fluctuations interannuelles

++ : augmentation de plus de 20%

-- : diminution de plus de 20%

(): variation peu importante

Tableau 60: Carré TQ2 où il y a eu un recul important de la date de fauche en 1995

carré TQ2	1992	1993	1996	Comportements	Déterminants écologiques
<i>Rumex crispus</i>	4	6	34	++	enfrichement, litière
<i>Carex hirta</i>	6	18	28	++	enfrichement, litière
<i>Carex disticha</i>	10	16	66	++	enfrichement, recul fauche
<i>Mentha arvensis</i>	22	42	82	++	enfrichement, litière?
<i>Centaurea jacea</i>	10	48	34	++	recul date de fauche
<i>Ranunculus repens</i>	56	42	74	+	humidité et trouées
<i>Potentilla anserina</i>	6	12	20	+	litière
<i>Phalaris arundinacea</i>	6	8	22	+	enfrichement, litière
<i>Potentilla reptans</i>	4	4	8	(+)	-
<i>Achillea ptarmica</i>	6	0	10	+~	-
<i>Taraxacum officinalis</i>	2	4	8	+	-
<i>Elymus repens</i>	58	44	24	--	enfrichement
<i>Galium palustris</i>	8	6	0	-	enfrichement
<i>Senecio aquaticus</i>	14	0	0	-	enfrichement
<i>Poa trivialis</i>	14	16	0	-	accumulation de litière
<i>Plantago lanceolata</i>	14	0	4	-	?
<i>Bromus racemosus</i>	8	0	0	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	18	2	10	~	?
<i>Myosotis scorpioides</i>	2	8	2	c~	enfrichement
<i>Symphytum officinale</i>	18	20	18	c	-
<i>Equisetum palustre</i>	10	2	10	c~	-
esp/rel	26	23	25		

c: espèce constante

~: fluctuations interannuelles

(): variation peu importante

+ : augmentation de moins de 20%

++ : augmentation de plus de 20%

-- : diminution de moins de 20%

- - : diminution de plus de 20%

Tableaux 61a et b: Carré permanent (Q18) où il y a d'abord eu recul de la date de fauche puis une 2ème coupe (en 1995)

Tableau 61a: Evolution des fréquences:

carré Q18	1992	1993	1994	1995	Comportements / recul date de fauche	1996	Comportements / reprise 2ème coupe	Déterminants écologiques
	Fi	Fi	Fi	Fi		Fi		
<i>Alopecurus pratensis</i>	4	12	22	10	+	30	++	fauche et crues fertilisantes
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	0	6	46	++	48	++	humidité, trouées et fauche
<i>Poa trivialis</i>	10	2	20	70	++	86	++	humidité et pression de fauche
<i>Phleum pratense</i>	36	14	0	10	--	30	++	pression de fauche
<i>Holcus lanatus</i>	36	56	24	32	c	36	+c	coupe tardive
<i>Festuca pratensis</i>	28	4	28	4	-	6	--	-
<i>Filipendula ulmaria</i>	100	100	100	100	+	100	-	régulation par la fauche
<i>Lathyrus pratensis</i>	44	18	42	8	---~	28	~	enfrichement
<i>Vicia cracca</i>	10	6	6	0	-	4	-	enfrichement
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0	10	0	0	-	0	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	2	0	2	10	+~	0	-	-
<i>Carex disticha</i>	34	10	6	8	--	10	-	enfrichement
<i>Scirpus sylvaticus</i>	20	8	0	0	--	0	-	enfrichement
esp/rel	19	17	15	15		16		

c: espèce constante

~: fluctuations interannuelles

(): variation peu importante

+: augmentation de moins de 20%

++: augmentation de plus de 20%

-: diminution de moins de 20%

--: diminution de plus de 20%

Tableau 61b: Evolution des CSi

carré TQ18	1992	1993	1994	1995	Comportements / recul date de fauche	1996	Comportements / reprise 2ème coupe
	Csi	Csi	Csi	Csi		Csi	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,1	4,2	7,9	3,2	+	7,7	++
<i>Agrostis stolonifera</i>	1,1	0	2,2	14,8	++	12,4	++
<i>Poa trivialis</i>	2,8	0,7	7,2	22,6	++	22,2	++
<i>Phleum pratense</i>	10,2	4,9	0	3,2	--	7,7	+
<i>Holcus lanatus</i>	10,2	19,6	8,6	10,3	c	9,3	+c
<i>Festuca pratensis</i>	7,9	1,4	10,1	1,3	--	1,5	--
<i>Filipendula ulmaria</i>	25	35	36	32,2	+	25,7	c
<i>Lathyrus pratensis</i>	12,5	6,3	15,1	2,6	---~	7,2	~
<i>Vicia cracca</i>	2,8	2,1	2,2	0	-	1	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0	3,5	0	0	-	0	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	0,6	0	0,7	3,2	+	0	-
<i>Carex disticha</i>	9,7	3,5	2,2	2,6	--	2,6	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	5,7	2,8	0	0	--	0	-
esp/rel	19	17	15	15		16	

Tableau 62: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT basse (SOM3)

Espèces	Comportement																									
	Cereus acido		Cereus tomentosus		Filipendula ulmaria		Bromus racemosus		Glechoma hederacea		Poa trivialis		Ranunculus repens		Agrostis stolonifera		Elymus repens		Lychnis flos-crauli		Cardamine pratensis		Lotus corniculatus		Symphytum officinale	
Comportement	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
BT1	12	32	52	80	0	0	0	0	0	0	92	12	96	84	88	16	32	8	12	0	4	0	0	0	8	
BT11	36	32	68	100	0	0	0	0	0	12	48	80	20	92	92	8	4	4	12	4	0	0	0	4	8	
BT111	4	60	88	100	0	0	0	0	0	48	92	88	20	88	88	16	52	0	0	0	0	0	0	0	4	
BN1	4	44	68	100	4	4	4	4	4	4	92	8	88	100	88	16	16	8	4	4	0	0	0	0	4	
BN11	36	20	68	84	0	0	0	0	0	36	60	64	64	100	100	20	20	4	4	0	0	0	0	0	8	
BN111	40	52	84	100	0	0	0	0	0	28	20	32	32	100	100	36	12	0	0	0	0	0	0	0	24	
BNPK1	12	20	80	80	0	0	0	0	0	28	100	72	72	96	96	28	16	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK11	28	20	80	100	0	0	0	0	0	20	60	72	72	92	92	4	4	4	4	0	0	0	0	0	12	
BNPK111	72	20	100	100	0	0	0	0	0	48	48	16	16	84	84	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BNPK2	0	36	84	100	12	12	12	12	12	4	80	100	96	88	88	4	20	32	8	4	0	0	0	0	0	
BNPK21	4	56	92	100	0	0	0	0	0	32	28	92	92	92	92	8	8	4	4	0	0	0	0	0	12	
BNPK211	32	80	80	100	0	0	0	0	0	48	16	44	44	64	64	4	28	12	28	4	0	0	0	0	20	
BNPK2111	8	40	64	88	4	4	4	4	4	0	100	88	88	96	96	4	12	0	0	0	0	0	0	0	8	
BNPK22	16	68	88	100	0	0	0	0	0	20	12	92	20	100	100	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
BNPK221	32	84	88	100	0	0	0	0	0	40	40	20	20	100	100	8	4	4	4	0	0	0	0	0	28	
BNPK2211	20	48	88	100	4	4	4	4	4	0	96	100	96	92	92	40	4	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK22111	12	40	92	100	0	0	0	0	0	0	0	96	96	92	92	16	20	0	0	0	0	0	0	0	8	
BNPK222	28	32	100	100	0	0	0	0	0	16	16	20	20	88	88	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BNPK3	24	12	88	100	20	20	20	20	20	60	100	96	96	72	72	20	20	32	8	4	0	0	0	0	0	
BNPK31	12	16	88	100	4	4	4	4	4	52	0	88	88	96	96	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	
BNPK311	36	12	88	100	0	0	0	0	0	44	32	32	32	92	92	4	4	4	4	0	0	0	0	0	16	
BNPK3111	24	32	68	88	8	8	8	8	8	28	96	100	100	100	100	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK32	16	52	76	100	0	0	0	0	0	44	0	100	100	96	96	16	16	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK321	40	48	88	100	0	0	0	0	0	64	4	48	48	92	92	24	4	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK3211	8	68	88	100	8	8	8	8	8	20	92	100	100	96	96	8	8	4	4	0	0	0	0	0	8	
BNPK32111	4	60	88	100	0	0	0	0	0	8	0	96	96	92	92	16	16	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK322	12	52	96	100	0	0	0	0	0	32	40	52	52	92	92	52	20	0	0	0	0	0	0	0	40	
BNPK3221	4	80	80	100	8	8	8	8	8	24	72	84	84	96	96	8	8	4	4	0	0	0	0	0	12	
BNPK32211	0	68	100	100	0	0	0	0	0	4	0	96	96	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
BNPK322111	4	84	100	100	0	0	0	0	0	48	44	56	56	96	96	16	20	0	0	0	0	0	0	0	8	
BNPK3222	12	100	100	100	0	0	0	0	0	36	92	100	100	92	92	4	4	8	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK32221	4	60	76	100	4	4	4	4	4	4	72	72	72	100	100	12	12	0	0	0	0	0	0	0	4	
BNPK322211	8	52	88	100	4	4	4	4	4	40	36	80	80	96	96	20	20	16	16	0	0	0	0	0	28	
BNPK3222111	24	32	84	100	4	4	4	4	4	12	100	100	100	96	96	12	12	4	4	0	0	0	0	0	4	
BNPK32222	20	28	96	100	0	0	0	0	0	4	4	96	96	100	100	28	4	0	0	0	0	0	0	0	8	
BNPK322221	36	36	96	100	0	0	0	0	0	24	48	96	96	100	100	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

LEGENDE:
 T: cartes témoins
 N: Cartes fertiles avec 60U d'N
 NPK: Cartes fertiles avec 60U d'NPK
 Années: 1994, 1995, 1996
 Comportement:
 +: augmentation
 ++: augmentation importante
 -: régression
 --: régression importante
 ~: comportement qui est variable

Tableau 63: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT moyenne (SOMI)

Comportement	Poa trivialis	Agrostis stolonifera	Holcus lanatus	Arrhenatherum elatius	Carex tomentosa	Alopecurus pratensis	Trifolium filiforme	Bromus racemosus	Lycinus flos-cuculi	Cerastium fontanum	Cardamine pratensis	Angelica sylvestris	Prunus spinosa appartien
Fréquences de 1994													
M71	88	40	68	80	8	0	0	28	24	0	8	0	0
M71	68	20	100	80	0	32	0	0	8	0	16	0	0
M71	40	20	92	100	12	0	0	0	0	4	0	0	0
M71	80	55	76	80	8	8	0	48	12	0	0	0	0
M71	40	80	100	56	12	0	0	0	4	0	0	0	0
M71	4	44	100	100	20	0	0	44	0	0	4	0	0
M71	80	48	96	52	0	4	0	0	20	0	0	0	0
M71	28	8	100	88	0	0	0	4	0	0	0	0	0
M71	8	0	92	100	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Fréquences de 1996													
M72	88	96	68	44	8	8	0	12	0	4	4	0	0
M72	72	92	92	52	4	32	0	0	0	0	8	0	0
M72	4	4	96	92	4	12	0	0	32	0	0	0	0
M72	52	96	76	76	0	24	0	0	16	12	0	0	0
M72	72	82	100	56	8	56	0	0	4	4	8	0	0
M72	4	0	96	92	12	68	0	0	0	0	4	0	0
M72	100	96	100	72	0	8	0	40	4	12	4	0	0
M72	52	32	100	100	0	36	0	12	0	4	4	0	0
M72	4	0	100	100	0	84	0	0	0	0	0	0	0
Fréquences de 1997													
M73	76	40	92	100	12	48	44	24	8	40	0	0	0
M73	64	72	100	72	16	36	0	16	0	0	0	0	0
M73	4	16	96	100	40	64	0	4	0	0	0	0	0
M73	80	52	100	88	12	44	16	12	0	28	0	0	0
M73	32	80	100	80	4	72	0	4	0	0	4	0	0
M73	12	0	100	96	32	88	0	4	0	0	0	8	0
M73	92	60	100	100	0	44	4	40	0	8	0	0	0
M73	64	60	100	92	0	64	4	4	0	0	0	0	0
M73	0	0	100	100	0	84	0	0	0	0	0	0	0
Fréquences de 1998													
M74	80	60	92	88	24	28	44	12	4	8	0	0	0
M74	76	84	100	96	16	68	4	4	4	4	0	0	0
M74	20	12	100	100	12	56	4	4	0	0	0	0	0
M74	80	72	100	88	12	52	24	8	12	8	0	0	0
M74	44	76	100	88	12	52	0	0	0	0	0	0	0
M74	4	8	96	100	24	72	4	0	0	0	0	0	4
M74	80	68	100	96	16	24	32	4	4	12	0	4	0
M74	56	64	100	100	4	52	0	4	0	0	0	4	0
M74	16	0	100	100	4	92	0	0	0	0	0	8	12

Comportement

T: cartés témoins
 N: Cartés fertilisés avec 60U DN
 NPK: Cartés fertilisés avec 60U dNPK

Années
 : 1994
 : 1995
 : 1996

Comportement:
 +: augmentation
 ++: augmentation importante
 qui peut être stimulée par les engrais
 -: régression
 --: régression importante
 ~: comportement qui est variable

Tableau 64: Fréquences de quelques espèces intéressantes du suivi réalisé au niveau du dispositif de l'ACNAT haute (CFP3)

Comportement	<i>Poa trivialis</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Alpecurus pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Lolium convolvulus</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Pseudolanium convolvulus</i>	<i>Galium verum</i>	<i>Compositae arvensis</i>
HT1	24	80	16	56	12	36	32	4	4	4	28	40
HT1	80	100	44	100	0	20	12	4	4	0	0	56
HT1	32	88	0	100	0	20	0	32	16	0	8	64
HN1	12	100	4	100	8	28	20	8	0	0	40	8
HN1	100	100	36	96	0	32	0	20	0	0	0	36
HN1	76	100	8	92	0	20	0	32	0	0	4	36
HNPK1	56	100	0	80	4	0	36	0	0	0	4	4
HNPK1	94	100	24	80	0	28	0	4	0	0	0	4
HNPK1	52	100	0	92	0	20	0	24	0	0	0	0
Précédents 1994												
HT3	12	100	0	60	8	48	32	28	0	24	60	72
HT3	84	100	28	92	4	60	16	24	0	16	32	76
HT3	80	84	28	100	0	16	0	44	0	28	52	76
HN3	20	100	0	40	4	76	20	20	0	20	44	28
HN3	100	100	32	100	0	48	0	16	0	0	20	56
HN3	76	92	8	96	0	8	0	52	0	4	28	64
HNPK3	20	100	40	44	0	0	24	12	0	4	36	52
HNPK3	100	100	40	32	4	24	8	28	0	4	8	44
HNPK3	92	96	36	92	0	0	0	52	0	0	8	48

Comportement:
 + : augmentation
 ++ : augmentation importante
 qui peut être attribuée par les engrais
 - : régression
 -- : régression importante
 - : comportement qui est variable
 . : 1994
 . : 1995
 . : 1996

Tableau 65: Comparaison des données climatiques de la Saône et de la Meuse

Données	Meuse	Saône
Précipitations en mm/an	935	860
Température moyenne en °C	9,5	11,5
Nombre de jours de pluie/an	190	157
Nombre de jours de gel/an	72	51

Tableau 67: Particularités floristiques de chaque vallée alluviale

<i>Espèces absentes ou peu fréquentes dans la Saône</i>	<i>Espèces absentes ou peu fréquentes dans la Meuse</i>	<i>Espèces dont la fréquence varie d'une vallée à l'autre</i>	<i>Espèces qui ont une répartition écologique différente d'une vallée à l'autre</i>
<p><i>Filipendula ulmaria</i> <i>Crepis biennis</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Peucedanum carvifolium</i> <i>Primula veris</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Pimpinella saxifraga</i> <i>Cardamine pratensis</i></p>	<p>Espèces mésotrophes <i>Orchis laxiflora</i> <i>Gaudinia fragilis</i> <i>Fritillaria meleagris</i> <i>Carex melanostachya</i> <i>Euphorbia esula</i> <i>Daucus carota</i> <i>Ranunculus flammula</i> <i>Lotus pedunculatus</i> Espèces plus oligotrophes <i>Succisa pratensis</i> <i>Scabiosa pratensis</i> <i>Serratula tinctoria</i> <i>Carex flacca</i> <i>Ophioglossum vulgatum</i></p>	<p>Espèces plus fréquentes dans la Meuse <i>Thalictrum flavum</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Agropyron repens</i> <i>Cardamine pratensis</i> Espèces plus fréquentes dans la Saône <i>Oenanthe media</i> <i>Alopecurus rendlei</i> <i>Carex tomentosa</i> <i>Scorzonera humilis</i> <i>Rhinanthus minor</i></p>	<p>Espèces qui montent plus haut dans le gradient topographique dans la Meuse par rapport à la Saône <i>Polygonum amphibium</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Carex disticha</i> <i>Caltha palustris</i> <i>Eleocharis palustris</i> <i>Rumex crispus</i> Espèces qui descendent plus bas dans le gradient topographique dans la Saône par rapport à la Meuse <i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> <i>Trifolium dubium</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Senecio jacobaea</i> <i>Avenula pubescens</i></p>

Tableau 68: Evolution de la valeur fourragère des différentes communautés végétales au cours du temps

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>Cellulose</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>VEM</i>
GOF1 (1)	1,4	17,5	116,1	18,2	2058,0	247,0	970,0
GOF1(2)	2,3	14,2	86,9	26,5	1884,0	238,0	842,5
GOF1(3)	2,8	12,2	69,9	26,7	2222,0	231,0	875,4
GOF1(4)	6,4	9,9	48,9	28,9	1834,0	216,0	812,1

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>Cellulose</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>VEM</i>
Moyenne SOM (1)	1,8	13,5	66,1	22,9	1929,7	174,3	929,4
Moyenne SOM(2)	2,4	9,9	49,1	27,1	1851,7	171,3	831,9
Moyenne SOM(3)	3,7	8,3	34,4	28,3	1759,7	157,3	873,7
Moyenne SOM(4)	5,6	7,3	26,3	28,4	1364,0	134,0	811,8
Moyenne SOM(5)	5,4	7,0	24,1	30,2	1313,7	106,3	777,4

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>Cellulose</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>VEM</i>
CFP3(2)	4,4	10,4	53,5	31,5	1596,0	180,0	765,0
CFP3(3)	5,5	9,1	41,8	31,5	1272,0	136,0	773,5
CFP3(4)	6,0	6,7	20,7	33,4	1428,0	163,0	731,3
CFP3(5)	6,4	6,3	17,1	32,4	1393,0	100,0	749,3

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>Cellulose</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>VEM</i>
fert 60 (1)	2,7	14,8	91,8	23,9	1788,0	224,5	914,1
fert 60(2)	3,1	13,5	80,0	28,3	1986,3	216,3	788,5
fert 60(3)	5,3	11,1	59,4	28,9	1771,6	182,0	807,4
fert 60(4)	6,9	9,5	45,6	31,3	1385,6	136,0	762,6
fert 60(5)	7,0	9,1	42,1	31,8	1477,8	108,5	727,8

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>Cellulose</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>VEM</i>
fert 100(1)	3,0	16,9	114,5	23,9	1754,8	222,6	909,2
fert 100(2)	2,8	16,5	107,2	30,1	1860,8	205,5	782,9
fert 100(3)	4,7	13,0	75,6	28,5	1622,8	151,5	827,6

Unités des différents paramètres analysés:

M-S: en t/ha/an

Mat. prot.: Matières protéiques: en g/100g (%)

PBD: Protéines brutes digestibles en g/Kg

Cellulose: en %

K: potassium en mg/100g

P: phosphore en mg/100g

VEM: valeur énergétique des aliments

dates de fauche:

(1): 17/05

(2): 31/05

(3): 15/06

(4): 28/06

(5): 12/07

Tableau 69: Comparaison des moyennes obtenues pour le SOM fertilisé et non fertilisé

	<i>M-S</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
Date du 17/05/95							
Moyenne SOM	1,8	13,5	66,1	1929,7	174,3	22,9	929,4
Moyenne SOM fert(60)	2,6	14,7	91,7	1788,0	224,5	23,9	914,0
Moyenne SOM fert (100)	3,6	15,3	96,1	1914,8	241,2	24,6	926,6
Date du 31/05/95							
Moyenne SOM	2,4	9,9	49,1	1851,7	171,3	27,1	831,9
Moyenne SOM fert(60)	3,0	12,6	74,9	2075,4	217,2	27,1	811,6
Moyenne SOM fert (100)	3,2	13,2	78,2	1746,3	168,7	30,1	788,7
Date du 15/06/95							
Moyenne SOM(3)	3,7	8,3	34,4	1759,7	157,3	28,3	873,7
Moyenne SOM fert(60)	5,2	10,0	58,2	1787,4	169,4	28,9	815,4
Moyenne SOM fert (100)	5,2	12,1	68,4	1593,3	126,3	29,5	816,9
Date du 28/06/95							
Moyenne SOM	5,6	7,3	26,3	1364,0	134,0	28,4	811,8
Moyenne SOM fert(60)	7,1	9,5	45,8	1388,7	133,0	30,9	776,9
Date du 12/07/95							
Moyenne SOM	5,4	7,0	24,1	1313,7	106,3	30,2	777,4
Moyenne SOM fert(60)	7,1	8,5	36,7	1234,2	90,5	32,6	705,6

Tableau 70: Evolution comparée de la valeur fourragère des différentes sous-associations étudiées au cours du temps

Groupement et dates	M-S t/ha	Mat prot %	PBD g/kg	K mg/100g	P mg/100g	Cellulose %	VEM
Date du 17/05/95							
GOF1, 17/05	1,4	17,5	116,1	2058,0	247,0	18,2	970,0
SOM3, 17/05	1,3	17,5	71,6	2055,0	174,0	23,4	902,0
SOM2, 17/05	2,0	10,3	52,6	1653,0	142,0	23,8	940,2
SOM1, 17/05	2,1	12,8	74,1	2081,0	207,0	21,5	946,1
Date du 31/05/95							
GOF1, 31/05	2,3	14,2	86,9	1884,0	238,0	26,5	842,5
SOM3, 31/05	1,7	10,2	51,6	1938,0	180,0	25,2	895,4
SOM2, 31/05	2,6	9,8	48,7	1672,0	148,0	28,6	779,3
SOM1, 31/05	3,0	9,7	46,9	1945,0	186,0	27,5	821,0
CFP3, 31/05	4,4	10,4	53,5	1596,0	180,0	31,5	765,0
Date du 15/06/95							
GOF1, 15/06	2,8	12,2	69,9	2222,0	231,0	26,7	875,4
SOM3, 15/06	2,8	9,3	43,7	1622,0	133,0	25,0	888,6
SOM2, 15/06	4,2	8,5	36,8	1512,0	132,0	28,7	856,2
SOM1, 15/06	4,2	7,0	22,8	2145,0	207,0	31,1	786,4
CFP3, 15/06	5,5	9,1	41,8	1272,0	136,0	31,5	773,5
Date du 28/06/95							
GOF1, 28/06	6,4	9,9	48,9	1834,0	216,0	28,9	812,1
SOM3, 28/06	4,3	7,7	29,6	1356,0	100,0	27,1	845,6
SOM2, 28/06	6,5	6,6	20,3	1276,0	159,0	29,9	819,6
SOM1, 28/06	5,9	7,6	28,9	1460,0	143,0	28,3	770,3
CFP3, 28/06	6,0	6,7	20,7	1428,0	163,0	33,4	731,3
Date du 12/07/95							
SOM3, 12/07	3,9	7,3	26,7	1439,0	95,0	27,9	833,6
SOM2, 12/07	6,9	6,6	20,7	1343,0	103,0	32,4	747,4
SOM1, 12/07	5,5	7,2	25,0	1159,0	121,0	30,2	751,2
CFP3, 12/07	6,4	6,3	17,1	1393,0	100,0	32,4	749,3

Tableau 71: Comparaison de la qualité fourragère sur l'ACNAT entre 1994 et 1995

fertilisations	27-Avr 1994	17-Mai 1995	27-Avr 1994	17-Mai 1995	27-Avr 1994	17-Mai 1995	27-Avr 1994	17-Mai 1995
	P mg/100g	P	K mg/100g	K	M-P g/100g	M-P	VEM	VEM
Dispositif bas (SOM3)								
Témoin								
BT1	163,5	180	2082,3	1938	9,69	10,2	848,73	895,4
BT2	121,2	133	1715,8	1622	7,52	9,3	846,2	888,6
BT3	74,6	100	1197,4	1356	4,89	7,7	834,23	845,6
BT4	90,6	95	1211,1	1439	5,38	7,3	809,35	833,6
Azote								
BN1	153	184	2313,6	1949	11,65	10,2	834,89	837,2
BN2	84,6	131	1234,9	1643	6,42	8,9	835,7	860
BN3	72	105	1055,8	1554	5,68	10,3	812,22	774,2
BN4	56,7	95	916	1328	4,37	8,6	856,85	750,7
Triple 15								
BNPK1	245,4	343	2601,4	2809	9,84	17,8	807,11	840
BNPK2	145,7	259	1613,2	2558	6,67	12,8	832,96	847,1
BNPK3	120,8	169	1331,2	1486	7,62	9,8	826,4	805,2
BNPK4	108,9	89	1113,5	1250	8,47	12,7	861,43	739,9
Dispositif moyen (SOM1)								
Témoin								
MT1	165,4	186	1944,2	1945	8,37	9,7	777,26	821
MT2	109,6	207	1430,3	2145	8,14	7	796,99	786,4
MT3	77,5	143	861,1	1460	6,97	7,6	821,67	770,3
MT4	63,7	121	987,1	1159	3,21	7,2	692,77	751,2
Azote								
MN1	136,6	158	1838,7	1917	8,59	13,5	788,65	769,9
MN2	75,1	132	1057,8	1574	6,67	10,9	856,24	765,4
MN3	68,3	116	932,1	1145	4,15	9,2	775,29	797,8
MN4	62,9	89	939,4	1443	5,22	7,1	760,56	657,2
Triple 15								
MNPK1	223,4	232	2469,6	1980	11,41	11	817,57	852,7
MNPK2	171,3	188	1554,7	1780	4,68	8,9	778,98	765,2
MNPK3	115,6	142	1027,3	1370	3,61	8,7	734,16	730,5
MNPK4	108	89	1237,3	916	5,45	5,5	743,19	674,6
Dispositif haut (CFP3)								
Témoin								
HT1	175,4	180	1795,5	1596	9,45	10,4	832,32	765
HT3	103,1	163	1100,8	1428	5,65	6,7	783,5	731,3
Azote								
HN1	161,5	175	1781,8	1462	12,56	14,1	835,19	723,4
HN3	74,5	143	769,6	1517	6,32	9,7	741,27	732,5
Triple 15								
HNPk1	147,5	253	1519	2065	9,68	17,8	789,17	738,1
HNPk3	148,8	174	1807,4	1342	6,46	9,2	779,12	735,6

Tableau 72: Comparaison de la valeur fourragère moyenne des différentes associations végétales fertilisées et non fertilisées

FERT: moyenne CFP, SOM, GOF fertilisés.

<i>Date du 17/05</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>M-S</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
GOF1	17,5	116,1	2058,0	247,0	1,4	18,2	970,0
Moyenne SOM	13,5	66,1	1929,7	174,3	1,8	22,9	929,4
Moyenne FERT, 60U	14,8	91,8	1788,0	224,5	2,7	23,9	914,1
Moyenne FERT, 100U	16,9	114,5	1754,8	222,6	3,0	23,9	909,2

<i>Date du 31/05</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>M-S</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
GOF1	14,2	86,9	1384,0	238,0	2,3	26,5	842,5
Moyenne SOM	9,9	49,1	1851,7	171,3	2,4	27,1	831,9
CFP3	10,4	53,5	1596,0	180,0	4,4	31,5	765,0
Moyenne FERT, 60U	13,5	80	1986,3	216,3	3,1	28,3	788,5
Moyenne FERT, 100U	16,5	107,2	1860,8	205,5	2,8	30,1	782,9

<i>Date du 15/06</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>M-S</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
GOF1	12,2	69,9	2222,0	231,0	2,8	26,7	875,4
Moyenne SOM	8,3	34,4	1759,7	157,3	3,7	28,3	843,7
CFP3	9,1	41,8	1272,0	136,0	5,5	31,5	773,5
Moyenne FERT, 60U	11,1	59,4	1771,6	182,0	5,3	28,9	807,4
Moyenne FERT, 100U	13,0	75,6	1622,8	151,5	4,7	28,5	827,6

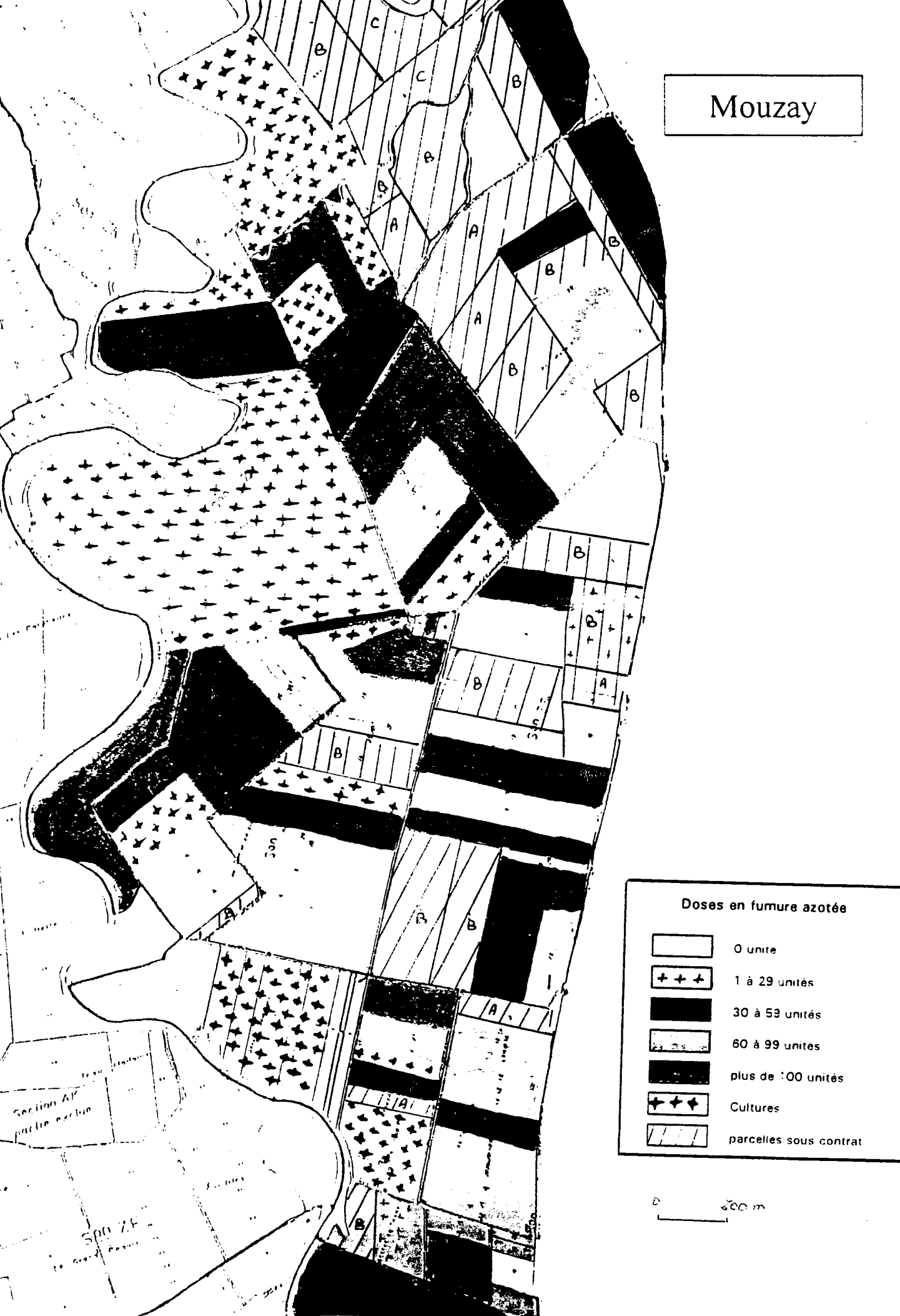
<i>Date du 28/06</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>M-S</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
GOF1	9,9	48,9	1834,0	216,0	6,4	28,9	812,1
Moyenne SOM	7,3	26,3	1364,0	134,0	5,6	28,4	811,8
CFP3	6,7	20,7	1428,0	163,0	6,0	33,4	731,3
Moyenne FERT, 60U	9,5	45,6	1385,6	136,0	6,9	31,3	762,6

<i>Date du 12/07</i>	<i>Mat prot</i>	<i>PBD</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>M-S</i>	<i>Cellulose</i>	<i>VEM</i>
Moyenne SOM	7,0	24,1	1313,7	106,3	5,4	30,2	777,4
CFP3	6,3	17,1	1393,0	100,0	6,4	32,4	749,3
Moyenne FERT, 60U	9,1	42,1	1477,8	108,5	7,0	31,8	727,8

Annexe 1: Différentes problématiques d'application de l'Article 19 dans les zones humides.
d'après COLLECTIF, 1992 (Séminaire de Caen)

OGAF	ENJEUX	OBJECTIFS
COTENTIN	Donner les moyens aux agriculteurs d'assurer l'adéquation "gestion agricole/protection de l'environnement"	Première action concrète rentrant dans les objectifs de la charte du PNR
PAYS D'ANCENIS	Problème de déprise agricole friches, peupleraies	Maintenir un type d'agriculture conciliable avec le maintien d'un certain environnement
MARENNES	Maintien d'une activité agricole seule garante de la sauvegarde du milieu	Préservation d'un biotope exceptionnel, lutte contre la déprise agricole
MARAIS POITEVIN secteur central	Sauver ce qu'il reste du marais Poitevin	Stopper le drainage
MARAIS BRETON VENDEE LOIRE ATLANTIQUE	Problème de déprise agricole Friches et non entretien du réseau hydraulique	Maintenir une activité agricole gestion des principaux sites ornithologiques et floristiques
MAILLEZAIS	Préservation du milieu naturel en maintenant l'élevage	Viabilité économique de l'élevage bovin compatible avec les exigences d'environnement
DEUX SEVRES	Lutter contre la déprise agricole	Maintien de l'élevage Préservation des prairies nat. et du paysage
NORD DES ILES	Problème de déprise agricole et assèchement du marais	Concilier les exigences d'une agriculture viable et la protection du patrimoine naturel
ROCHEFORT NORD	Eviter que seules deux stratégies d'utilisation du marais ne s'opposent intensification ou déprise	Confortation d'un pâturage extensif dans les zones les plus sensibles; dissuasion de toute intensification
ILL DOMANIALE	Maitriser l'extension de la céréaliculture, protection de la qualité de l'eau de la nappe phréatique	maintien des prairies avec une gestion compatible avec les exigences de avifaune+nappe
BARTHES DE L'ADOUR	Eviter la fermeture des Barthes par la forêt, préserver et restaurer les espaces en favorisant la prairie nat.	Maintenir une mosaïque de milieux variés
MEUSE	Protection des zones humides en vue de la conservation de la diversité floristique et avifaunistique	Protéger Grues cendrées, Râles de Genêts, Courlis cendré flore sensible (Gratiolle, Inule)
BOUCLES DE LA SEINE	Protéger les zones relictuelles de prairie nat. car développement drainage, friches, infrastructures urbaines et industrielles	Maintenir une activité agricole/abandon des terres, chercher à viabiliser les exploitations agricoles
VAL DE SAONE	Maintien de pratiques et mise en oeuvre d'actions assurant la pérennité de cette zone humide	Limiter: Intensification (avancée date de fauche), Extension des terres labourées et de friches
BRENNE	Pallier au problème de déprise agricole	Harmoniser développement agricole et environnement Maintenir l'élevage
CHAMPAGNE humide MARNE ET HAUTE MARNE	Protection des milieux utilisés par avifaune	Ornithologiques
BASSES VALLEES ANGEVINNES	Problème de déprise agricole et développement du peuplier	Trouver des conditions techniques et économiques pour assurer l'entretien de l'espace
CRAU SECHE CRAU HUMIDE	Maintenir symbiose entre ces deux régions, éviter augmentation des vergers et diminution prairies perm.	Maintien prairie permanente

Mouzay



Annexe 2: Cartographie parcellaire des doses d'engrais appliquées

Annexe 3: Relevés de l'A.F.C. sur les prairies alluviales du Nord de la France

Champagne crayeuse:

SOM typicum: 1 à 5	codés CCM1 à 5
SOM ranunculus acris: 28 à 32	codés CCM6 à 0
CFP typicum: 1 à 5	codés CCH1 à 5
CFP brometosum: 17 à 20	codés CCH7 à 0

Saône moyenne:

Dauco-Arrhenatherum brometosum: 1 à 5	codés SMH1 à 5
GOF oenanthesum mediae: 1 à 5	codés SMB1 à 5
alismsosum aquatica: 1 à 4	codés SMB6 à 9
Oenanthes-Caricetum vulpinae 1 à 5	codés SME1 à 5

Seine

Hordeo-Arrhenatherum 1 à 5	codés SH01 à 05
Pré de fauche hygrophile à Bromus racemosus: hygrophile: 1 à 5	codés SM01 à 05
moins hygrophile: 20 à 24	codés SM20 à 24

Escaut

Arrhénathéraie alluviale 1 à 5	codés EH01 à 05
--------------------------------	-----------------

Aisne

Ranunculo repentis-Agropyretum repentis typicum: 1 à 5	codés AM01 à 05
à Arrhenatherum: 22 à 26	codés AM022 à 26

Oise

SOM typicum: 1 à 5	codés OM01 à 05
Caricetum vulpinae 1 à 5	codés OB01 à 05

Voire

SOM hordeetosum: 14, 4, 25, 40, 81	codés VM14 à 81
Caricetum vulpinae 59, 2, 45, 1, 100	codés VB59 à 10

Loire

GOF oenanthesum mediae: 1 à 5	codés LB01 à 05
GOF moyen: 8 à 12	codés LB06 à 10
GOF eleocharetosum: 15, 18, 21, 30, 31	codés LB11 à 15
Eleocharo-Oenanthes fistulosae: à Eleocharis palustris: 1 à 5	codés LE01 à 05

Meuse

GOF oenanthesum: 15, 33, 36, 37, 68, 82
GOF typicum: 4, 7, 32, 84
GOF eleocharetosum: 48, 49, 83, 1049, 1123
SOM colchicetosum: 64, 65, 69, 75, 76, 77
SOM typicum: 41, 44, 55, 73, 78, 80
SOM myosotetosum: 56, 58, 59, 63, 74, 79
CFP brometosum: 22, 1146, 1148, 1149
CFP typicum: 13, 53, 47, 1001, 1002
CFP filipenduletosum: 11, 19, 51, 52

Annexe 4: Points cachés de l'A.F.C. sur les prairies alluviales du Nord de la France

Points cachés de l'A.F.C 1

*1: 0047--0052-0070-
*2: 1003--0025-0012-1164-0086-1035-
*3: 0077--0085-0046-0064-0078-0076-0031-0044-0041-
*4: 0073--0024-
*5: 0045 -0051-0011-
*6: 0039 -0029-0030-0072-0054-0071-
*7: 0075 -0055-0016-
*8: 0081 -0059-0066-
*9: 0053 -1057-
*10: 1087 -0013-0019-
*11: 1096 -1095-1015-1138-
*12: 1013 -1012-
*13: 1041 -0018-
*14: 0080 -0027-1152-
*15: 0079 -0074-
*16: 1139 -0010-
*17: 1002 -1001-
*18: 0089 -0063-
*19: 0088 -0042-
*20: 1059--1083-
*21: 0001--1120-
*22: 0058--1154-0057-1153-
*23: 0022 -1019-1109-
*24: 1135 -1142-1158-1117-1149-
*25: 0082 -1021-1036-
*26: 1148 -1121-
*27: 0037 -0038-
*28: 1108 -1150-
*29: 0009 -0050-

Points cachés de l'A.F.C 2

*1: LB13 -LB15-
*2: SME4 -0049-
*3: SME5 -0004-
*4: 0007 -1049-
*5: OB05 -VB45-
*6: LB14 -OB06-LE01-
*7: OB04 -VB02-
*8: 0083 -SMB6-
*9: SMB3 -LE04-
*10: OB03 -VB01-VB59-LE02-
*11: LB10 -LB07-
*12: LB09 -LB04-
*13: LE05 -LE03-OB02-
*14: LB02 -VB10-
*15: SME3 -0032-
*16: SMB5 -LB05-SMB4-SMB1-
*17: SME1 -0015-
*18: OM03 -0037-0037-
*19: 0038 -0036-0036-0033-
*20: OM01 -CCM2-CCM4-CCM5-
*21: 0068 -SME2-
*22: VM14 -0056-
*23: SM04 -CCM3-
*24: SM05 -0079-0074-
*25: SM01--0063-
*26: AM05 -AM02-AM04-
*27: 0080 -VM40-
*28: CCM8 -AM03-SM02-
*29: 0059 -VM81-
*30: CCM7 -SM03-SH05-0041-SM21-
*31: 0044 -0073-CCM9-VM25-AM23-SM23-
*32: SM04 -VM04-0055-SM22-SM24-AM26-
*33: 0076 -0078-CCM6-
*34: 0069 -AM25-0077-CCH1-0064-
*35: AM22 -AM24-EM19-SH02-
*36: EM17 -SH03-CCH3-SH04-
*37: EM18 -0052-0047-0051-CCH4-0019-SH01-
*38: 0011 -CCH2-
*39: 0013 -1002-EH01-EM15-
*40: EM16 -EH04-EH02-
*41: CCH7 -0053-SMH2-
*42: SMH3 -SMH5-SMH1-
*43: 0022 -1149-CCH8-1148-
*44: CCH0 -1146-

Annexe 5: Normes utilisées pour estimer la qualité des sols de la Meuse (d'après LAMBERT et al.)

Répartition de fréquences (%) - Phosphore - Prairies permanentes

		Fréquences (%)				
Appréciations	Normes (mg/100g sol)	1981	1983	1984	1987	1988
<u>Gaume</u>						
Très faible teneur	< 6	-	18,4	37,8	5,2	10,8
Faible teneur	6 - 13	-	38,5	30,5	28,9	47,3
Teneur souhaitée	13 - 18	-	23,9	18,3	21,5	21,6
Forte teneur	18 - 25	-	10,1	11,0	22,2	16,2
Très forte teneur	> 25	-	9,1	2,4	22,2	4,1

Répartition de fréquences (%) - Potassium - prairies permanentes

		Fréquences (%)				
Appréciations	Normes (mg/100g sol)	1981	1983	1984	1987	1988
<u>Gaume</u>						
Très faible teneur	< 14	-	34,9	40,2	29,6	37,8
Faible teneur	14 - 25	-	52,3	54,9	51,9	46,0
Teneur souhaitée	25 - 33	-	6,4	2,4	13,3	12,2
Forte teneur	33 - 45	-	2,7	1,2	4,4	4,0
Très forte teneur	> 45	-	3,7	1,3	0,8	0,0

Normes des taux de matière organique

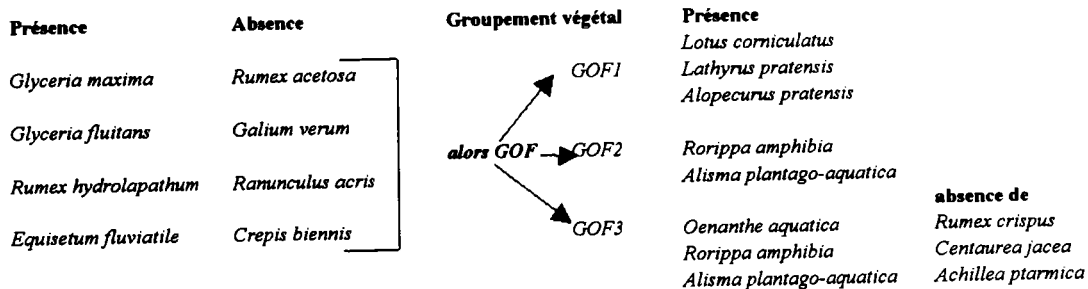
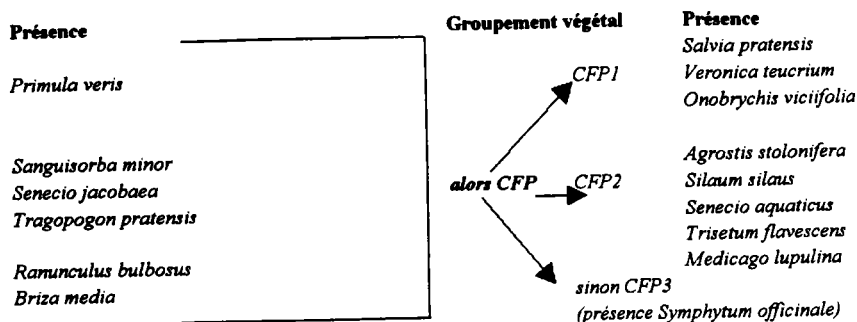
Prairies	Cultures	Appréciation
≥ 6 %	≥ 4 %	Très bonne teneur
4 à 6 %	2 à 4 %	Bonne teneur
≤ 4 %	≤ 2 %	Teneur faible

n:	Localisation	Date de prélèvement	Exploitation	C ax en %	N tot en %	en mg/100g					CN	pH, h2o	pH, KCl	M-O en %
						P	K	Na	Mg	Ca				
(1)	Mégaphorbiaie, SOM3	19/09/1994	Fauche après 15/07, pas d'engrais	8,10	0,90	10,50	14,10	9,80	27,50	4620	8,98	7,00	6,70	13,93
(2)	GOF1, Luzy	19/09/1994	Fauche 01/07, pas d'engrais	7,10	0,80	8,00	17,80	5,40	28,80	1538	8,57	6,70	6,20	12,21
(3)	ACNAT, zone en défend	19/09/1994	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement	8,30	0,90	12,00	13,70	7,30	29,00	4720	8,95	7,00	6,50	13,76
(4)	ACNAT, SOM1	19/09/1994	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement	6,00	0,80	11,00	20,00	6,60	36,30	1256	7,92	6,20	5,80	10,32
(5)	GOF1, Mouzay	19/09/1994	Fauche 15/06, pas d'engrais	9,00	1,00	9,90	11,70	8,70	26,10	2837	8,68	6,90	6,40	15,48
(6)	Mégaphorbiaie, bord ACNAT	19/09/1994	Fauche après 15/07, pas d'engrais	8,60	1,00	12,50	14,70	7,00	29,00	3842	11,93	6,90	6,60	14,79
(7a)	ACNAT, SOM3, surface	19/09/1994	Fauche 01/07, 30U irrégulièrement	9,40	1,00	12,90	14,30	8,80	34,00	4665	9,27	6,90	6,60	16,17
(8)	ACNAT, CFP3	19/09/1994	Zone de déprise après culture (?)	12,20	0,70	7,50	15,60	5,40	24,90	1335	18,81	6,60	6,00	20,98
(9)	SOM3, Mouzay	19/09/1994	Fauche 01/07, engrais 60UNPK puis 0	8,30	0,90	8,10	13,70	5,40	23,90	4842	9,22	7,20	6,70	14,28
(11)	CFP1, Charny	16/10/1994	??	10,90	0,60	1,50	19,10	6,20	21,50	1178	17,82	7,10	6,30	18,75
(12)	Phalaridaie, Dieuc	16/10/1994	Fauche irrégulière, sol gorgé d'eau	47,30	1,00	2,80	12,40	11,30	19,20	5325	48,26	7,70	7,20	81,36
(13)	CFP3, Mouzay	16/10/1994	Fauche vers le 01/06, 60U NPK	8,90	0,60	1,50	11,50	4,10	23,60	1127	14,80	7,50	6,80	15,31
(14)	SOM1, Luzy	16/10/1994	Fauche 01/07, pas d'engrais	16,80	0,71	2,80	16,90	7,40	29,70	4597	23,66	7,70	7,00	28,90
(15)	SOM1, Luzy	16/10/1994	Fauche 15/06, 90UN, 18P, 45K puis 60N	13,18	0,78	2,30	15,20	4,20	30,60	4712	18,30	7,80	7,00	17,20
(16)	GOF1, Luzy	16/10/1994	Fauche 15/06, 90UN, 18P, 45K puis 60N	10,00	0,66	2,40	9,80	4,10	12,90	1044	15,15	7,70	7,00	12,56
(17)	SOM3-GOF1, Luzy	16/10/1994	Fauche 15/05, 90N, 40P, 90K puis 60N	7,30	0,40	2,30	8,30	3,10	12,40	2077	17,87	7,90	7,30	15,14
(18)	SOM3-GOF1, Luzy	16/10/1994	Fauche 01/06, 100U NPK	8,80	0,43	1,70	7,10	3,20	7,20	447	20,56	6,10	5,60	21,33
(19)	SOM1-2, Mouzay	16/10/1994	Fauche 15/05, 100U NPK et 60U N	12,40	0,70	3,10	15,70	4,60	34,30	4710	17,28	7,60	7,00	12,56
(20)	SOM2, Mouzay	16/10/1994	Fauche 15/07, pas d'engrais	7,30	0,90	2,90	15,20	6,40	29,30	4737	8,05	7,70	7,10	13,93
(21)	SOM2, Luzy	16/10/1994	Fauche 15/06, 60UN + PK (fumier)	8,10	0,80	-	-	-	-	-	10,12	-	-	-

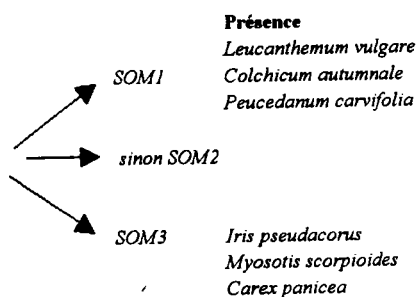
	Eau	KCl
alcalin	> 7,8	> 7,2
légèrement alcalin	7,4 - 7,8	6,8 - 7,2
neutre	6,7 - 7,3	6,0 - 6,7
légèrement acide	6,0 - 6,6	5,3 - 5,9
acide	5,2 - 5,9	4,5 - 5,2
très acide	< 5,2	< 4,5

Annexe 7: Echelle des pH des sols

Annexe 8: Clef de cartographie des groupements végétaux des prairies alluviales de la Meuse



Si absence des espèces du CFP et du GOF alors SOM



Annexe 9: normes pour la richesse des fourrages (d'après LAMBERT).

(normes utilisées par le laboratoire pour les bulletins d'analyses des agriculteurs)

Les normes présentées ci-dessous ont été définies sur base de distributions de fréquences réalisées sur les résultats d'analyses obtenus au Laboratoire d'Ecologie des Prairies . Il est donc important de souligner que ces appréciations de richesse n'ont à priori aucune prétention d'un point de vue zootechnique .

	Appréciation	FOINS	SILOS HERBE	SILO MAIS	HERBES
% A.B.T	Teneur faible Teneur moyenne Bonne teneur Très bonne teneur	< 8 = 8 à 10 = 10 à 12 ≥ 12	< 11 = 11 à 13 = 13 à 15 ≥ 15	< 8 = 8 à 10 ≥ 10	< 12 = 12 à 16 = 16 à 18 ≥ 18
VEM	Teneur faible Teneur moyenne Bonne teneur	< 650 = 650 à 750 ≥ 750	< 700 = 700 à 800 ≥ 800	< 800 = 800 à 900 ≥ 900	< 750 = 750 à 850 ≥ 850
K 3190	Teneur faible Teneur moyenne Teneur élevée	< 1800 = 1800 à 2800 ≥ 2800	< 2190 = 2190 à 3190 ≥ 3190	< 1200 = 1200 à 1600 ≥ 1600	< 2190 = 2190 à ≥ 3190
P	Teneur faible Teneur moyenne Bonne teneur	< 225 = 225 à 300 ≥ 300	< 280 = 280 à 350 ≥ 350	< 200 = 200 à 300 ≥ 300	< 300 = 300 à 400 ≥ 400
Na	Teneur faible Teneur moyenne Bonne teneur	< 40 = 40 à 110 ≥ 110	< 100 = 100 à 300 = 300 à 500 (*) ≥ 500 (**) (*) = élevée	< 100 = 100 à 300 = 300 à 500(*) ≥ 500 (**) (**) = anormale	< 50 = 50 à 150 ≥ 150
Mg	Teneur faible Teneur moyenne Bonne teneur	< 100 = 100 à 170 ≥ 170	< 150 = 150 à 200 ≥ 200	< 110 = 110 à 160 ≥ 160	< 150 = 150 à 200 ≥ 200
Ca	Teneur faible Teneur moyenne Teneur élevée	< 340 = 340 à 640 ≥ 640	< 400 = 400 à 800 ≥ 800	< 300 = 300 à 400 ≥ 400	< 400 = 400 à 800 ≥ 800