

Etude de six zones de transition entre tourbières acides et
zones agricoles dans le Haut-Jura suisse.

Faune des Empidoidea (Insecta, Diptera) et autres
Diptères à larves édaphiques - Flore.

Thèse présentée à la faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel pour obtenir le
grade de docteur ès sciences

par

Catherine Vaucher - von Ballmoos

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

**Etude de six zones de transition entre
tourbières acides et zones agricoles dans le
Haut-Jura suisse.**

**Faune des Empidoidea (Insecta, Diptera) et autres
Diptères à larves édaphiques - Flore**

de Mme Catherine Veucher-von Ballmoos

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

FACULTÉ DES SCIENCES

**La Faculté des sciences de l'Université de
Neuchâtel sur le rapport des membres du jury,**

**MM. W. Matthey (directeur de thèse),
W. Geiger (co-directeur de thèse),
J.-M. Gobat, D. Borcard et
J. Brunhes (Centre ORSTOM Montpellier)**

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 17 avril 1997

Le doyen:

R. Dändliker

R. Dändliker

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

1. <u>Cadre de l'étude</u>	1
1.1. Introduction	1
1.2. Choix des groupes faunistiques	1
1.3. Exposé des résultats	2
2. <u>Quelques définitions</u>	4
3. <u>Situation des milieux</u>	7
3.1. Un peu d'histoire	7
3.2. Les zones-tampons	9

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE

1. <u>Hypothèse de base</u>	10
2. <u>Buts de la recherche</u>	10
3. <u>Utilisation de l'espace - stratégies possibles</u>	11
4. <u>Diversité des contacts secondaires</u>	13
5. <u>Bioindication</u>	14
6. <u>La notion d'écotone</u>	15
7. <u>Etude des communautés animales - problème d'échelle</u>	16

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE

1. <u>Les stations de piégeage</u>	17
1.1. Contacts avec les agriculteurs	17
1.2. Des aléas pratiques	17
1.3. Choix des sites	17
2. <u>Le piège à émergences</u>	19

TABLE DES MATIERES

2.1. Généralités	19
2.2. Modèle retenu	20
2.3. Quelques réserves	23
2.4. Conclusions	25
3. <u>Echantillonnage</u>	26
3.1. Emplacements des pièges	26
3.2. Rythme de piégeage	27
4. <u>Etude de la végétation</u>	27
4.1. Relevés floristiques	27
4.2. Relevés typologiques	27
5. <u>Analyses de sol</u>	28
5.1. L'acidité du sol	28
6. <u>Les outils mathématiques - exploitation des données</u>	29
6.1. Les méthodes d'ordination	30
6.2. Construction des matrices d'association	32
6.3. Les méthodes de groupement	34

CHAPITRE 4 : PRESENTATION DES MILIEUX

1. <u>Situation géographique générale</u>	36
1.1. Les vallées de Joux et de La Brévine	36
2. <u>Description des contacts</u>	42
2.1. Les contacts "naturels" : les ceintures de bas-marais peu perturbées	42
2.2. Les contacts résultant de l'exploitation de la tourbe	58
3. <u>Les stations de comparaison</u>	80
4. <u>Autres sources d'information</u>	82

CHAPITRE 5 : VEGETATION

1. <u>Résultats floristiques</u>	83
1.1. Introduction	83
1.2. Les relevés	84

1.3. Analyses de données : AFC et groupement	85
1.4. Observations sur le terrain et discussion	90
1.5. Signification écologique de certains taxons végétaux	93
1.6. Conclusions	95
2. <u>Typologie</u>	95
2.1. Tri parmi les critères typologiques	100

CHAPITRE 6 : FAMILLES DE DIPTERES - RESULTATS

1. <u>Détermination des Diptères à la famille - résultats obtenus</u>	101
1.1. Introduction	101
1.2. Tableaux bruts	101
1.3. Les familles-clés - choix	103
2. <u>Conclusion</u>	107

CHAPITRE 7 : RESULTATS FAUNISTIQUES

1. <u>Introduction</u>	109
2. <u>Les Psilidae</u>	110
2.1. Liste des espèces de Psilidae	110
2.2. Commentaires	111
2.3. Conclusions	111
3. <u>Les Bibionidae</u>	112
3.1. Liste des espèces de Bibionidae	112
3.2. Commentaires	114
3.3. Conclusions	115
4. <u>Les Scatopsidae</u>	116
4.1. Liste des espèces de Scatopsidae	116
4.2. Commentaires	117
5. <u>Les Tipulidae</u>	118
5.1. Liste des espèces de Tipulidae	119
5.2. Commentaires	120

TABLE DES MATIERES

5.3. Conclusions	122
6. <u>Degré d'affinité aux tourbières acides</u>	123
6.1. Terminologie classique	123
6.2. Classement personnel	123
7. <u>Les Limoniidae</u>	126
7.1. Liste brute des espèces de Limoniidae	126
7.2. Commentaires	127
7.3. Conclusions	140
8. <u>Les Empidoidea - Généralités</u>	146
8.1. Quelques informations	146
8.2. Liste brute des espèces d'Empidoidea	148
8.3. Les Empidoidea en Suisse	151
9. <u>Les Empidoidea - Listes détaillées</u>	151
9.1. Introduction	151
9.2. Les espèces uniquement trouvées sur sol brun	152
9.3. Microphoridae	153
9.4. Hybotidae	153
9.5. Empididae	176
9.6. Dolichopodidae	192
10. <u>Conclusions - Empidoidea - généralités</u>	212
10.1. Conclusions - Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae	214
10.2. Conclusions - Empididae	219
10.3. Conclusions - Dolichopodidae	224

CHAPITRE 8 : LES ASSEMBLAGES D'ESPECES

1. <u>Empidoidea - L'AFC: les pièges et les espèces</u>	230
2. <u>Empidoidea - Le groupement</u>	234
2.1. Les pièges (mode Q)	234
2.2. Les espèces (mode R).....	240
3. <u>Conclusions</u>	252

3.1. Les ceintures naturelles et milieux de substitution	252
3.2. Tourbière - zone agricole	253
3.3. L'AFC: résumé schématique	254
3.4. Les groupements	255

CHAPITRE 9 : FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX-RESULTATS GLOBAUX

1. <u>Introduction</u>	259
2. <u>Approche globale des espèces</u>	259
2.1. L'acidité	260
2.2. pH moyen pondéré	260
2.3. La structure de la végétation	265

CHAPITRE 10: FAUNE & FLORE - RESULTATS PAR TRANSECT

1. <u>Introduction</u>	275
2. <u>Faune et flore corrélées</u>	275
3. <u>La Burtignière</u>	277
3.1. Partition de variation	277
3.2. Les groupements à liens complets, sans contraintes	278
3.3. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale	283
3.4. Discussion	286
4. <u>Praz Rodet</u>	291
4.1. Remarques sur les deux transitions naturelles	291
4.2. Les groupements à liens complets, sans contraintes	291
4.3. Discussion	294
5. <u>Le Cachot 16.2</u>	294
5.1. Partition de variation	294
5.2. Les groupements à liens complets, sans contraintes	296
5.3. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale	300
5.4. Discussion	301
5.5. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea	303
6. <u>Vers le Maix Rochat J3 Sud</u>	306

6.1. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea	306
6.2. Partition de variation	306
6.3. Les groupements à liens complets, sans contraintes	308
6.4. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale	312
7. <u>Vers le Maix Rochat 13 Est</u>	316
7.1. Les groupements à liens complets, sans contraintes	316
7.2. Discussion	320
7.3. Remarques sur quelques espèces	320
8. <u>Le Cachot 16.4</u>	324
8.1. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea	324
8.2. Les groupements à liens complets, sans contraintes	324
8.3. Discussion	328
9. <u>Conclusion du chapitre</u>	328
9.1. Structure du milieu et flore	328
9.2. Les transitions secondaires	328
9.3. Mesures de protection	329
 CHAPITRE 11 : ASPECT HISTORIQUE	
1. <u>Aspect historique</u>	331
1.1. Le cas du Cachot	331
1.2. Développement	331
 CHAPITRE 12 : DISCUSSION GENERALE & CONCLUSIONS	
1. <u>Identification à la famille et à l'espèce</u>	334
2. <u>Bilan par famille</u>	334
2.1. Petites "familles"	334
2.2. Les EMPIDOIDEA	336
3. <u>Facteurs environnementaux</u>	337
3.1. Critique de la méthode d'échantillonnage	337
4. <u>Faune & flore</u>	338
4.1. Information partiellement recouvrante	338

TABLE DES MATIERES

4.2. Répartition des espèces dans les zones de transition	338
4.3. Signification écologique des marais abaissés	340
4.4. Stratégies d'occupation des zones de transition	341
5. <u>Limite visuelle et limite fonctionnelle</u>	342
5.1. Première étape: point de vue classique	342
5.2. Deuxième étape: intégration paysagère et historique	343
RESUME - ZUSAMMENFASSUNG - SUMMARY	345
REMERCIEMENTS	349
BIBLIOGRAPHIE	354
ANNEXES	

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

La présente recherche a pour contexte les zones de transition entre tourbières hautes et zones agricoles dans le Jura suisse. Elle est consacrée aux Diptères à larves édaphiques, et plus particulièrement aux Empidoidea.

I. Cadre de l'étude

I.1. Introduction

Les tourbières sont depuis trente ans l'objet d'études à l'Université de Neuchâtel. Sous l'impulsion du Professeur W. Matthey, de nombreuses recherches ont été entreprises dans le cadre du Laboratoire d'Ecologie animale et d'Entomologie. Le Laboratoire d'Ecologie végétale sous la direction du Professeur J.-L. Richard et de son successeur J.-M. Gobat conduit en parallèle plusieurs travaux sur les hauts-marais jurassiens.

Le présent travail fait partie d'un projet soutenu par le Fonds National pour la Recherche Scientifique ayant pour titre: "Etude écologique des Acariens Oribates et des Diptères à larves édaphiques dans les zones de contacts entre tourbières et milieux agricoles: une perspective paysagère". Les Professeurs W. Matthey, J.-M. Gobat et le Docteur W. Geiger en sont les requérants. Quatre chercheurs travaillent en collaboration sur ce projet: le Docteur Daniel Borcard (Acariens Oribates), Mlle Sarah Pearson (Araignées), M. Gilles Blandenier (également sur les Araignées) et moi-même. De plus, deux chercheurs, Filippo Rampazzi et Lucia Pollini travaillent au sud des Alpes, dans les tourbières du Tessin.

I.2. Choix des groupes faunistiques

Les groupes faunistiques pris en compte lors d'une telle étude doivent donner une image aussi précise que possible des structures des communautés animales générées par les différentes contraintes de l'habitat (facteurs abiotiques, biotiques et spatio-temporels). Il faut qu'ils remplissent les conditions suivantes:

- être abondamment représentés dans le milieu et variés,
- permettre un échantillonnage représentatif,
- être déterminables au rang taxonomique adéquat en un laps de temps raisonnable,
- et être situés à différents niveaux dans les chaînes alimentaires, ce qui permet d'obtenir des niveaux de perception complémentaires des phénomènes étudiés.

Les groupes faunistiques qui ont été retenus sont les suivants :

- les Oribates (Daniel Borcard)
- les Araignées (Sarah Pearson et Gilles Blandenier)
- les Coléoptères Carabidae (W. Matthey)
- les Diptères dont les larves vivent dans le sol ou la strate herbacée (sujet de ce travail)

Plusieurs chercheurs ont étudié les Diptères dans les tourbières jurassiennes. Matthey (1971) fournit des données sur plusieurs familles colonisant les milieux aquatiques. Auroi (1979, 1982, 1983, 1983a et 1983b) a accompli un travail colossal sur les Tabanidae et en particulier sur *Hybomitra bimaculata* (Macquart). Les recherches d'Affolter & al. (1981) poursuivent sur la même lancée. Haenni & al. (1984) ont piégé plusieurs milliers de Diptères à la tente Malaise. Les Limoniidae et les Tipulidae capturés ont déterminés lors des recherches de Geiger (1986) et Dufour (1986).

Notre travail présente une triple originalité:

- il est consacré aux Diptères dans les zones de transition, zones agricoles comprises
- il met l'accent sur les Empidoidea
- il met en évidence les milieux où émergent de nombreuses espèces d'Empidoidea, de Bibionidae, de Limoniidae, de Psilidae, de Scatopsidae et de Tipulidae

Seul Basset (1984, 1985, 1986), dans son étude sur la faune de *Pinus uncinata*, a utilisé ce type de piège, mais il a travaillé sur le haut-marais. Grâce aux nombreuses méthodes de capture utilisées lors de ses recherches, il a récolté et déterminé de nombreuses espèces de Diptères. Son travail constitue pour nous un point de repère très intéressant.

D'autres projets (notamment Ducommun, 1989) ont montré que les Diptères sont un groupe-clé dans l'étude de l'écosystème "sol" et sont à même de fournir des éléments bioindicateurs.

1.3. Exposé des résultats

Notre travail comprend 12 chapitres (sans les annexes). Chacun présente une numérotation indépendante, tant au niveau de ses articulations en sous-chapitres, que de ses tableaux et figures.

Nous présenterons nos résultats sous la forme suivante:

- le choix des milieux, les méthodes d'échantillonnage, de piégeage, d'étude de la végétation et les traitements statistiques utilisés sont présentés au chapitre 3. Nous avons également abordé de façon critique les avantages et défauts du piège à émergence.
- après avoir présenté les vallées de Joux et de La Brévine (situation géographique, hydrologie

et conditions climatiques), nous accordons une part importante du chapitre 4 à la description des contacts étudiés et des différents sous-milieus qu'ils comportent.

- le chapitre 5 est consacré à la flore et aux résultats que nous avons obtenus grâce aux relevés floristiques.
- le chapitre 6 est consacré aux résultats faunistiques généraux à l'échelle de la famille. Nous y exposons les raisons qui nous ont conduite à travailler sur certaines familles et sur les Empidoidea en particulier.
- les Psilidae, les Bibionidae, les Scatopsidae, les Tipulidae, les Limoniidae et surtout les Empidoidea font l'objet du chapitre 7. Une liste brute des espèces capturées introduit chacune des familles.

Le chapitre 7 comporte deux axes principaux: le premier est consacré à la présentation des différentes espèces ("Commentaires"). Il intéressera essentiellement les personnes désirant glaner des informations précises sur les différents taxons, sans passer par un fastidieux dépouillement des tableaux présentés dans les Annexes 4 et 5. Nous avons effectué pour chaque espèce d'Empidoidea une petite revue des connaissances actuelles de leur écologie. Le second axe concerne les conclusions que nous avons pu tirer grâce à nos piégeages, récoltes, chasses annexes et connaissances bibliographiques sur le degré d'affinité aux tourbières acides des différentes espèces ("Conclusions"). La signification écologique de plusieurs espèces est discutée et resituée dans le contexte jurassien.

- Le chapitre 8 est consacré aux assemblages d'espèces révélés par l'analyse statistique, tout d'abord librement, puis contraints par certains facteurs environnementaux (acidité, flore et structure de la végétation).
- Au chapitre 9, l'information apportée par les facteurs environnementaux sera considérée de manière globale, afin d'obtenir une meilleure connaissance des espèces.

La signification écologique des espèces est abordée à deux niveaux: à l'échelle de l'ensemble des transects (chapitre 9) et à l'échelle de chaque transition prise individuellement (chapitre 10).

- Dans le chapitre 10, nous considérerons les particularités de chaque zone de transition étudiée en fonction de la faune et de la flore.
- Le chapitre 11 constitue une réflexion sur l'importance de l'histoire récente (deux siècles) de la tourbière.
- Le chapitre 12 sera notre conclusion. Nous tenterons de répondre aux grandes questions qui sont à l'origine de ce travail et nous essaierons de dégager de manière concise les grandes lignes de nos résultats.

- Les Annexes sont séparées en deux unités distinctes. La première fait partie de ce document. Ces annexes sont numérotées de 1 à 8. Elles comportent les éléments essentiels à la compréhension du propos et notamment:

- les tableaux bruts de nos relevés de végétation, une fiche typologique de terrain et les fichiers typologiques des 6 stations inventoriées (Annexe 2),
- les tableaux bruts de nos récoltes de faune (Annexe 3: Diptères déterminés à la famille et Annexes 4, 5 et 6: familles retenues identifiées à l'espèce).

La seconde unité (Annexes 2, 7, 8 et 9 bis) doit être commandée à part. Elle réunit les fichiers de sorties des analyses (analyses factorielles et des analyses canoniques des correspondances), ainsi que les diagrammes illustrant le résultat de certains groupements).

2. Quelques définitions

Avant de poursuivre, il est nécessaire de fixer clairement la signification de certains termes.

Altération: atteintes chioniques ou physiques indirectes sur un milieu primaire ou secondaire, contribuant à modifier sa nature ou sa dynamique propre.

Bas-marais: contrairement aux hauts-marais, les bas-marais sont imbibés par des eaux riches en bases et en éléments nutritifs, provenant d'écoulements de surface (ruisselets, inondations) ou de la nappe phréatique. Ce sont des milieux généralement mésotrophes à eutrophes. La végétation reflète les différentes propriétés de ces eaux, degré d'acidité, dureté, teneur en éléments nutritifs. La strate herbacée est dominée par les Cypéracées, les Juncacées ou les roseaux. On distingue les bas-marais alcalins et les bas-marais acides. Les bas-marais acides du Caricion fuscae se limitent dans le Jura à la frange externe des hauts-marais lorsqu'ils n'ont pas été exploités. Les sphaignes y sont abondantes. La profondeur de la marne imperméable, les battements de la nappe phréatique et sa richesse en ions vont déterminer la nature des groupements intermédiaires que sont les bas-marais acides (Gobat, 1984). Même si leur végétation ne fait phytosociologiquement pas partie de celle des hauts-marais, fonctionnellement le bas-marais acide fait partie de la tourbière haute.

Bioindicateur: "Ce terme désigne des espèces végétales ou animales qui, par suite de leurs particularités écologiques sont l'indice de modifications abiotiques de l'environnement dues à tel ou tel type d'action humaine" (Ramade 1993). Ces espèces sont révélatrices de l'état d'un milieu.

Dégradation: atteintes physiques directes sur des milieux essentiellement primaires, modifiant radicalement les conditions du milieu et instaurant une nouvelle dynamique. La nature du milieu est fondamentalement changée. La dégradation du marais originel a conduit à la création de

landes et de multiples faciès.

Écotone: Les auteurs ne s'accordent pas tous sur cette notion et divers problèmes apparaissent. Nous donnons ici une définition inspirée de Ramade (1993) et de Holland & al. (1991).

C'est la zone de rencontre entre deux écosystèmes, où aucun ne prend l'ascendant sur l'autre. L'écotone a une fonction à jouer entre les deux systèmes, il ne s'agit pas du résultat d'une simple juxtaposition. L'écotone fonctionne comme une membrane hémiperméable. Certains éléments peuvent passer à travers alors que d'autres sont refoulés. Il peut jouer un effet protecteur contre certains facteurs pour l'un ou l'autre des écosystèmes. La présence d'un écotone induit des effets de bords où l'on observe un enrichissement spécifique. On y rencontre des espèces des deux écosystèmes adjacents, auxquelles viennent s'ajouter des espèces propres à l'écotone. Les conditions abiotiques (température, humidité, ensoleillement, etc...) diffèrent de celles enregistrées dans les deux écosystèmes voisins. L'échelle à laquelle nous allons considérer le phénomène est fondamentale:

- l'échelle spatiale: on peut étudier un écotone à l'échelle planétaire, entre deux biomes (par exemple forêt boréale et toundra), aussi bien qu'à l'échelle de quelques mètres, entre une prairie et une forêt, ou de quelques centimètres, entre un refus dans un pâturage et la zone broutée.
- l'échelle temporelle: à une large échelle de temps, les écotones peuvent se déplacer, se transformer, disparaître ou apparaître, car les écosystèmes sont à ce niveau de perception instables et variables.

Pratiquement, le concept n'est pas aussi simple à cerner que cette définition le laisse entendre, nous nous contentons de fournir ici quelques éléments.

Édaphique: 1) qui vit dans le sol (larves édaphiques). 2) qui concerne la nature du sol (facteurs édaphiques) ou les relations entre êtres vivants et sol.

Faciès: le terme "faciès" désigne des groupements végétaux dominés par une ou deux espèces qui donnent sa physionomie au milieu (exemple: faciès à petits *Carex*). Dans les milieux secondaires, il s'agit souvent d'herbacées cespitueuses (*Eriophorum vaginatum*, *Trichophorum caespitosum*, *Molinia caerulea*), mais aussi de mousses (*Polytrichum sp.* notamment) colonisant les zones de tourbe nue (Grosvernier & al., 1992).

Famille-clé: ce sont les familles qui jouent un rôle fondamental dans le cadre de notre problématique (cf. chapitre 2).

Hauts-marais: synonyme de tourbière haute, de tourbière bombée ou encore de tourbière

ombrogène, ce terme désigne les tourbières acides, caractérisées par une alimentation hydrique provenant uniquement des précipitations météoriques. Toute la végétation est isolée du substrat minéral de base et des eaux telluriques. Le haut-marais intact (ou primaire) est ainsi très pauvre en éléments nutritifs (oligotrophie). La végétation est dominée par les sphaignes et les Ericacées.

Landes: ce terme désigne des milieux secondaires résultant de l'exploitation de la tourbe, dont la végétation est caractérisée par la dominance de sous-arbrisseaux chaméphytiques (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum* et/ou *Betula nana*). Si le niveau de la tourbière a été modifié (extraction de la tourbe), nous parlerons de landes basses. Si seule la végétation d'origine a été éliminée (par raclage), nous parlerons de landes hautes.

Marais abaissés: ce terme désigne les zones dont le niveau a été modifié suite à l'exploitation de la tourbe. Ce sont des milieux secondaires, gagnés sur le haut-marais et aujourd'hui envahis par une végétation herbacée et, lorsque les conditions sont favorables, par les sphaignes. Si le milieu est recolonisé par les arbres, l'essence ligneuse largement dominante est le Bouleau (*Betula pubescens*). Lorsqu'ils sont situés au pied des anciens murs d'exploitation à la périphérie du haut-marais, les marais abaissés constituent une zone faisant transition entre tourbière et milieux agrionles.

Milieux primaires: se dit de milieux naturels, ne résultant pas d'activités humaines.

Milieux secondaires: par opposition aux milieux primaires. Les milieux secondaires résultent d'activités humaines (les landes, les marais abaissés et les pâturages sont des milieux secondaires). Les diverses interventions anthropiques dont a fait l'objet la quasi totalité des hauts-marais jurassiens ont contribué à la création de multiples milieux secondaires, qui, à l'échelle de quelques mètres, sont tous plus originaux les uns que les autres (Grosvernier & al., 1992).

Tourbière: nous employons ce terme de manière restrictive. Il désigne toujours les tourbières acides. Afin d'éviter certaines répétitions, nous employons parfois le terme "marais" de manière tout aussi restrictive.

Zone de contact: ce terme assez neutre désigne la zone plutôt étroite qui sépare un milieu d'un autre. Il ne sous-entend aucune fonction particulière de la zone en question.

Zone de transition: également neutre, ce terme désigne une zone de contact plutôt large. On peut cependant employer les deux termes indifféremment.

Zone-tampon: ce terme souligne l'aspect fonctionnel de la zone séparant deux milieux. Une zone-tampon joue le rôle de "filtre" par rapport à un ou des éléments chimiques et garantit une

distance suffisante pour qu'un effet indésirable pour les espèces végétales ou animales les plus caractéristiques de la tourbière ne se fasse plus sentir (par exemple, le drainage). Une zone-tampon peut débiter au milieu d'une zone de transition. Les termes ne sont pas du tout synonymes.

3. Situation des milieux

Dans les régions boréales où les conditions sont extrêmement favorables à ce type d'écosystème, les tourbières s'installent et se développent dans presque n'importe quelle situation (Grosvernier & al., 1986). Par contre, plus on descend vers le sud et plus les tourbières à sphaignes se raréfient. Plusieurs espèces végétales et animales ne se développent que dans ce milieu et atteignent dans nos régions la limite sud de leur aire de répartition. Dans le Jura et les Préalpes, les tourbières n'ont pu s'établir que dans des situations favorables du point de vue climatique, topographique, et pédologique.

Il ne reste aujourd'hui que quelque 1460 ha de hauts-marais en Suisse (Grünig, 1994), soit environ 0,03% de la surface de notre pays. Ils représentent environ 15 % de la surface ouverte par ces biotopes avant que l'homme n'entreprenne drainages, défrichages et exploitation. Les tourbières jurassiennes, ou plutôt leurs lambeaux, s'égrainent aujourd'hui comme autant d'îlots sur le fond imperméable, souvent marneux, de vallées aux pentes calcaires.

Les tourbières du fond de la vallée de Joux constituent donc une exception. Suffisamment éloignées des villages les plus proches, elles ont été épargnées.

3.1. Un peu d'histoire

3.1.1 Hier

Dès le XVII^{ème} siècle, les tourbières ont été exploitées manuellement, afin d'en extraire la tourbe sous forme de briquettes. Les premiers actes notariés datent du début du XVIII^{ème}, 1715 pour la vallée des Ponts-de-Martel et 1733 pour la vallée de La Brévine (Cop, 1989). Ce "carburant du pauvre" tout d'abord destiné à l'usage privé des exploitants, fut distribué dans tout le canton un siècle plus tard.

L'exploitation manuelle se faisait déjà à grande échelle dans la seconde moitié du XIX^{ème}. La poussée démographique enregistrée dans les Montagnes neuchâteloises, puis la protection des forêts (1869 et 1897) ont contribué à augmenter le rythme d'exploitation. Déjà à cette époque, on s'inquiétait de la disparition des tourbières, pour des raisons économiques il est vrai, mais

certain naturalistes (notamment Lesquereux, 1845) n'ont pas hésité pas à souligner dans leur rapport l'intérêt intrinsèque des tourbières.

Avec la mécanisation, l'exploitation prend un nouvel essor. Mais peu avant 1900, le charbon est importé massivement grâce au cheouin de fer et commence à rivaliser avec les combustibles locaux. Les deux guerres vont mettre un frein aux importations et obliger la Suisse à exploiter massivement tourbe et bois. En 1945, les marais du canton de Neuchâtel fournissent près de 39'000 tonnes de tourbe, dont la moitié de tourbe malaxée (Cop, 1989).

La paix revenue, et avec elle le charbon, puis le mazout, l'exploitation se ralentit considérablement.

L'extraction de tourbe horticole prit la relève et fut pratiquée à grande échelle jusqu'en 1990 dans les vallées de La Brévine et des Ponts-de-Martel.

L'acceptation de l'Initiative dite de Rothenturm (1987, par 57% des votants) a théoriquement donné les bases légales à une protection totale des hauts-marais et marais de transition de Suisse. Cependant, les choses sont loin d'être aussi simples (voir à ce propos, J.-A. Maire, 1995).

3.1.2. Aujourd'hui

Les tourbières du Jura sont aujourd'hui autant d'îles au milieu de prairies de fauche exploitées intensivement ou de pâturages. Les contacts entre tourbières et agriculture peuvent être plus ou moins étroits, selon le tempérament de l'agriculteur.

Peu après la Seconde Guerre Mondiale, les zones jouxtant les marais étaient souvent encore très humides et ne fournissaient qu'un fourrage de malgre qualité. Colonisées par les laïches et les joncs, elles étaient fauchées une fois l'an à la main et fournissaient de la litière pour le bétail.

Grâce aux drainages, à l'intensification des pratiques agricoles, à la mécanisation et à un goût certain pour ne laisser aucune terre en friche, l'agriculteur s'est souvent rapproché autant que faire se peut des anciens murs d'exploitation ou des boqueteaux de pins et de bouleaux. Les machines viennent faucher jusqu'au pied des anciens murs d'exploitation.

Lorsque certains paysans épandent du lisier ou des scories, ils s'approchent parfois trop du marais et une partie des engrais sont projetés directement dans la tourbière. Parfois, sans qu'il y ait atteinte directe, ce sont les eaux de ruissellement qui entraînent les éléments minéraux et azotés dans le marais, contribuant ainsi à enrichir certaines zones jusqu'à l'eutrophisation.

Les tourbières présentant encore des zones de transition naturelles constituent des exceptions.

3.2. Les zones-tampons

3.2.1. Contexte politique dans le canton de Neuchâtel

C'est sous le vocable de "zones-tampons" que les zones de protection autour des tourbières sont désignées dans la législation. Le terme a fait couler beaucoup d'encre et surtout beaucoup de salive dans les Montagnes neuchâtelaises.

Les scientifiques (le bureau privé Ecoconseil et les laboratoires d'Ecologie végétale et d'Ecologie animale de l'Université de Neuchâtel) chargés de délimiter ces zones, d'en établir les largeurs et le type d'affectation agricole, lui préfèrent le terme de zones de transition. En effet:

- la protection du marais doit être garantie à un niveau mécanique, hydrique, trophique, mais aussi écologique¹ (cf. article 3, premier alinéa de l'ordonnance sur les hauts-marais), afin non seulement de protéger les hauts-marais des influences directes et indirectes de l'agriculture et du drainage, mais aussi afin de garantir le bon fonctionnement écologique de l'écosystème tourbière.

Nous savons malheureusement aujourd'hui que, le Canton de Neuchâtel ayant plus que tardé à présenter sa demande de fonds auprès de la Confédération, les crédits sont allés à d'autres cantons. La version officielle veut que la Confédération ne tienne pas ses engagements, faute de moyens financiers permettant de dédommager les exploitants. Cela est inexact, mais l'Etat de Neuchâtel a renoncé à appliquer le décret du 27 juin 1990 et à la mise en place de zones-tampons. La Ligue suisse pour la Protection de la Nature (LSPN) et le WWF ont fait opposition auprès du Tribunal fédéral. Nous attendons le résultat du jugement.

3.2.2. La recherche fondamentale

Dans le cadre de la réflexion sur les zones-tampons, les deux laboratoires d'Ecologie végétale et animale de l'Université de Neuchâtel se sont associés. Nos recherches n'auront peut-être pas de retombées sur les zones-tampons du canton de Neuchâtel, mais contribueront à une meilleure connaissance des contacts tourbières - zones agricoles.

¹ cf. article 3, premier alinéa de l'Ordonnance sur la protection des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale du 21 janvier 1991.

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE

1. Hypothèse de base

L'hypothèse à la base de ce travail est la suivante:

Dans les milieux prairiaux, l'expansion des végétaux caractéristiques des marais est bloquée par les pratiques agricoles. En revanche, il se peut qu'une fraction des communautés édaphiques propres aux tourbières colonise les zones cultivées. A l'inverse, des éléments faunistiques typiquement prairiaux investissent peut-être le haut-marais ou les zones de marais abaissés.

La limite fonctionnelle de l'écosystème "tourbière" garantissant son bon fonctionnement correspond-elle à la limite visuelle observable sur le terrain et révélée par la végétation ?

2. Buts de la recherche

Nos objectifs s'articulent en trois points. Il s'agit de:

- identifier les stratégies d'occupation des zones de transition par la faune.
- préciser la signification écologique des marais abaissés résultant de l'exploitation.
- identifier des taxons ou groupes de taxons bioindicateurs de la nature et de l'état des zones de contacts.

Afin de mettre en évidence la limite fonctionnelle de l'écosystème tourbière, nous souhaitons:

1. déterminer si la faune étudiée apporte une vision redondante ou différente, mais complémentaire à celle donnée par la flore.
2. évaluer si les marais abaissés sont à même d'assurer un tampon efficace protégeant la tourbière des influences des pratiques agricoles toutes proches (écoulements chargés d'azote provenant du champ, drainage).
3. rechercher si la zone de contact fonctionne comme un véritable écotone avec des espèces prairiales, des espèces de hauts-marais et une portion d'espèces originales ou si elle peut constituer un milieu en soi, avec un cortège d'espèces bien individualisé.
4. rechercher dans quelle mesure les marais abaissés peuvent abriter une portion de la faune originelle des bas-marais et servir de milieux de substitution. Pour ce faire, nous avons

également travaillé sur des tourbières non exploitées présentant des ceintures de bas-marais naturelles.

5. mettre en évidence la présence d'espèces-clés ou des groupes-clés d'espèces, signes de la "qualité"¹ ou au contraire de la dégradation des tourbières hautes et des marais secondaires adjacents.

6. établir, grâce à une bonne connaissance faunistique et aux analyses, des listes d'assemblages d'espèces englobant plusieurs taxons caractéristiques des différents milieux, sous-milieux, unités ou faciès de végétation rencontrés le long d'un gradient zone agricole - tourbière.

Nous savons déjà le rôle écologique important que jouent, à l'échelle des vallées, les bordures de tourbières pour la faune des buineurs², mais leur rôle, à l'échelle de la tourbière, reste encore à préciser.

3. Utilisation de l'espace - stratégies possibles

Dans le Jura, les zones ceinturant aujourd'hui les tourbières ont été dans leur immense majorité, gagnées sur le marais.

La végétation qui les colonise a dû débiter sur un sol totalement mis à nu. En maints endroits, la végétation en est encore à un stade pionnier. La faune a colonisé ces sites. Quelles peuvent être les stratégies d'occupation des différents organismes dans les zones de contact d'origine anthropogène ? Selon que l'on considère qu'il puisse ou non y avoir concordance dans le mode de répartition de la flore et de la faune, six possibilités apparaissent. C'est que nous résumons dans la figure 2.1.

a) La faune caractéristique des tourbières colonise la zone de transition. La faune prairiale est limitée aux milieux sous influence agricole directe. A l'échelle du contact, l'écotone se situe à la limite entre zone agricole et laissée en friche.

b) La faune propre à la tourbière reste confinée au haut-marais. La faune prairiale occupe tout le marais abaissé.

c) La faune caractéristique des tourbières parvient encore à coloniser les milieux agricoles gagnés sur le marais. La faune prairiale est bloquée. L'écotone est repoussé en zone agricole.

¹ Il est parfois délicat de parler de "qualité" d'un milieu. Blandin (1986) reproche à juste titre à ce terme son caractère anthropocentrique et juge qu'il devrait être évité lorsqu'il s'agit d'évaluer les propriétés intrinsèques des systèmes écologiques.

² Notamment pour les Lépidoptères diurnes (Gonseth, 1994), car les champs sont pratiquement dépourvus de fleurs à l'exception des Anthriscus et des Renoncules. Après la fauche, effectuée à mi-juin, seules ces bordures offrent des sources de nectar.

Stratégies d'occupation de la faune:
hypothèses

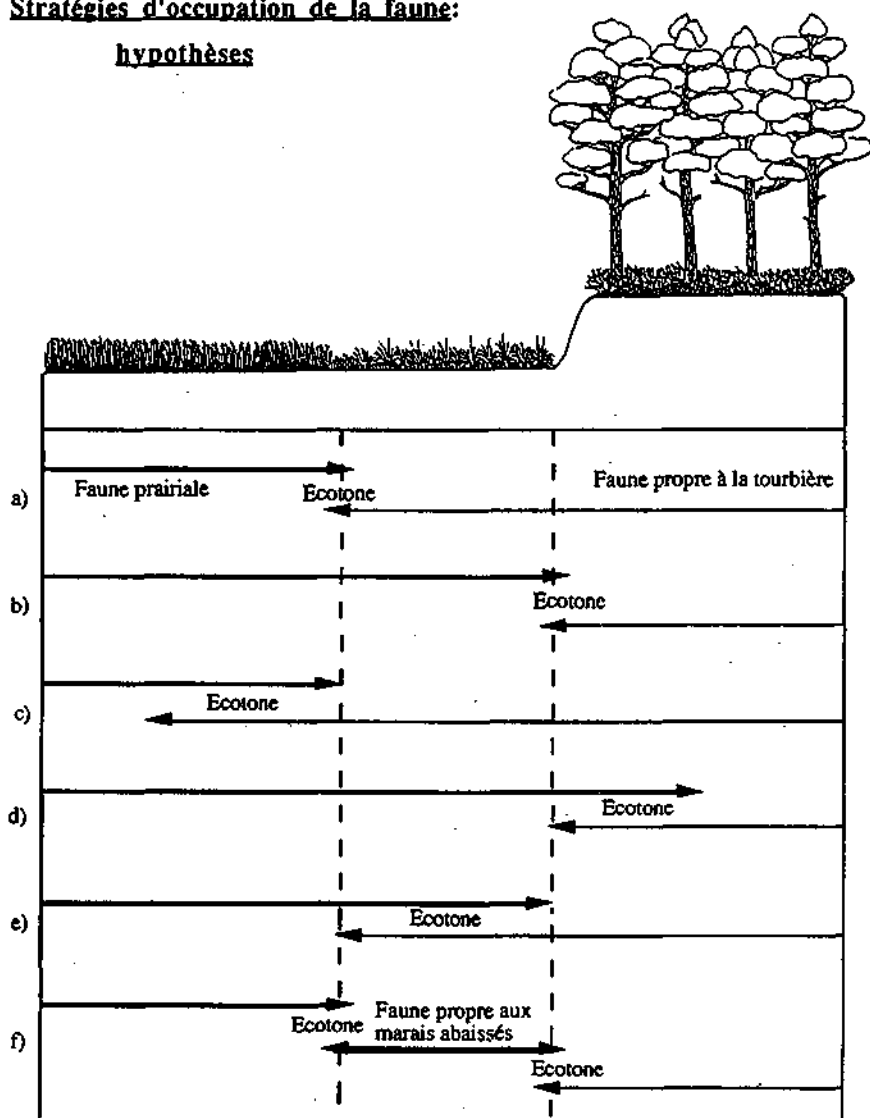


Figure 2.1: Stratégies d'occupation par la faune d'une zone de contact entre tourbière exploitée et zone agricole. Hypothèses.

d) La faune prairiale a une stratégie très agressive et pénètre jusque dans le haut-marais dont la faune se maintient ou se replie sur ses arrières. L'écotone se situe sur la tourbière proprement dite.

e) Les deux types de faunes s'interpénètrent plus ou moins largement. La zone de contact constitue l'écotone ou du moins en est l'élément principal.

f) La faune caractéristique du haut-marais reste confinée à la tourbière haute proprement dite et ne colonise pas la zone de contact, qui possède sa faune propre. Les espèces prairiales sont limitées à la prairie de fauche ou au pâturage sur tourbe. Deux écotones à l'échelle du transect apparaissent: entre haut-marais et zone de contact et entre zone de contact et milieu agricole. La zone de contact (marais abaissé à *Eriophorum vaginatum*, par exemple) est un milieu en soi.

4. Diversité des contacts secondaires

En longeant le bord des tourbières, on se rend compte de la diversité des contacts existants et des multiples changements apparaissant le long d'une bordure d'à peine deux ou trois cents mètres. Cette diversité est issue du mode même d'exploitation des tourbières, grignotées petit à petit, à des rythmes différents selon les propriétaires. Chacun a exploité, drainé son lot plus ou moins intensivement jusqu'au début des années septante.

Si les contacts sont très divers, ils peuvent néanmoins être regroupés en 12 types topographiques fondamentaux basés sur les critères suivants:

- présence ou absence d'un ancien mur d'exploitation, effondré ou non
- présence ou absence d'eau (sous forme de creuse ou d'un canal de drainage destiné à évacuer l'eau)
- direction de la pente (les eaux de ruissellement coulent en direction du champ ou du marais)

La présence de sphaignes, si elle est importante, n'est cependant pas déterminante. Il est des zones qui manifestement font partie de la tourbière, sans pour autant qu'il y ait des sphaignes (faciès à *Eriophorum vaginatum*, par exemple).

On peut ensuite classer les contacts d'un point de vue floristique global en notant s'ils s'établissent entre zone agricole et:

- bas-marais alcalin
- bas-marais acidocline
- mégaphorbiée
- marais abaissé à herbacées cespitueuses (*Eriophorum vaginatum* associé ou non à *Molinia coerulea*, avec ou sans chaméphytes, avec ou sans mousses).

- faciès à *Viola palustris*
- faciès à *Carex nigra*
- faciès à *Polygonum bistorta*
- lande à sous-arbrisseaux avec ou sans *Trichophorum caespitosum*
- lande à *Trichophorum caespitosum*
- forêt primaire (pinède ou pessière)
- forêt secondaire de pins, bouleaux et/ou épicéas avec Vacciniées, avec ou sans sphaignes
- forêt secondaire de bouleaux, avec ou sans sphaignes
- une zone de tourbe nue, avec ou sans mousses (*Polytrichum sp.*, notamment)

La liste n'est pas exhaustive, mais les principaux cas de figure sont mentionnés.

Il faut ensuite définir le type de vocation de la surface agricole:

- prairie de fauche permanente ou incluse dans un plan d'assolement,
- pâturage permanent ou saisonnier,
- culture ouverte.

La situation est donc passablement complexe et chaque contact constitue presque un cas particulier.

5. Bioindication

La mise en évidence d'éléments (espèces ou groupes d'espèces) permettant un diagnostic sur les milieux inventoriés (rôle, état) constitue un des buts de ce travail. Il faut cependant relever quelques points.

Pour nous, la bioindication doit être un outil utilisable. Les indices biotiques proposés par Verneaux & Tuffery (1967), puis par Verneaux & al. (1982) en sont un exemple. Un bon naturaliste peut y avoir recours sans difficulté.

Pour être de bonnes bioindicatrices, les espèces doivent présenter un bon pouvoir de discrimination et être susceptibles de refléter l'existence de facteurs de perturbation.

Il est très important de définir le champ géographique au sein duquel les espèces ont une valeur indicatrice fiable (Blandin, 1986). Les diagnostics que nous émettrons ont une valeur régionale. Ils concernent la chaîne jurassienne, dans les régions où le glacier du Rhône n'a pas eu accès (absence de matériaux morainiques cristallins).

6. La notion d'écotone

Si l'on considère la définition de l'écotone illustrée par Ramade (1993), "l'écotone correspond à la limite et à la zone de transition située à la frontière entre deux écosystèmes. Il est caractérisé par une diversité et une richesse spécifique plus importante que chacune des communautés qu'il sépare, car on y rencontre des constituants des biocénoses situées de part et d'autre de ce dernier...auxquels peuvent s'ajouter des espèces inféodées au biotope particulier que représente l'écotone. Il possède de ce fait des caractéristiques écologiques spécifiques qui le différencient de l'un et de l'autre des écosystèmes dont il marque la limite."

La définition qui a fait suite au premier congrès américain sur les écotones (1987) complète cette idée (Holland & al., 1991) : "L'écotone est une zone de transition entre deux systèmes écologiques adjacents, possédant une série de caractéristiques uniquement définies par des échelles spatiales et temporelles et par la force des interactions entre les systèmes adjacents."

On voit parfois le terme "écotone" utilisé comme synonyme d'effet de bord (edge effect) ou d'effet de lisière, alors que d'autres chercheurs considèrent les effets de bord comme "la matérialisation de l'influence de l'écotone et que les effets de lisière concernent les propriétés internes de l'écotone et aident à le définir" (Lefeuvre & Barnaud, 1988). A notre avis, ces confusions trouvent leur origine dans la difficulté à définir spatialement où se trouve l'écotone. Les chercheurs ont longtemps couru après la notion d'homogénéité en travaillant sur des surfaces définies "a priori" comme homogènes* pour finalement se rendre compte que l'homogénéité n'existe pas en tant qu'entité. De même, on est entrain de réaliser aujourd'hui que l'écotone n'existe pas non plus en temps qu'entité spatialement précisément définie et que tout dépend de l'échelle de perception considérée. Comme le constate Legendre (1993), les questions d'échelles ne sont pas encore intégrées de manière satisfaisante dans la théorie écologique.

Qu'il s'agisse d'un écosystème (cf. Tansley, 1935) ou d'un écotone, l'existence d'une telle entité n'a, selon nous, pas de sens spatialement fini. Ecologiquement, on ne peut pas mettre en évidence une limite précise, repérable et traçable au cordeau. Une telle notion est le fruit de l'imagination des hommes, de leur besoin de diviser pour comprendre et de répondre à des nécessités pratiques (plans de protection, par exemple).

Il y a vingt ans, on pressentait déjà certains problèmes de conception: "Les écosystèmes, en effet, ne sont pas nécessairement des individus clairement perceptibles, aisément délimitables dans l'espace" (Blandin & al., 1976). Nous sommes pris dans une sorte de mouvance où tout dépend du poids, de la signification que l'on attribue aux différentes espèces et de leur mode de distribution.

* Uniquement à l'échelle de perception du chercheur le plus souvent !

7. Etude des communautés animales - problème d'échelle

Les facteurs déterminant les structures des communautés animales sont à la fois d'ordre biotique, abiotique, mais aussi spatial et temporel. Ils dépendent du groupe étudié et des événements historiques naturels ou anthropogènes qui ont conduit à l'état du milieu où vivent les organismes.

Le lien qui existe entre les différents représentants de la pédofaune et leur habitat résultent de processus agissant à différentes échelles.

- A une échelle de l'ordre de quelques centimètres, les facteurs biotiques sont probablement déterminants pour expliquer la répartition des organismes (répartition en tache ou non, compétition, relation prédateur-proie)
- A l'échelle du mètre carré, la structure de la végétation et du sol influencent fortement les conditions de vie des organismes
- A une échelle locale (quelques dizaines ou centaines de mètres), des facteurs environnementaux tels que l'humidité, la présence d'arbres, le type de végétation et la nature du sol, mais aussi le passé récent (20 à 100 ans) de la tourbière (mode d'exploitation, gestion des zones gagnées sur le marais) sont à même d'expliquer un large pourcentage de la structure spatiale des assemblages d'espèces.
- A une échelle régionale (quelques kilomètres), la constitution des communautés locales dépend du pool régional d'espèces. Les facteurs climatiques vont permettre à une certaine faune de survivre, mais la diversité du paysage va conditionner l'expression pleine ou partielle de la potentialité d'une région.
- A une échelle de plusieurs centaines de kilomètres (la chaîne du Jura), les facteurs sont essentiellement d'ordre biogéographique.

Les larves de Diptères dépendent étroitement des conditions édaphiques et de phénomènes agissant le plus souvent à une échelle inférieure au mètre et ne se déplacent que peu. Par contre, les adultes aériens peuvent parcourir des distances importantes et facilement coloniser de nouveaux milieux à l'échelle d'une région. De plus, la niche écologique d'une espèce peut comporter plusieurs milieux, parfois très différents (lieux de reproduction, de nutrition et de parade séparés).

Nous ne devons jamais perdre de vue que ce que nous observons dans le sol à un endroit X peut dépendre de la présence d'un élément Y situé à plusieurs dizaines de mètres de là. On entre alors de plain-pied dans une perspective paysagère. Les Diptères constituent un élément charnière entre deux niveaux de perception, reliant ainsi ce qui se passe dans le sol (conditions édaphiques locales) et au-dessus du sol (biocénose aérienne et éléments paysagers). Ce travail, consacré au compartiment "sol", essaie de soulever modestement un coin du voile.

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE

1. Les stations de piégeage

1.1. Contacts avec les agriculteurs

Il y a eu quelques refus polis, mais généralement, nous avons obtenu sans difficulté l'accord des propriétaires et, après discussion sur le terrain, des agriculteurs exploitants. Même si les emplacements de nos transects ont dû être quelquefois modifiés ou leur longueur côté pâturages quelque peu raccourcie afin de ne pas gêner le bétail dans ses déplacements, nous avons bénéficié d'une grande liberté.

1.2. Des aléas pratiques

Les zones fréquentées durant toute la saison par le bétail ont dû être clôturées, ce qui ne fut pas une mince affaire (voir à ce propos "Remerciements").

Installer une batterie de pièges à émergences dans une prairie de fauche suppose son démontage dès que l'agriculteur souhaite faire les foin, puis les regains, et la réinstaller à chaque fois. Cela nécessite une bonne volonté certaine de la part des exploitants et une grande disponibilité du chercheur pendant la période des travaux agricoles. Après avoir relevé les pièges, nous marquions leur emplacement à l'aide petits piquets vivement colorés ne dépassant que faiblement de la surface du sol afin de ne pas être pris dans les rotatives. Nous déplaçons ensuite les pièges afin de les mettre hors de portée des machines. Après le passage de la faucheuse, nous râtelions l'herbe pour la sortir de notre périmètre de travail. Il s'agissait ensuite de retrouver en cherchant à quatre pattes¹ (!) les piquets enfoncés dans la tourbe meuble par les roues des tracteurs et de réinstaller les pièges. Heureusement, une troisième coupe constitue une exception dans la vallée de La Brévine et elle n'est pas pratiquée par les agriculteurs qui ont collaboré avec nous. Ils font pâturer l'herbe qui a repoussé après les regains par leurs vaches et ont eux-mêmes installé les clôtures afin de protéger les pièges des espiègeries de leur bétail.

1.3. Choix des sites

La plupart des tourbières de la chaîne du Jura ont été largement exploitées manuellement, puis

¹ Il eut mieux valu enfoncer dans le sol à une vingtaine de centimètres de profondeur un cube ou une sphère métallique à l'emplacement de chaque piège et le retrouver ensuite à l'aide d'un détecteur à métaux.

industriellement. Leurs bordures actuelles résultent des activités humaines et pastorales. Les ceintures originelles de bas-marais alcalins et acides ont été détruites ou sont très altérées. C'est pourquoi, nous sommes allée chercher à la vallée de Joux ce qu'on ne trouve plus dans les hautes vallées neuchâtelaises (fig. 3.1).



Figure 3.1: Situation des lieux d'étude en Suisse. 1. Vallée de La Brévine 2. Vallée de Joux

1.3.1. Première saison

Avant de commencer notre première saison de piégeage (1991), nous avons décidé de travailler sur trois contacts entre marais et zones agricoles. Les deux toposéquences de la vallée de Joux seront qualifiées de "naturelles", bien que le contact se fasse avec le pâturage et non avec la Hêtraie-Sapinière (*Abieti-Fagetum*). La transition s'établit comme suit:

- tourbière haute - bas-marais acides - bas-marais alcalins - pâturage sur sol brun.

La toposéquence choisie dans la vallée de La Brévine résultant de l'exploitation de la tourbe se présente ainsi:

- tourbière haute - zone de transition - prairie de fauche gagnée sur le marais.

Notre réflexion était trop peu mûre. Nous nous sommes rendu compte que l'orientation de nos transects pouvait jouer un rôle déterminant. Les facteurs climatiques locaux risquaient

d'expliquer en partie la répartition des espèces.

1.3.2. Deuxième saison

La deuxième année (1992), nous avons inventorié des sites ayant tous la même orientation et bénéficiant globalement du même ensoleillement, du même régime de précipitations et de vent dominant. Toutes les zones retenues présentent une orientation sud-ouest, ce qui était déjà le cas pour deux des contacts retenus la première année.

1.3.3. Troisième saison

La troisième saison (1993), nous avons installé une série de pièges à émergences dans des biotopes ne reposant pas sur substrat tourbeux, mais rappelant par leur aspect (structure de la végétation) les différents milieux rencontrés le long de nos transects.

Nous voulions préciser la signification écologique des espèces capturées précédemment et resituer notre réflexion dans un contexte régional. Les données faunistiques (au niveau spécifique) sur certains groupes étudiés sont en effet quasi inexistantes dans la zone biogéographique considérée.

2. Le piège à émergences

2.1 Généralités

Ce type de piège, que l'on appelle également " nasse d'émergence", se présente généralement sous la forme d'une pyramide ou d'un cône surmonté d'un collecteur. Comme son nom l'indique, il est destiné à récolter les Invertébrés qui émergent du sol ou des végétaux, notamment lors de leur mue imaginale. Ceci permet de savoir de manière indirecte quelles sont les espèces vivant dans le sol et dans la végétation à l'état larvaire et de les identifier plus aisément, sur la base des formes adultes.

C'est un piège neutre (par opposition à "attractif"), qui rend compte de conditions très locales, puisque sa base, enfoncée dans le sol, délimite une portion de terrain précise, l'isolant en grande partie de ses environs immédiats. Sauf cas exceptionnel, il interdit tout apport par voie aérienne (voir à ce propos "Quelques réserves", point 2.3.) .

2.1.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du piège à émergences s'appuie sur le fait que beaucoup

d'insectes réagissent positivement aux stimuli lumineux et que lorsque les insectes bons voiliers rencontrent un obstacle, ils tendent à s'échapper par le haut. L'entomofaune est ainsi canalisée et monte jusqu'au collecteur d'où elle ne peut s'échapper grâce à un système anti-retour.

2.1.2. Taxons piégés

Lorsqu'on utilise des pièges à émergences, on récolte différents groupes d'invertébrés: des insectes (Diptères, Hyménoptères, Coléoptères, Collemboles, Homoptères, Héteroïptères, Thysanoptères, Planipennes et Orthoptères), des araignées (essentiellement Thomisidae, Linyphiidae, Salticidae et Araneidae), des acariens (Oribates et Trombidiformes, mais aussi des escargots et des limaces dont le mucus englué une bonne partie des récoltes. C'est dire si leur présence est accueillie avec joie).

La majorité des invertébrés piégés proviennent du sol, de la litière ou de la végétation où ils ont effectué une partie de leur développement; quelques-uns sont capturés simplement parce qu'ils se trouvaient là au moment où le piège a été installé. Il vaut mieux ne pas prendre en compte les premiers jours de piégeage.

La présence des différents taxons n'a pas la même valeur représentative. En effet, compte tenu de leur comportement, de leur mode de déplacement et de leur faculté à escalader des surfaces relativement lisses, cette technique de piégeage est bien adaptée aux Diptères et aux Hyménoptères parasitoïdes, alors qu'il faut avoir recours à d'autres moyens pour recenser valablement les autres groupes.

2.2. Modèle retenu

2.2.1. Le piège

Les pièges que nous avons conçus sont de forme pyramidale et couvrent une surface de 0,25 m². Leur base quadrangulaire est en métal. Haute de 15 cm, elle peut être enfoncée dans le sol sur 9 cm de profondeur, jusqu'à la hauteur des poignées latérales. Il est nécessaire d'effectuer une découpe préalable dans le sol à l'aide d'un "chablon" (cadre de métal enfoncé à coup de masse, puis retiré).

Nous avons utilisé un piège (fig. 3.2) dont les parois sont de toile blanche de nylon à maille fine (0.5 mm de diamètre), se rapprochant du modèle utilisé par Brunhes (1981). La toile est soutenue par quatre tiges métalliques reliées à un anneau sur lequel vient s'appuyer l'entonnoir conduisant au collecteur. La base de la toile est fixée contre le cadre métallique par des lames d'aluminium vissées.

Les insectes grimpent sans difficulté sur la toile. L'entonnoir ne pose pas de problème aux Diptères qui sont capables d'escalader des surfaces lisses. Par contre, certains Coléoptères ne franchissent que difficilement, voire pas du tout ce dernier obstacle.

Piège à émergences

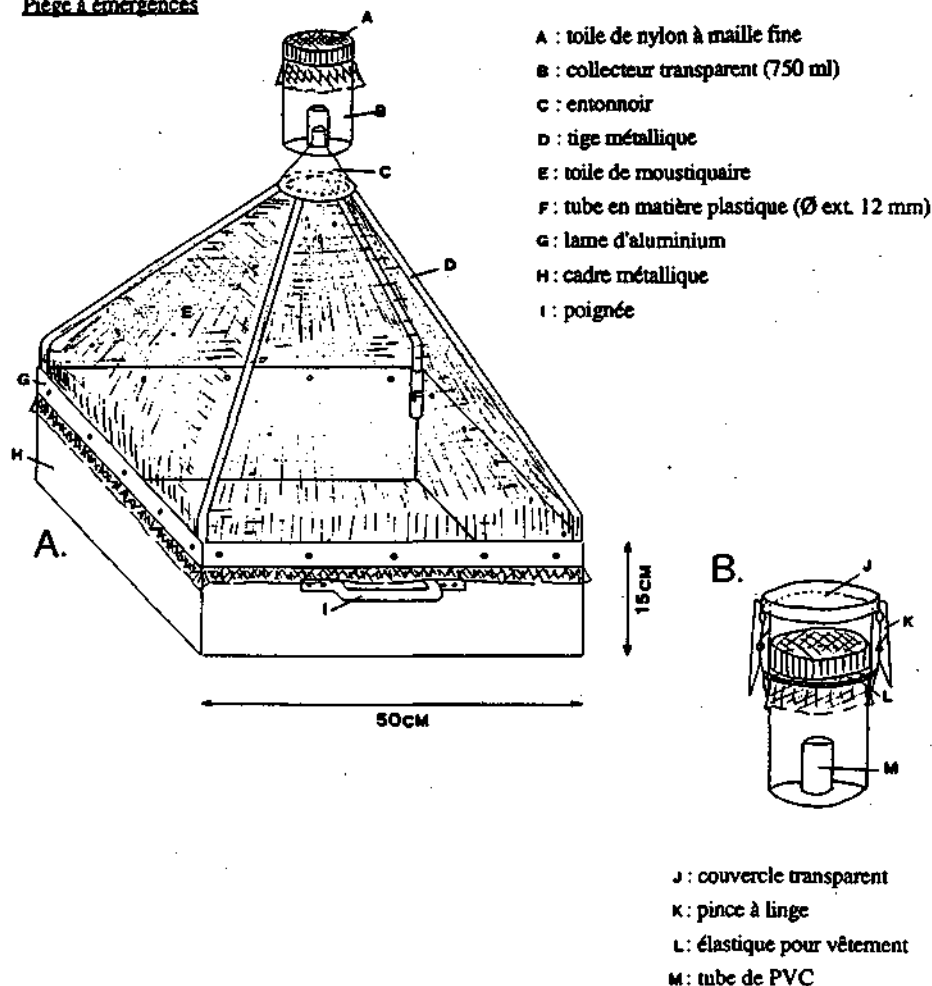


Figure 3.2: A. Piège à émergences. Modèle conçu pour cette étude.

B. Boîte de récolte avec son toit amovible.

2.2.2. Le collecteur

Le collecteur est une boîte à provision transparente en PVC, à couvercle vissé. Le fond est percé d'un trou circulaire sur les bords duquel on a collé, de l'intérieur de la boîte, un morceau de tube en PVC, dont le diamètre s'adapte parfaitement à celui de l'entonnoir. On peut mettre dans la boîte du liquide conservateur (éthylène glycol à 30%), auquel on a ajouté quelques gouttes de mouillant (produit à vaisselle) afin de rompre la tension superficielle du liquide. Les insectes ne peuvent pas se maintenir en surface et se noient rapidement. Afin de garantir l'étanchéité du système, nous avons choisi des matières plastiques et des colles aux composants aussi proches que possible.

Le couvercle a été totalement évidé; il n'en reste que l'anneau doté du pas de vis. Il permet de maintenir en place un morceau de tissu à maille très fine: la circulation d'air à l'intérieur de la boîte est ainsi assurée. Afin d'empêcher la pluie de remplir et de faire déborder le collecteur, chaque boîte est munie d'un toit transparent que maintiennent deux pinces à linge. Une des branches de chaque pince est glissée sous une boucle d'élastique pour vêtement qui enserré le collecteur. Lors de la relève des pièges, on peut actionner les deux branches libres à l'aide d'une seule main et libérer le toit que l'on dépose sur le sommet de l'entonnoir, afin de prévenir toute évasion intempestive. Il suffit ensuite de dévisser l'anneau et de vider le contenu du collecteur dans un flacon de récolte dûment étiqueté. Il est indispensable de se munir d'un pinceau fin et souple, afin de récolter les individus collés aux parois et surtout, prisonniers du pas de vis.

2.2.3. Remarques

Les matériaux plastiques retenus ont fait preuve d'une bonne résistance à une exposition prolongée au soleil et aux intempéries. Seuls les élastiques doivent être périodiquement changés.

Après une période-test, nous avons renoncé à équiper notre modèle définitif de gouttières (contrairement à Brunhes, 1981); car pour les Diptères, elles n'ont pas apporté d'informations supplémentaires et étaient peu pratiques à vider.

Nous avons récolté de nombreux Diptères Brachycères aptères, mais afin d'être sûr de capturer les insectes qui ne montent pas ou difficilement dans le piège, il serait judicieux de poser sous le piège à émergence un simple piège-trappe (W.Marthey, comm.pers.).

2.3. Quelques réserves

2.3.1 Effet de serre

Sous un piège à émergences, il se produit quelques changements microclimatiques. La température et l'humidité augmentent et la végétation croît parfois exagérément: les conditions de vie des organismes sont modifiées. Certains vont profiter de la situation, d'autres péricliter, si bien que l'image du peuplement que l'on obtient après analyse des récoltes se trouve biaisée.

Un bon modèle de piège doit réduire au minimum ces perturbations microclimatiques en garantissant une bonne circulation d'air à l'intérieur du piège et en permettant à la pluie d'atteindre le tapis végétal (Brunhes, 1981). C'est le cas du modèle que nous avons conçu, bien que l'eau ait tout d'abord tendance à ruisseler le long des parois de toile.

Dans des milieux à forte production végétale, le modèle que nous avons utilisé occasionne encore un effet de serre visible. Il reste cependant sans commune mesure avec celui provoqué par le piège à émergences utilisé précédemment dans le cadre du laboratoire (Auroi, 1979 et 1983, Ducommun, 1989, Mulhauser, 1989 et observations personnelles).

La végétation comprimée conduit à un échauffement et à une augmentation d'humidité importante. Il faut enlever l'excédent dans le piège, ce qui provoque quelques pertes (insectes cachés parmi les herbes arrachées). Dans les milieux où la végétation phanémphytique est maigre, l'effet de serre semble nul. On enregistre cependant une croissance légèrement plus forte des sphaignes sous le piège, mais elles réagissent à la pression et croissent de la même façon lorsqu'un pin tombe au sol et qu'elles tendent à le submerger.

2.3.2. Prédation à l'intérieur des pièges

La présence d'araignées à toile à l'intérieur du piège pose quelques problèmes. Les Linyphiidae, notamment, tissent leur toile horizontale juste à la base de l'entonnoir, s'assurant dès lors de copieux repas. Ces araignées, très petites, se laissent tomber dans la végétation lorsqu'elles sont dérangées et il n'est pas facile de les éliminer.

2.3.3. Type de collecteur

Le récipient servant de collecteur peut fonctionner "à sec" et ne pas contenir de liquide conservateur. Dans ce cas, le piège doit être relevé si possible tous les jours ou tous les deux ou trois jours au maximum, si l'on veut éviter que trop de matériel ne se détériore ou ne finisse dans le jabol d'une araignée ayant élu domicile dans le collecteur, ou dans celui de fourmis puisant dans ce garde-manger tout trouvé. On peut pallier en partie à ce dernier inconvénient en y plaçant

un morceau de ruban adhésif. "Il suffit ensuite de tremper le ruban dans de l'alcool pour que les insectes se détachent généralement intacts" (Tréhen, Baillot et Delettre, 1975). Une fois les insectes collés au ruban, ils ne risquent certes plus de tomber dans la toile de l'araignée, mais cela ne constitue à notre avis qu'un pis-aller. Nous préférons de loin un modèle de collecteur dans lequel il est possible de mettre un liquide conservateur. Les individus capturés sont rapidement tués, ne se dessèchent pas et se conservent une dizaine de jours. Le problème des araignées à l'intérieur même du collecteur est faible. Il faut cependant signaler que les Muscomorpha ont tendance à perdre leurs soies, particulièrement pendant les périodes de fortes chaleurs. La chétotaxie jouant un rôle très important dans leur détermination, le piégeage à sec est préférable.

Le piégeage à sec présente un avantage si les pièges doivent être relevés tous les jours ou selon des périodes horaires déterminées lors d'études phénologiques précises, ou lorsque la recherche entreprise oblige à parcourir à pied des distances très importantes, chargé de trente ou quarante litres de liquide.

2.3.4. Infiltrations

Un piège à émergence a pour but d'isoler une parcelle de sol et ainsi d'éviter toutes "pollutions" extérieures. Cela constitue un des avantages majeurs de ce type de piégeage, puisque ce qui en sort, doit avoir accompli sur place au moins la phase de son développement précédant sa capture. Bien que la base du piège soit enfoncée dans le sol, l'étanchéité du piège n'est pas absolue et il arrive qu'on découvre dans le matériel un individu manifestement étranger (Ducommun, 1989 et observations personnelles). Il s'agit en effet d'éléments aériens qui ont profité de fissures dans le sol et ont pu ainsi se glisser sous le piège. Ces exceptions ne remettent cependant nullement en cause l'utilisation de ce type de piège.

Il est par contre moins évident de faire abstraction de migrations s'effectuant sous le piège. Il est certain que des larves des environs immédiats du piège réussissent à passer par dessous et y effectuent leur nymphose. Cela n'a finalement pas beaucoup d'importance, à condition que certains taxons ne choisissent pas préférentiellement le dessous du piège pour effectuer leur développement! Ceci peut être évité en utilisant un modèle de piège ne modifiant pas les conditions du milieu. En fait, on ignore tout des facultés et des velléités de déplacement des larves des taxons que nous avons choisi d'étudier. Des observations faites sur les larves de Tabanidae (Auroi, 1979) montrent que certaines espèces exploitent différents milieux au cours de leur cycle larvaire. On peut néanmoins affirmer que les individus capturés se sont nymphosés à cet endroit et y ont pour une part vécu à l'état larvaire.

2.3.5. Phénologie

Si l'on laisse un piège fonctionner en continu durant toute la saison, il ne s'era pas possible de mettre clairement en évidence les caractéristiques uni-, bi-, ou plurivoltines des espèces. Les adultes de la première génération n'ont pas pu pondre à l'emplacement où se trouvent les pièges. De plus, si une espèce exploite un site au cours de sa première génération, il n'est pas certain que les larves de la seconde vivent au même endroit. Les conditions estivales du milieu, notamment en ce qui concerne l'humidité, peuvent ne plus convenir au développement de l'espèce. Les adultes de la seconde génération retournent pondre où ont vécu leurs géniteurs et non pas où ils ont effectué leur propre développement. Si ce dernier exemple ne constitue pas la majorité, il est néanmoins important d'avoir à l'esprit que de tels cas peuvent se présenter. Afin d'étudier la phénologie complète des espèces, Tréhen, Baillot et Delettre (1975) ont choisi un plan d'échantillonnage lors duquel la position des pièges était redéfinie chaque mois et les pièges déplacés.

2.4. Conclusions

La mise en évidence des lieux d'émergences et des gîtes larvaires n'offre qu'une vision partielle de l'écologie des espèces. Elles peuvent fréquenter des milieux différents durant leur cycle de vie. Les larves se déplacent parfois sur quelques mètres au cours de leur développement, notamment pour choisir des sites favorables à leur émergence, mais ce sont surtout les adultes qui peuvent accomplir leur période de maturation sexuelle, se reposer, se nourrir, parader, s'accoupler, pondre en des lieux très différents et même se déplacer selon des modalités différentes (en vol ou sous le couvert de la végétation) en fonction de leur sexe ou de leur âge (plus ou moins vagiles). Chacun de ces éléments est important, car c'est leur somme qui permet à l'espèce de vivre sur le site.

Le piège à émergence n'ouvre qu'une fenêtre sur l'écologie des espèces, un peu à la façon dont une porte de calendrier de l'Avent dévoile un élément d'un paysage caché. Les différentes techniques de piégeage que l'on peut employer en écologie de terrain (assiettes colorées, extractions au Berlese ou au Tullgren, Barbers, tente malaise, filet, etc..) couplées aux observations directes et aux élevages en laboratoire, sont autant d'instantanés de vie qu'il s'agit de relier, afin de reconstituer petit à petit le paysage "niche écologique de l'espèce".

3. Echantillonnage

3.1. Emplacements des pièges

Nous voulions entre autres savoir si la faune répond parallèlement ou non à la flore le long de nos transects. Nous avons subdivisé chaque contact en plusieurs sous-milieus sur la base des différents types de végétation rencontrés. A l'intérieur de chacun des sous-milieus divisé en mailles de 0,25 m², nous avons tiré au hasard les coordonnées de l'emplacement de chaque piège (table générée par ordinateur).

Les 6 stations, décrites au Chapitre 4 (p. 44 et suivantes), ont été équipées comme suit :

- La Burtignière / VD: 25 pièges à émergences en 1991
- Praz Rodet / VD: 12 pièges en 1991
- Le Cachot 16.2 / NE: 21 pièges en 1991 et 5 pièges à titre de contrôle en 1992
- Le Cachot 16.4 / NE: 15 pièges en 1992
- Vers le Maix Rochat 13 Est / NE: 17 pièges en 1992
- Vers le Maix Rochat 13 Sud / NE: 21 pièges en 1992 et 4 en 1993

Dans la majorité des cas, chaque faciès de végétation a été équipé de trois pièges à émergences. Faute d'un nombre de pièges suffisant, nous n'avons pu poser à Praz Rodet que deux pièges par unité de végétation. En 1993, nous avons également installé trois pièges à émergences dans chacune de nos stations de comparaison.

3.1.1. Aspect phénologique

Les emplacements des pièges ont été définis une fois pour toutes, masquant en partie l'aspect phénologique des espèces.

Lorsque nous avons commencé cette étude, nous n'avons pas envisagé le problème sous cet angle-là, puisqu'il ne nous semblait pas fondamental de connaître la phénologie des espèces pour caractériser la limite fonctionnelle de l'écosystème tourbière. Nous avons déjà évoqué le problème posé par les espèces bi- ou plurivoltines exploitant des milieux différents selon les générations. Cet aspect sera malheureusement négligé. La faible surface des sous-milieus inventoriés n'aurait de toute manière pas permis de redistribuer chaque mois l'emplacement des pièges sans inconvénients majeurs. En effet, le parcours tracé d'un piège à l'autre lors de la récolte du matériel altère la structure de la végétation en la couchant et tasse le sol fragile de la tourbière, modifiant les conditions des milieux de ponte.

3.2. Rythme de piégeage

Au cours des saisons 1991, 1992 et 1993, nous avons piégé en continu de début mai à mi-octobre. Les conditions climatiques relativement rigoureuses des hautes vallées jurassiennes permettent de commencer relativement tard.

Les pièges ont été relevés une fois par semaine.

4. Etude de la végétation

4.1. Relevés floristiques

La végétation intègre les caractéristiques des stations et influence à son tour les conditions micro-météorologiques du milieu. Elle lui confère sa physionomie. Son étude est donc particulièrement importante dans la description des habitats et la compréhension des milieux. C'est pourquoi nous avons effectué des relevés de végétation inspirés de la méthode Braun-Blanquet, tenant compte essentiellement des pourcentages de recouvrement de chaque espèce végétale. Nous avons travaillé sur des surfaces de 1m² englobant chaque piège, afin de mettre au mieux en évidence les conditions très locales régissant chaque surface couverte par un piège. Il ne s'agit pas de "relevés" au sens phytosociologique du terme, car cette surface ne correspond pas à la notion d'aire minimale permettant à une association végétale de s'exprimer pleinement. Ces relevés ne constituent pas l'expression d'un individu d'association, mais seulement une parcelle de cet individu. Il ne sera donc pas possible de rattacher chacun de ces différents relevés à une association végétale (ce qui n'est d'ailleurs pas le but), d'autant plus que cette notion s'applique mal aux milieux secondaires résultant de l'exploitation. On n'y retrouve pas les combinaisons d'espèces caractéristiques et la phytosociologie classique est inutilisable. On préférera alors le terme de "faciès".

4.2. Relevés typologiques

Nous avons établi des relevés typologiques permettant de décrire la structure de la végétation. Lors de notre travail de licence consacré aux Libellules (Odonata) (von Ballmoos, 1989), nous avons constaté l'importance fondamentale que joue la structure du milieu sur le choix que font les mâles adultes de patrouiller sur un site donné. Dans l'hypothèse que des critères visuels entrent en ligne de compte dans le choix que font les femelles Diptères de pondre à tel ou tel endroit, nous voulions ici pouvoir séparer l'influence de la structure du milieu de l'aspect floristique, afin d'aboutir à des conclusions plus globales expliquant la répartition des Insectes étudiés.

Nous nous sommes basée sur les types morphologiques que présentaient les végétaux rencontrés. Nous avons retenu les modèles "graminée", "touffe", "touradon élevé", "plante rampante", "plante herbacée à grandes feuilles" (dont la surface excède 50 cm², soit la paume de notre main), "plante herbacée à feuilles de taille inférieure" et "chaméphytes". Nous avons introduit la variable "arbres" de manière indirecte, en considérant l'importance de la projection horizontale de leur ombre sur la strate herbacée ou chaméphytique qu'ils dominent. En effet, le plant lui-même n'intervenait que très exceptionnellement dans le relevé, alors que sa présence proche influence très nettement les conditions de la parcelle échantillonnée.

Nous avons retenu les hauteurs-clés atteintes par la végétation susceptibles de caractériser différents types de milieux herbacés et obtenu cinq classes de hauteur: jusqu'à 10 cm de haut, de 10 cm à 30 cm, de 30 cm à 50 cm, de 50 cm à 80 cm et plus de 80 cm.

Nous avons codé les abondances de 1 à 8 selon une échelle proche des logarithmes naturels et les taux de recouvrement de 1 à 9. La projection horizontale de l'ombre des arbres s'exprime selon quatre codes (de 0 à 3), complétée d'un renseignement quant au nombre d'heures où la parcelle est à l'ombre de manière consécutive, de 6 h à 19 h.

Le taux de recouvrement des mousses figure également dans les relevés, ainsi que celui de la litière. Nous avons également tenu compte de la nature de cette dernière.

Lors de la prise des relevés, nous effectuions pour mémoire un croquis de la structure du milieu sur un plan vertical, selon un axe parallèle au transect.

Une fiche typologique vierge figure dans l'Annexe 2.

5. Analyses de sol

Faute de moyens financiers (le Fonds National pour la Recherche Scientifique ne nous ayant pas accordé les crédits nécessaires), ce point, qui aurait dû jouer un rôle important dans ce travail, ne sera qu'anecdotique.

Un travail de diplôme (Milliet-Junod, 1994) a eu lieu sur deux des six sites inventoriés, mais les méthodes d'échantillonnage utilisées (un unique prélèvement par unité de végétation) ne répondent pas aux besoins de notre étude.

5.1. L'acidité du sol

Nous ne disposons finalement que de cette seule variable.

Nous avons prélevé des carottes de sol dans les différents sous-milieus inventoriés. Sur la base de deux échantillons par sous-milieu, nous avons mesuré en laboratoire le taux d'acidité des différents horizons du sol au moyen d'un pH-mètre à électrode. Lorsque le premier horizon avait une épaisseur supérieure à 5 cm, nous prélevions pour analyse systématiquement les premiers centimètres du sol, de façon à obtenir une valeur standard pour la zone probablement la plus riche en larves de Diptères.

Le pH peut être exprimé de deux façons. Il peut rendre compte soit de l'activité des ions H_3O^+ présents à l'état dissocié dans l'eau du sol (pH H_2O), soit de l'acidité potentielle (et totale) du sol en mesurant non seulement les ions H_3O^+ déjà dissociés, mais également ceux du complexe argilo-humique, libérés sous l'action du KCl (pH KCl). La valeur de ce dernier est généralement plus basse et plus stable que celle du précédent.

Les échantillons doivent être si possible traités le jour même de leur récolte, au plus tard le lendemain, afin que l'activité des micro-organismes ne modifie pas le pH à l'intérieur du sachet de récolte. Pour chaque volume de sol, on ajoute un volume de liquide 2,5 fois supérieur. On homogénéise le tout à l'aide d'une baguette de verre et on laisse reposer la solution une heure. Après étalonnage des électrodes, on peut procéder aux mesures.

Cette méthode ne permet pas un dosage très précis du pH. Des différences inférieures à 0,2 unité pH pour le pH H_2O et à 0,1 pour le pH KCl ne peuvent être considérées comme significatives. Un tel degré de précision reste cependant suffisant dans le cadre de cette étude.

Dans les milieux étudiés, le pH ne varie vraisemblablement que faiblement au cours de l'année. Cette mesure, bien qu'isolée, a donc une valeur indicatrice réelle.

6. Les outils mathématiques - exploitation des données

Le travail statistique a été effectué en étroite collaboration avec le Dr. D. Borcard.

Nos données se présentent sous forme de matrices rectangulaires où les colonnes correspondent aux échantillons (objets) et les lignes aux espèces (descripteurs). Les objets ne constituent pas ici des variables indépendantes, car les échantillons subissent l'influence de mêmes facteurs écologiques. On parle d'autocorrélation spatiale entre les échantillons (Legendre, 1993). Cette corrélation ne permet pas d'avoir recours aux statistiques classiques.

L'étude des relations entre objets en fonction des descripteurs (analyse en mode Q) nécessite l'utilisation d'outils mathématiques appropriés, différents de ceux utilisés pour l'étude des relations entre descripteurs en fonction des objets (analyse en mode R).

Nos données ont fait l'objet de plusieurs traitements statistiques que l'on peut regrouper en deux types fondamentaux: les méthodes d'ordination et les méthodes de groupement.

6.1. Les méthodes d'ordination

Le but est d'observer la dispersion des objets dans l'espace multidimensionnel des descripteurs selon une projection simplifiée (chaque axe est défini par l'ensemble des descripteurs), "afin de réduire les phénomènes à un plus petit nombre de variables" (Legendre & Legendre, 1984) et de dégager les grandes tendances de la variation des données:

- soit sous l'angle le plus riche en information (analyse sans contrainte). Ceci correspond à définir les axes exprimant le maximum de variation et d'obtenir une projection des différents objets ou descripteurs sur un ou plusieurs plans.

Exemples: analyse factorielle des correspondances et analyse en composantes principales

- soit sous contrainte d'un ou plusieurs facteurs environnementaux connus que l'on introduit dans l'analyse. On force ainsi échantillons et espèces à se positionner le mieux possible en fonction des combinaisons linéaires des descripteurs introduits (analyse sous contrainte).

Exemples: analyse canonique des correspondances et analyse de redondance

Pour ces analyses, nous avons utilisé le programme CANOCO (ter Braak, 1988-1990)

6.1.1. L'analyse factorielle des correspondances (=AFC)

L'AFC est une méthode d'analyse indirecte qui permet une interprétation a posteriori (analyse indirecte) des résultats. On attribue à un facteur environnemental ou à une combinaison de facteurs la responsabilité de l'étalement maximal des données.

Cette méthode est relativement ancienne, puisqu'elle a été développée par Hirschfeld dès 1935 (Legendre & Legendre, 1984). Benzecri (1973) fait un exposé complet de la méthode et cite de nombreux exemples d'applications (Borcard, 1988). Des applications de cette méthode à l'écologie figurent dans Legendre et Legendre (1984).

Un des aspects intéressants de l'AFC est qu'elle est symétrique, car les lignes (ici, les espèces) et les colonnes (les pièges) du tableau de contingence jouent un rôle équivalent. On peut ainsi projeter indifféremment les objets ou les descripteurs sur un même espace-plan.

L'AFC présente le grand avantage de ne pas compter les doubles-zéros comme ressemblances. Ceci est très important, car lorsqu'on travaille sur des êtres vivants, une double-absence ne peut être interprétée comme un facteur de ressemblance.

Dans une phase exploratoire des données, nous avons régulièrement utilisé l'AFC pour nous

faire une première représentation de la manière dont s'agencent les données.

6.1.2. L'analyse canonique des correspondances (=ACC) (ter Braak, 1986).

L'ACC est une AFC sous contrainte. C'est une méthode d'analyse directe, basée sur la régression multiple qui permet une explication a priori des résultats, puisque l'on connaît la nature des variables environnementales (critères abiotiques ou biotiques introduits dans l'analyse) définissant les axes contraints (= axes canoniques).

Le plus intéressant est bien sûr de pouvoir expliquer en fonction d'un très petit nombre d'axes un maximum de variation. La valeur propre de chaque axe divisée par la somme de toutes les valeurs propres est égale au pourcentage de la variation totale expliquée.

"Forward selection"

Lorsque nous avons souhaité avoir recours à l'ACC, nous avons constaté que, compte tenu du nombre d'échantillons récoltés, le nombre de variables explicatives (critères floristiques, typologiques et expression de ceux-ci) était beaucoup trop élevé. En effet, il n'est pas possible d'avoir recours à un nombre de variables explicatives représentant plus d'un quart des objets, sous peine de croire expliquer un très fort pourcentage, voire l'ensemble de la variation de la matrice "espèces" à l'aide de la matrice "environnement", alors qu'il ne s'agit que d'une conséquence mathématique du mode de calcul utilisé. Dans une AFC, il y a autant d'axes qu'il y a d'espèces. Par conséquent, si on cherche à expliquer la variation de la matrice avec un nombre d'axes égal au nombre d'espèces, on pourra expliquer l'ensemble de la variation.

Nous avons dû réduire le nombre de variables explicatives. Pour ce faire, nous avons eu recours à une sélection pas à pas ("forward selection"), afin de déterminer quelles étaient les variables expliquant le plus de variation.

Test de Monte Carlo

Il est possible de tester les relations espèces-environnement représentées sur les axes canoniques. A l'aide d'un test par permutations, on peut vérifier si l'on doit accepter ou non l'hypothèse nulle (H_0), soit l'indépendance des données par rapport aux facteurs environnementaux testés : la corrélation serait alors due au hasard. Le programme CANOCO permet d'effectuer un tel test (test de Monte Carlo). On fixe le nombre de permutations à effectuer, le programme permute les valeurs des variables environnementales, générant des réalisations de l'hypothèse nulle (indépendance des données espèces et des variables environnementales) et recalcule les valeurs propres. Si les valeurs propres obtenues sont inférieures à la valeur observée, on peut rejeter

l'hypothèse nulle et conclure qu'il y a corrélation significative entre les données espèces et le facteur environnemental testé (selon une probabilité dont la précision dépend du nombre de permutations choisi).

Même si une variable n'explique qu'un faible pourcentage de variation, ce pourcentage peut être tout à fait significatif.

La partition de variation

Il est intéressant de connaître la part de variation attribuable aux différentes variables environnementales testées, mais la contribution relative des différents facteurs environnementaux est rarement pure.

Un exemple d'interdépendance de différents facteurs environnementaux est illustré schématiquement dans la figure 3.3.

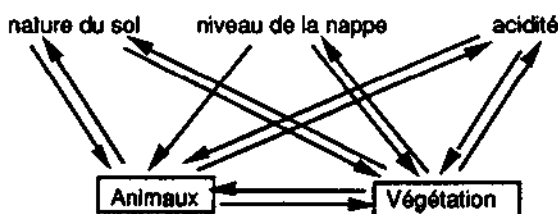


Figure 3.3: Illustration schématique de l'interdépendance de quelques facteurs environnementaux pouvant expliquer la distribution des espèces sur un site expérimental.

Il est possible de connaître la part due à un facteur indépendamment d'un autre en recourant à la partition de variation (Borcard & al., 1992).

6.2. Construction des matrices d'association

Les matrices d'association permettent les comparaisons des objets ou des descripteurs selon une mesure d'association appropriée. L'analyse en mode Q (association entre objets, ici pièges ou relevés) ne requiert pas les mêmes méthodes que l'analyse en mode R (associations entre descripteurs).

Pour effectuer l'ensemble des calculs, nous avons utilisé le Progiciel "R" de Legendre & Vaudor

(1991). C'est pourquoi la numérotation des indices statistiques sera dans ce travail, celle utilisée dans le Progiciel "R".

6.2.1. Indice de similarité

En mode Q, on utilise des indices de similarité ou de distance entre les objets. Ce sont des mesures de ressemblance. La similarité est d'autant plus élevée que les objets sont semblables. A l'inverse, plus les indices de distances sont faibles et plus les objets sont proches.

Nous avons eu recours à un indice asymétrique, permettant d'éviter le problème des doubles-zéros: le coefficient de Steinhaus (=S17 dans le Progiciel "R"). Cet indice est quantitatif.

En effet, les indices asymétriques binaires (ne tenant compte que des présences - absences) tels l'indice de similarité de Jaccard (= S7), se prêtent mal aux études écologiques sur les Invertébrés. Le S7 gomme en effet l'aspect "régularité²", pour ne conserver que le nombre d'espèces par milieu. Une liste d'espèces ne donne pas une image de la structure des peuplements. Cet inconvénient peut être évité si l'échantillonnage est très important et que toutes les espèces présentes sur le terrain figurent dans les échantillons, comme c'est le cas par exemple lors d'études phytosociologiques.

Il faut cependant souligner que le S17 donne une même similarité pour deux objets présentant une différence égale. Or, une différence de 6 individus entre 250 et 256 ou 6 individus entre 3 et 9 n'a pas la même signification biologique. Il faut donc transformer les données, par exemple en utilisant $y' = \ln(y+1)$, ce que nous avons fait.

Les matrices de similarité S17 serviront de matière première au groupement agglomératif à liens complets (cf. 6.3)

6.2.2. Coefficient de dépendance

Pour construire une matrice en mode R, nous avons utilisé le tau de Kendall. Tout comme le r de Spearman, c'est une mesure de corrélation entre les rangs: il n'est donc pas nécessaire d'effectuer une transformation logarithmique. Il vaut mieux utiliser le tau de Kendall lorsque les données ne sont pas quantitatives et que beaucoup d'observations sont liées (Borcard & Burtler, 1994).

6.2.3. Le test de MANTEL

Ce test (Mantel, 1967) permet d'évaluer la corrélation entre deux matrices de similarité ou de

² La diversité tient compte du nombre d'espèces, mais aussi de la dominance ou de la rareté de certains taxons.

distance (matrice "espèces" et matrice "environnement"). Si les similarités entre objets, calculées sur la base des espèces, sont corrélées significativement aux similarités calculées sur la base des mesures environnementales, on conclura que la communauté vivante reflète les conditions du milieu, du moins en fonction des variables utilisées (Borcard et Butler, 1994).

On ne peut pas tester la signification de la corrélation à l'aide de valeurs prises dans une table, les différentes valeurs d'une matrice de similarité n'étant pas indépendantes. C'est pourquoi, le programme R effectue une série de permutations aléatoires (par exemple, 1000) des lignes et des colonnes des deux matrices, réalisant ainsi l'hypothèse nulle (indépendance des deux matrices). Si la valeur réelle fait partie, par exemple, des 5% de valeurs les plus élevées ainsi obtenues, on conclut que la corrélation est significative au seuil de risque 5%.

6.3. Les méthodes de groupement

Les méthodes de groupement permettent de faire des catégories d'objets ou de descripteurs en fonction de leurs ressemblances. Les plus couramment utilisés sont les groupements à liens, qui peuvent être plus ou moins contrastants selon le degré de connexité défini, et permettent de mettre en évidence les discontinuités à l'intérieur de gradients. Il faut relever que ces discontinuités ou groupes ne correspondent pas forcément à une réalité écologique, mais ils permettent de mieux comprendre ce qui passe à l'intérieur d'un continuum.

6.3.1. Le groupement agglomératif à liens complets

Le groupement agglomératif à liens complets (connexité 1.0) permet de mettre en évidence les "noyaux durs", c'est à dire les groupes de relevés ou d'espèces fortement apparentés. Le dendrogramme se constitue à partir des éléments séparés qui se regroupent petit à petit (système agglomératif), mais à la condition suivante: "un objet ne peut rejoindre un groupe que s'il est lié au membre le plus distant du groupe et, a fortiori, à tous les membres du groupe." (Borcard et Butler, 1994). Méthode très contrastante, le groupement à liens complets conduit à la séparation de plusieurs petits groupes (plus les groupes deviennent importants, plus il est difficile pour un nouvel échantillon d'y être admis).

6.3.2. Le groupement agglomératif avec contrainte spatiale

Nous avons réalisé ce type de groupement avec le programme BIOGEO du logiciel "R" (Legendre & Vaudor, 1991). Ce programme réalise des groupements hiérarchiques agglomératifs à liens complets ou intermédiaires avec contrainte de contiguïté spatiale. Il génère une carte présentant les résultats à chaque niveau de fusion du groupement. Nous avons ainsi pu comparer les résultats des deux méthodes. Ces résultats sont présentés au chapitre 10: "Faune et Flore -

Résultats par transect".

CHAPITRE 4 : PRESENTATION DES MILIEUX

1. Situation géographique générale

1.1. Les vallées de Joux et de La Brévine

1.1.1. Brève présentation

Les zones de transition et contacts étudiés se situent dans la vallée de Joux (canton de Vaud, VD) et dans la vallée de La Brévine (canton de Neuchâtel, NE), entre 46°33' et 47°00' de latitude Nord et 6°09' et 6°40' de longitude Est.

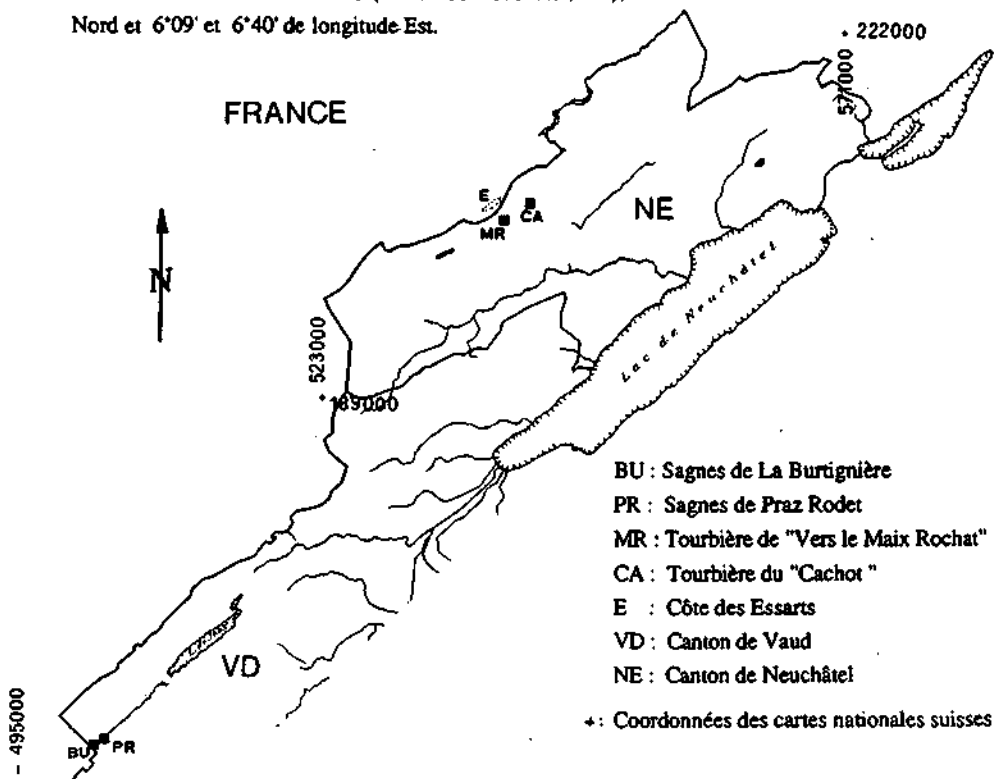


Figure 4.1: Jura neuchâtelois et vaudois. Situation géographique des tourbières étudiées.

Ces deux vallées synclinales font frontière commune avec la France (Département du Doubs). Elles font partie du Jura plissé et ont une orientation nord-est sud-ouest. Elles n'ont pas été envahies par le glacier du Rhône au maximum würmien, mais étaient recouvertes de leurs glaciers propres (Arn & Campy, 1990). On peut noter en maints endroits des traces de ce passé glaciaire, particulièrement à la vallée de Joux (moraines calcaires bien visibles). Les flancs des vallées formées de calcaires jurassiques sont soumis à l'érosion karstique; l'eau s'infiltre dans le sol rapidement. Ce type d'érosion est propre aux massifs calcaires. Il y a corrosion de la roche, c'est-à-dire dissolution par l'eau de pluie, préalablement enrichie de gaz carbonique dans l'air et le sol (Aubert, 1987). Par contre, le fond des vallées est imperméable grâce à la présence de dépôts fluvioglaciaires ou de marnes hauteriviennes. Ceci permet l'existence d'importantes zones marécageuses.

1.1.2. Aspect hydrologique

La vallée de Joux, comme celle de La Brévine, est un bassin fermé. L'Orbe y serpente jusqu'au lac de Joux, mais la Dent de Vaulion empêche les eaux de se déverser plus loin. Elles ont dû trouver leur chemin dans le karst et ressortent à Vallorbe (VD), après un itinéraire sous-terrain.

Plusieurs marais situés à l'ouest du Brassus sont bordés par l'Orbe. Elle empêche leur extension et érode progressivement les murs de tourbe. Parmi les ruisseaux qui l'alimentent, certains longent, et parfois traversent les tourbières. Ces canaux de dérivation ou drains naturels permettent une élimination rapide des eaux chargées (Ca^{2+} , nutriments) des pâturages et empêchent l'eutrophisation des marais oligotrophes.

Ces tourbières sont en fait des tourbières soli-ombrogènes. Elles se comportent comme des tourbières de pente, traversées par des affluents de la rivière principale (Gobat, 1984).

Dans la vallée de La Brévine, la majorité des eaux de pluie s'écoulent et s'infiltrent directement dans le réseau karstique. On peut noter la présence de nombreuses dolines ceinturant les zones de tourbières. Seul un maigre bled au tracé "corrigé", s'écoule sur un kilomètre à l'est du village de La Brévine et s'engouffre dans un emposieu. Ce bled s'étendait au XIX^{ème} siècle sur trois kilomètres et bordait la tourbière de La Châtagne côté nord (cf. carte d'Osterwald, 1833 - 1845, rééditée en 1985).

Le lac des Taillères, sans affluent à ciel ouvert, constitue la seule collection d'eau importante. Par des essais de colorations à la fluorescéine, Schardt a constaté en 1904 (Matthey, 1971) que ses eaux traversaient le système karstique et ressortaient à St Sulpice (NE), à la source de l'Areuse.

Les tourbières de la vallée de La Brévine sont de type ombrogène, alimentées par les seules eaux

de pluie. L'exploitation a parfois changé ces données et les eaux de ruissellement pénètrent occasionnellement dans les marais, contribuant à leur eutrophisation.

1.1.3. Données climatiques

Le climat du Haut-Jura a déjà été suffisamment décrit ou évoqué pour que nous n'y revenions pas (Spinner, 1926; Burger, 1959; Matthey, 1971, Gallandat, 1982). Nous nous contenterons de rappeler quelques éléments repères.

Les hautes vallées jurassiennes sont réputées pour le caractère rigoureux de leurs hivers. Les températures annuelles moyennes sont basses (proches de 5°C), mais ce sont surtout les écarts de températures journalières qui sont importants (plus de 20°C en été et 30°C, voire 40°C l'hiver). Il y pleut beaucoup (en moyenne 1500 mm par an). Les étés ont un caractère atlantique et les hivers un caractère continental.

Dans le cadre de ce travail, nous n'avons pas effectué de mesures microclimatiques sur nos terrains d'étude. Les données climatiques exposées ne se veulent pas une base d'argumentation sur la distribution des espèces, mais uniquement un élément descriptif, contribuant à placer les sites étudiés dans leur contexte régional.

Selon les cartes des niveaux thermiques de la Suisse (Schreiber, 1977), le fond des vallées de Joux et de La Brévine se situent respectivement à "l'étage supérieur des cultures", où les cultures en terres ouvertes sont encore possibles dans les endroits favorables, et à "l'étage de végétation montagnard moyen", où se trouvent les alpages de basse altitude pour lesquels le temps de pâture s'étend jusqu'à 150 jours. Le climat est qualifié de "très frais" pour le fond de la vallée de Joux et de "rude" pour celui de la vallée de La Brévine. Les critères pour séparer les différents étages et sous-étages de végétation sont d'ordre phénologique (plantes témoins) et climatique. La floraison des dents-de-lion (*Taraxacum* sp.) a lieu, selon l'Atlas climatologique de Suisse (Kirchhofer, 1982 - 1995) entre le 1er et le 15 mai à la vallée de Joux et entre le 15 mai et le 1er juin à la vallée de La Brévine, qui bénéficie d'un printemps plus frais. Selon les mêmes sources, les foins ont également lieu plus tôt à la vallée de Joux.

<u>Étages de végétation</u>	<u>T°C moyenne annuelle</u>	<u>T°C avril à octobre</u>	<u>Période de végétation</u>
Etage des cultures supérieur	6 à 7 °C	10 à 11 °C	165 à 180 jours
Etage montagnard inférieur	5 à 6 °C	9 à 10 °C	150 à 160 jours
Etage montagnard moyen	4 à 5 °C	8 à 9 °C	135 à 150 jours

Tableau 4.1: Classification des étages de végétation selon Schreiber (1977)

Il faut cependant noter que le classement des deux régions se base sur les données enregistrées de 1969 à 1973, si bien que, selon les années considérées, nos stations n'appartiendraient pas au même étage de végétation. Si l'on considère la période 1975 à 1991, toutes deux font partie de l'étage montagnard, inférieur pour la Vallée de Joux (climat "assez rude") et supérieur pour la Vallée de La Brévine (climat "rude"). Cela correspond bien à ce qu'on observe sur le terrain et c'est l'option qu'avait retenue Gobat (1984) dans sa description des sites de la Vallée de Joux, sans pour autant discuter la question.

Les stations météorologiques

Les stations météorologiques les plus proches de nos stations sont celle de la douane du Brassus et celle du village de La Brévine. La première se situe à 1073 m d'altitude, à quelques 800 mètres de notre première station (La Burignière) et à deux kilomètres de la seconde (Praz Rodet). Comme l'a démontré Matthey (1971), les données enregistrées au village de La Brévine fournissent une bonne estimation du climat de la vallée.

Ce n'est qu'en 1975 qu'une station météorologique a été installée à la douane du Brassus. Elle a fonctionné jusqu'en décembre 1991, année où nous avons travaillé à la vallée de Joux. Nous avons comparé les moyennes des températures et des précipitations annuelles avec celles de La Brévine sur ces dix-sept années.

Les deux stations montrent un climat général assez semblable. Sur 17 années, la moyenne des températures annuelles est respectivement de 5.25°C au Brassus et de 4.75 °C à La Brévine, et celle des précipitations de 1693.2 mm et de 1637.5 mm (cf. Tableau 4.1.). Pour la période concernée, la différence est notable pour les températures (fig.4.2.), mais pas pour les précipitations (fig. 4.3.). L'Atlas climatologique de la Suisse (Kirchhofer, 1982 - 1995) confirme ces deux observations.

Si la température moyenne annuelle est plus basse à La Brévine, cela est dû aux valeurs des mois de décembre, janvier et février. Les températures mensuelles moyennes de mai à octobre sont presque équivalentes.

Températures: moyennes annuelles de 1975 à 1991

Température (°C)

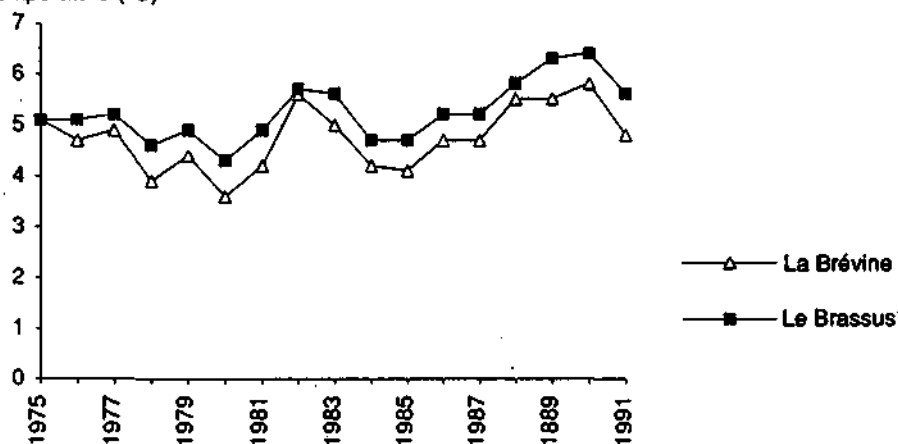


Figure 4.2: Le Brassus et La Brévine. Comparaison des températures annuelles moyennes de 1975 à 1991.

Précipitations: moyennes annuelles de 1975 à 1991

Précipitations (mm)

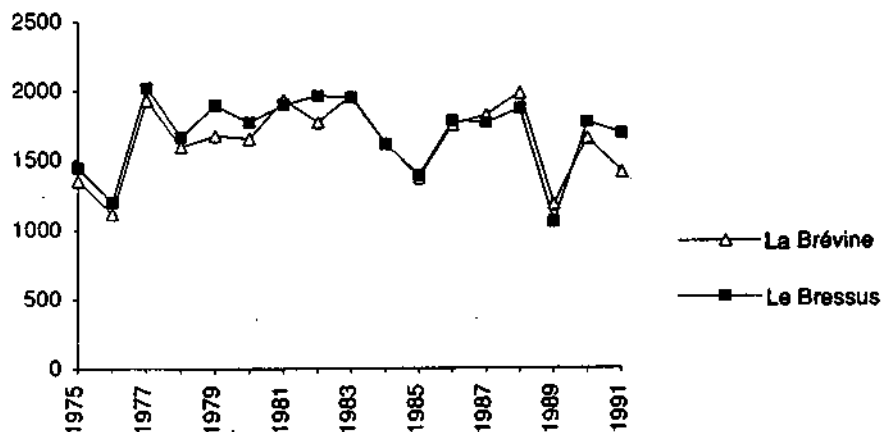


Figure 4.3: Le Brassus et La Brévine. Comparaison des précipitations annuelles moyennes de 1975 à 1991.

Il est intéressant de se pencher de plus près sur les valeurs extrêmes. On constate que les écarts de températures sont également plus importants à La Brévine: il y fait plus frais le matin et le soir, mais plus chaud à la mi-journée. De 1989 à 1991, seul un mois (juillet 1990) n'a pas connu de température au dessous de 0°C à La Brévine. Par contre, au Brassus, il ne gèle que huit ou neuf mois sur douze.

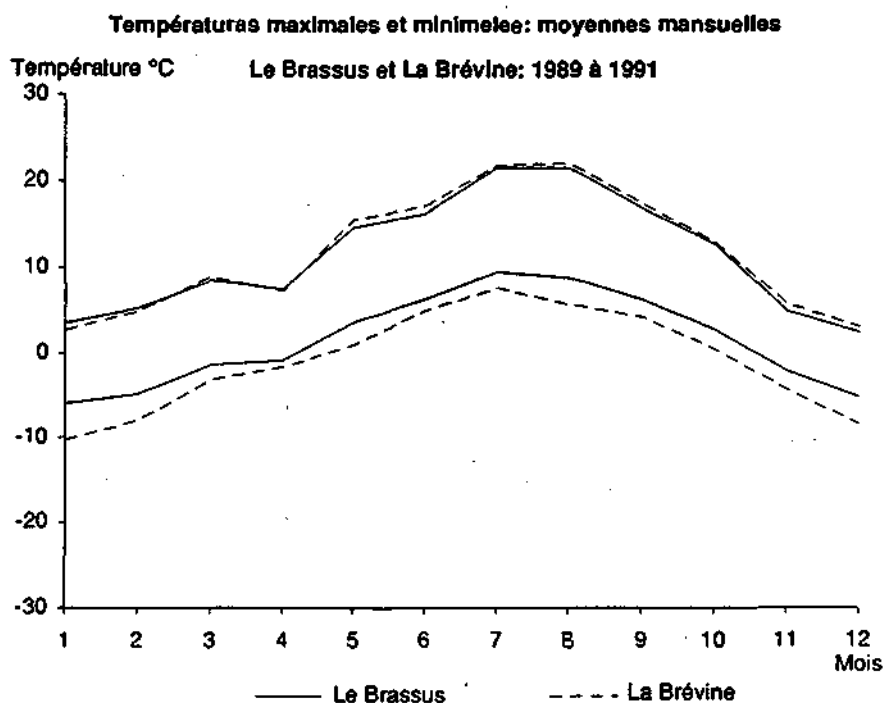


Figure 4.4: Le Brassus et La Brévine. Températures journalières maximales et minimales: moyennes mensuelles (1989 à 1991).

Les climatogrammes des années 1991 et 1992, ainsi que le tableau des précipitations et des températures moyennes enregistrées de 1975 à 1991 au Brassus et à La Brévine figurent dans l'Annexe 1.

2. Description des contacts

Les zones de transition, qu'elles soient naturelles ou d'origine anthropogène, peuvent se présenter sous divers aspects dépendant de critères topographiques, hydriques et pédologiques. Les pratiques culturales choisies par l'agriculteur exploitant les terres qui jouxtent la tourbière ont également une influence sur la nature du contact (cf. chapitre 2: Problématique):

Pour chacun des 6 transects étudiés, nous trouvons dans ce sous-chapitre:

- une carte permettant de situer l'emplacement du transect sur la tourbière
- une description générale
- des précisions sur l'emplacement exact des pièges basées sur les relevés de végétation
- une carte détaillée du site

La situation de chaque piège ou groupe de pièges est discutée sur la base des relevés effectués sur chaque mètre carré englobant un piège à émergences. En miroir, on consultera utilement les tableaux de végétation constituant l'Annexe 2. Les codes chiffrés des pièges à émergences et ceux des relevés de végétation sont les mêmes.

Les noms et les codes chiffrés attribués aux différentes tourbières étudiées sont ceux utilisés dans l'Inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale (Grünig & al., 1991). Par souci d'unité avec des documents connus de ceux qui travaillent sur les tourbières en Suisse, nous utiliserons les mêmes vocables et codes, même si quelquefois, ces noms diffèrent des vrais toponymes ou des noms utilisés par les habitants des vallées.

Les coordonnées géographiques que nous citons sont celles des cartes topographiques suisses. Ce ne sont pas celles des tourbières elles-mêmes, mais celles des contacts étudiés.

2.1. Les contacts "naturels": les ceintures de bas-marais peu perturbées

Dans le Jura suisse, rares sont les contacts hauts-marais - bas-marais restés intacts ou peu perturbés. Il en existe à "La Sagne" (Bellelay, Berne), "La Tourbière" (Les Vacheries des Genevez, Jura), "Le Creux de l'Epral" (Les Barrières, Jura), "Les Pontins" (St Imier, Berne), "La Vraconniaz" (Ste Croix, Vaud), "Les Sagnes de la Burtignière" et "Les Sagnes de Praz Rodet" (Le Brassus, Vaud).

Nous avons choisi les Sagnes de la Burtignière / VD et Les Sagnes de Praz Rodet / VD, (carte nationale 1: 25'000 n°1241 "Marchairuz"), car ces tourbières ont fait l'objet d'études phytosociologiques (Gallandat, 1982) et pédologiques (Gobat, 1984).

Ces deux tourbières se situent dans la même zone biogéographique que celles de la vallée de la Brévine (régions froides de la chaîne du Jura, Gonsseth, 1987) et à la même altitude, soit entre 1040 et 1050 mètres. Il ne s'agit cependant pas de contacts "naturels" au sens strict, puisque la zone de transition s'établit entre haut-marais, bas-marais et pâturage, et non pas entre haut-marais, bas-marais et Hêtraie-Sapinière. La forêt a été exploitée dès le XVIème siècle par les charbonniers. Nous avons trouvé du charbon de bois dans le sol en bordure de la Burtignière, à une vingtaine de centimètres de profondeur.

2.1.1. Les Sagnes de la Burtignière /VD (objet 37, coord.502.300/156.800)

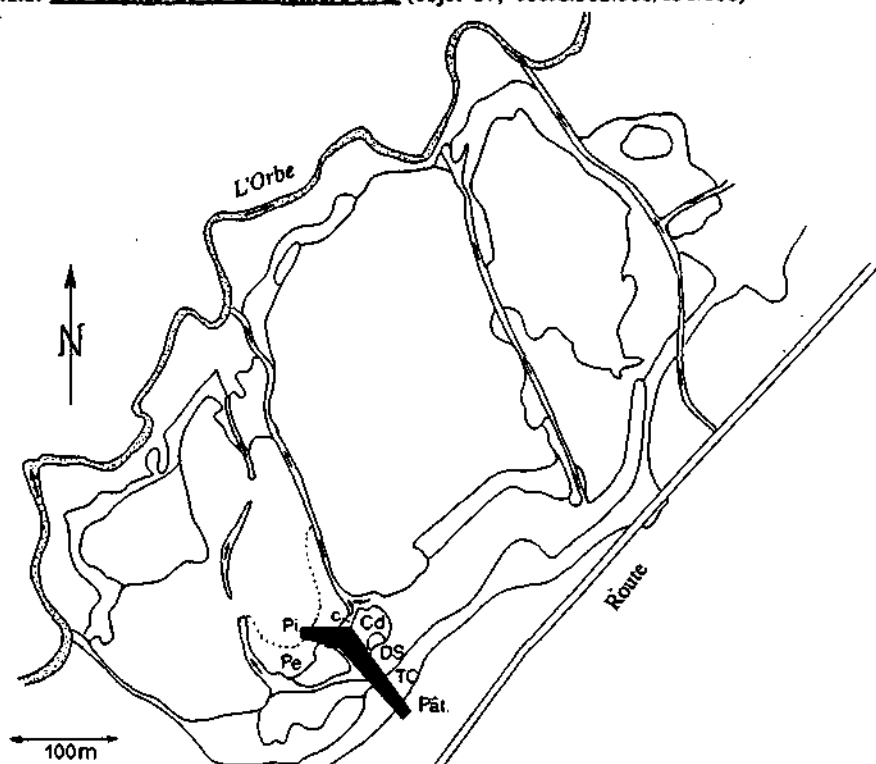


Figure 4.4: Sagnes de la Burtignière. Situation du transect choisi. Carte simplifiée d'après Gallandat (1982). Pour le détail des différentes associations, se référer à cet auteur.

Pât : Pâturage

TC : Trollio-Cirsietum

DS : Daphno-Salicetum pentandrae

Cd : Caricetum davallianae

c : Canal à Carex paniculata

Pe : Pessière (Sphagno-Piceetum betuletosum)

Pi : Pinède (Pino-Sphagnetum)

■ Transect

▨ Rivière

La tourbière de la Burtignière (objet 37 de l'Inventaire fédéral) s'est imposée d'elle-même par la largeur de ses ceintures de bas-marais. Nous pensions que chacune d'entre elles était suffisamment développée pour voir s'y développer des communautés d'Arthropodes bien typées.

Le bétail a libre accès aux marais, mais heureusement, il n'apprécie guère ce type de terrain, trop meuble. Les marques de piétinement et de pacage sont néanmoins visibles sur le plan floristique jusque dans le bas-marais. C'est surtout la première ceinture de végétation ("Aconito-Filipenduleum") qui est menée à mal.

Description générale

Ce contact, d'orientation sud-ouest, est le plus long que nous ayons étudié (carte détaillée, fig.4.5). Partant du pâturage, il traverse l'ensemble des ceintures de bas-marais jusqu'à la pinède sur sphaignes et s'étend sur près de 115 mètres. Ce transect s'avère d'emblée relativement complexe. Le pâturage cède la place à une mégaphorbiée nitrophile humide à *Filipendula ulmaria*. Une bande humide moins grasse lui fait suite. Puis s'installe un faciès à petits *Carex* et à *Primula farinosa*. La pente, tout d'abord faible, s'accroît au-delà d'une ceinture de saules (*Salix pentandra*) pour aboutir, après un nouveau replat, à un canal naturel de dérivation des eaux qui évacue les eaux chargées. La pente remonte alors insensiblement. Au-delà de la zone d'influence du canal peut démarrer un bas-marais acidophile très étroit, auquel succède une pessière de ceinture plutôt sèche (peu de sphaignes), puis la pinède.

Groupelements végétaux rencontrés :

En longeant le transect, on rencontre les associations et groupelements végétaux suivants (Gallandat, 1982 et Milliet-Junod 1994) :

- Festuco-Cynosuretum (pâturage)
- Groupelement nitrophile à *Filipendula ulmaria*. Attribué antérieurement à l'Aconito-Filipenduleum*, c'est en fait un Trollio-Cirsietum fortement enrichi en azote, dominé par *F. ulmaria*. Il constitue la frange grasse du Calthion.
- Trollio-Cirsietum (prairie humide)
- une zone de transition entre le Trollio-Cirsietum et le Caricetum davallianae, difficile d'attribution, mais dont l'aspect diffère nettement du premier (faciès à Cypéracées).
- Daphno-Salicetum pentandrae : la strate herbacée comporte les mêmes espèces que précédemment, mais des plantes préforestières et des plantes d'écoulement, dont plusieurs nitrophiles, viennent s'ajouter à la liste. Le tout confère à la strate herbacée un aspect de mégaphorbiée (que l'on pourrait, sans les arbres, attribuer à l'Aconito-Filipenduleum).

* Cette association décrite par Gallandat (1982) est contestée. Nous avons néanmoins choisi de conserver le terme d'"Aconito-Filipenduleum", car il reflète bien la physionomie du site.

- Caricetum davallianae typicum, variante à *Trichophorum caespitosum* avec des indicatrices d'assèchement temporaire et d'écoulement. En contre-bas, on trouve la forme à *Menyanthes trifoliata* plus humide.
- Ecoulement à *Carex paniculata* (zone d'influence du canal naturel)
- Caricetum fuscae : beaucoup d'interpénétrations, association mal exprimée.
- Sphagno-Piceetum (pessière de ceinture)
- Pino-Sphagnetum : encore proche de la pessière de ceinture, l'association ne s'exprime pas pleinement (tendance sèche). Certains pins ont été coupés, nous ignorons pourquoi.

Le bétail traverse quelquefois la ceinture de Filipendules et descend dans le bas-marais à *Carex davalliana*. Il ne franchit jamais le canal.

Emplacements exacts des pièges: quelques précisions

Les relevés 1, 2, 3 ont été effectués dans le pâturage (Festuco-Cynosuretum) à proximité de la ceinture à *Filipendula ulmaria* dont on perçoit quelques signes avant-coureurs. On note en effet la présence d'espèces appréciant l'humidité et notamment d'importantes fluctuations de la nappe (*Geum rivale*, *Trollius europaeus* et *Deschampsia caespitosa*). Le relevé 3, situé dans un creux humide et englobant un refus (*Veratrum album*), se distingue des deux premiers.

Les relevés 4, 5, 6 sont affiliés à la ceinture à *Filipendula ulmaria* et à *Cirsium rivale* ("Aconito-Filipenduletum"). Dans cette mégaphorbiée très humide, on notera la présence de quatre mousses: *Rhytidiadelphus squarrosus* (espèce très commune déjà présente dans le pâturage), *Plagiomnium elatum* (qui souligne le caractère humide et souvent détrempé du lieu), *Calliergonella cuspidata* et *Climacium dendroides*. Très fortement liée aux sols riches en humus, la répartition de ces deux dernières espèces semble nettement influencée par la présence d'eau chargée en cations (Ca^{2+}).

Les relevés 7, 8, 9 se situent dans la zone de transition entre le Trollio-Cirsietum et le Caricetum davallianae, dont l'aspect est marqué par la présence de nombreuses laïches: *Carex panicea*, *Carex flacca*, *Carex nigra* (déjà présent dans la mégaphorbiée) et *Carex davalliana*. La zone est piétinée par le bétail comme l'atteste la présence de *Blysmus compressus*. Côté Bryophytes, *R. squarrosus* a désormais disparu et *C. dendroides* domine. *Primula farinosa*, *Swertia perennis*, *Parnassia palustris* et *Euphrasia rostkoviana* colorent ce faciès au cours de l'année.

Les relevés 10, 11, et 12 correspondent à la ceinture à *Salix pentandra* où fleurissent au premier printemps *Leucojum vernum* et *Daphne mezereum* (Daphno-Salicetum pentandrae). La saulaie et la mégaphorbiée nitrophile sont en quelque sorte venues "se greffer" sur le groupement végétal évoqué au paragraphe précédent. La présence de sources est responsable de ce phénomène. Les trois relevés sont assez différents. Le 10, situé parmi de petits *Salix pentandra* buissonnants, est

très moussu (*C. dendroides* et *Homalothecium nitens*), le 11 se trouve logé au pied de grands Saules et est très ombragé: l'eau affleure périodiquement à cet endroit. (*P. elatum*). Le 12 bénéficie du meilleur ensoleillement, car il se trouve dans une zone plus ouverte, où *Salix repens* est plus abondant que *S. pentandra*. Très riche en mousses (*Calliergonella cuspidata*, *H. nitens* et *Cratoneuron commutatum*), le site est plus humide que le 10 et moins que le 11.

Vu la diversité de situations que présente le bas-marais à *Carex davalliana*, il s'avère nettement sous-échantillonné. Les pièges 13, 14 et 15 constituent chacun un cas particulier, bien que la parenté entre le 13 et le 14 soit plus forte. Les relevés 13 et 14 se situent au-delà de la ceinture de saules et des premiers épicéas, juste après le replat. La pente commence à s'infléchir et l'on note la présence des premières sphaignes (*Sphagnum capillifolium rubellum*). Le Caricetum davallianae est cependant bien typé. Il s'agit de la variante à *Trichophorum caespitosum* décrite par Galland (1982). *Molinia coerulea* souligne une tendance à l'assèchement. Au pied de cette butte se développe la forme humide à *Menyanthes trifoliata* illustrée par le relevé 15. *H. nitens* y est très abondant.

La séparation entre les deux mondes (bas-marais alcalins et acides) est marquée par la présence d'un écoulement naturel, fonctionnant comme drain (relevés 16 et 17). Les eaux chargées provenant du bas-marais alcalin sont détournées et évacuées rapidement hors de la tourbière. La zone d'influence de ce canal est envahie par *Carex paniculata*, qui forme de gros touradons sous le couvert des bouleaux (*Betula pubescens*).

Au delà, les sphaignes deviennent très abondantes (50% de recouvrement et plus). On passe par un bref Caricetum fuscae (relevés 18, 19 et 20) mal exprimé, où l'on sent diverses influences. On trouve des espèces de marais acidoclines à large amplitude, de marais neutroclines (dont *Angelica silvestris*, qui ne fleurit pas), ainsi que des espèces forestières (*Pyrola rotundifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Hylocomium splendens*). Le niveau de la nappe est très fluctuant et permet la remontée d'éléments mobilisables à partir de la marne sous-jacente. Certaines plantes sont susceptibles d'aller puiser en profondeur les ions dont elles ont besoin (Gobat, 1984). Tous ces facteurs caractérisent les marais intermédiaires du Caricetum fuscae.

Les relevés 21, 22 et 23 correspondent à la pessière de ceinture (Sphagno-Piceetum, sous-association à *Betula pubescens*). *Sphagnum capillifolium capillifolium* est la sphaigne la plus abondante, mais le tapis est loin d'être continu, car la pessière est relativement sèche. Sous *Vaccinium myrtillus*, *Hylocomium splendens* est bien représenté, ainsi que *Pleurozium schreberi*, qui marque bien la tendance à l'assèchement. Les épicéas (*Picea abies*) sont hauts, mais souvent pas très gros. Les premiers pins (*Pinus uncinata*) font rapidement leur apparition.

Les relevés 24 et 25 illustrent le Pino-Sphagnetum. Le 24 est situé à proximité immédiate d'un

groupe de pins et le 25 sur un replat dégagé où les arbres ont été éliminés. *Sphagnum magellanicum* est désormais bien présent, ainsi que d'autres espèces du Sphagnion magellanici telle *Andromeda polifolia*.

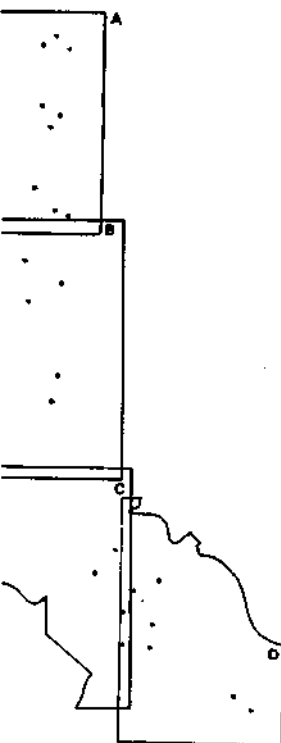
La carte détaillée du transect de la Burtignière occupe quatre pages.

Figure 4.5: *La Burignière / VD*. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1994 (sur la base du travail de Blandenier, 1996). Contrairement aux autres cartes, la projection des arbres n'est pas indiquée. La limite des secteurs arborés est signalée par un mince trait plein ou poinillé selon la taille des arbres.

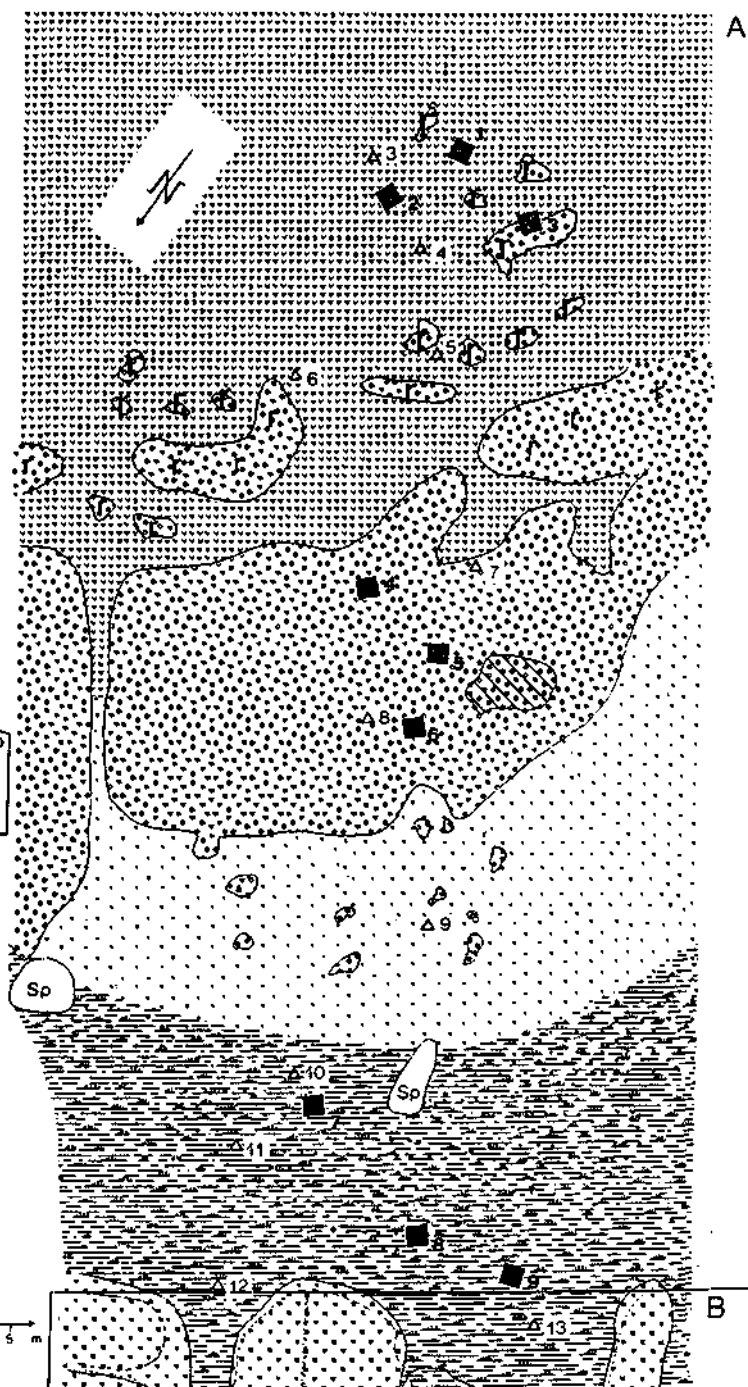
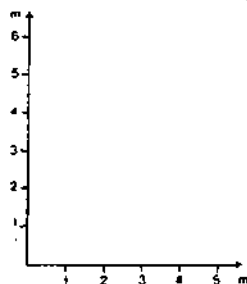
Légende :

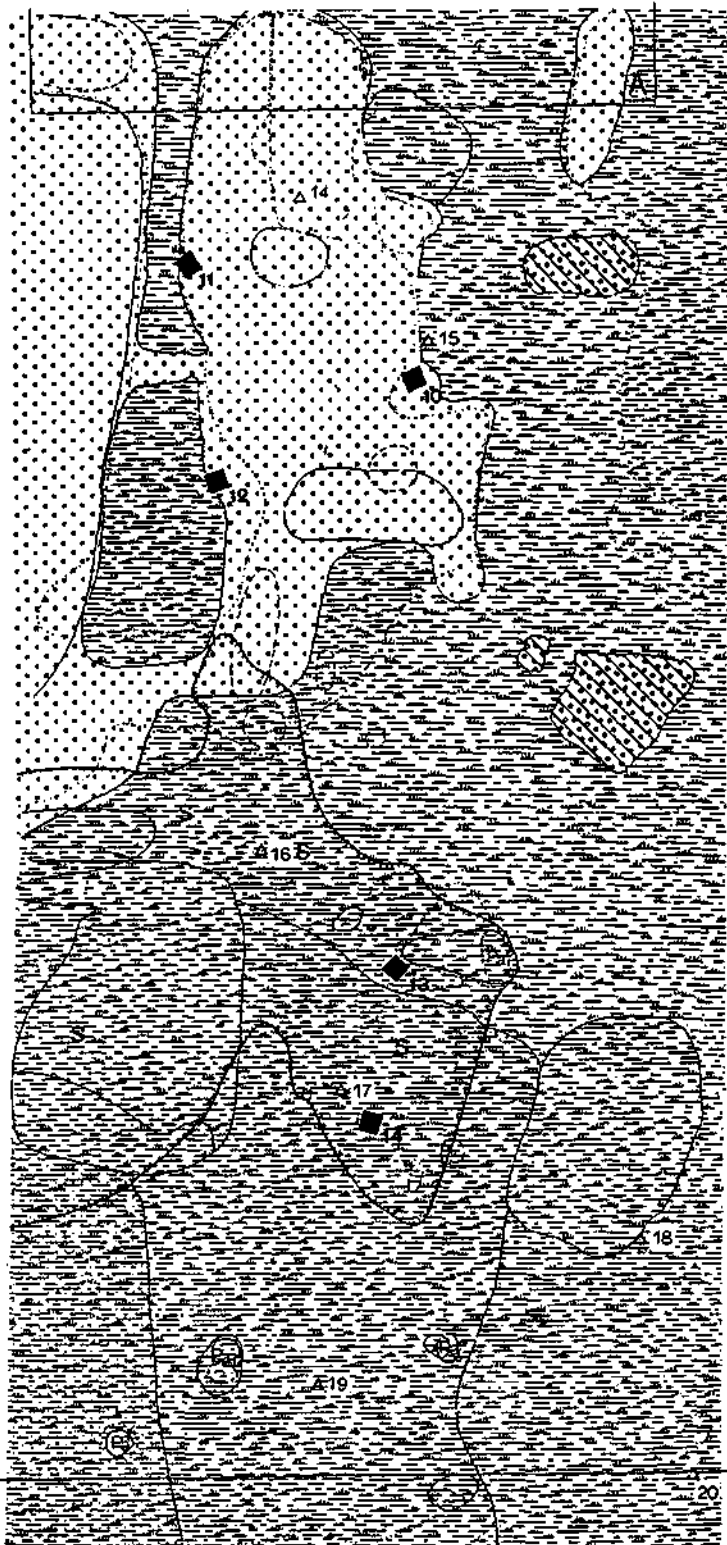
-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Pâturage
-  Mégaphorbiée (*Aconito-Filipenduletum*)
-  Touradons de *Carex paniculata* dans la mégaphorbiée
-  Trollio-Cirsietum
-  Bas-marais alcalins du *Caricetum davallianae*
-  Bas-marais alcalins du *Caricetum davallianae* avec *Molinia coerulea*
-  Ceinture de Saules sur mégaphorbiée (*Daphno-Salicetum pentandrae*)
-  Limite des zones à sphaignes
-  Zone d'influence du canal (touradons de *Carex paniculata* sous bouleaux)
-  Bas-marais acide du *Caricetum fuscac*
-  Sphagno-Piceetum primaire
-  Pino- Sphagnetum primaire
-  Arbres (hauts de 5 à 15 mètres)
-  Grands buissons (hauts de 1.5 à 5 mètres)
-  Petits buissons (hauts de 0.2 à 1.5 mètres)
-  r refus de pâturage
-  Sp *Salix pentandra* isolé
-  Pa *Picea abies* isolé

Burtignière



Echelle :





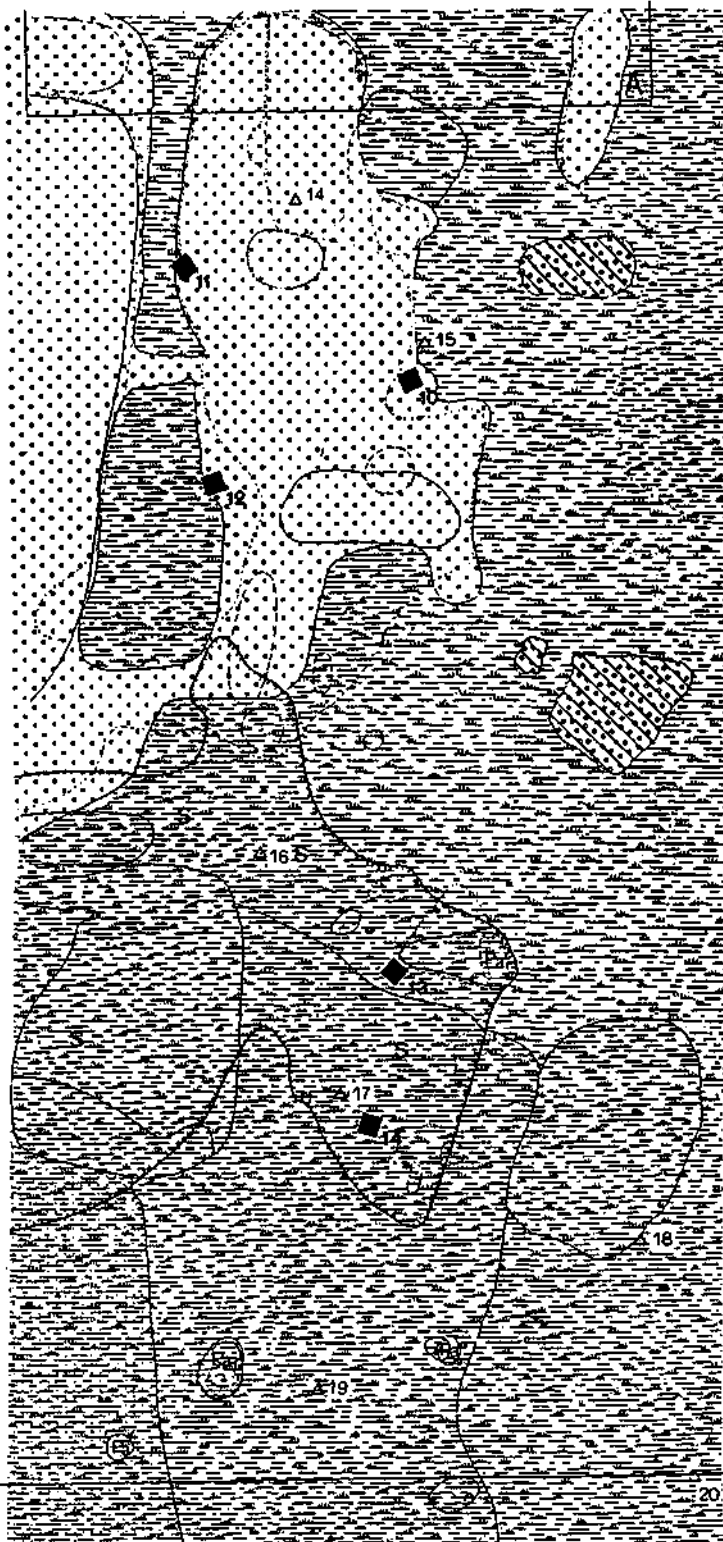
Echelle :



50

B

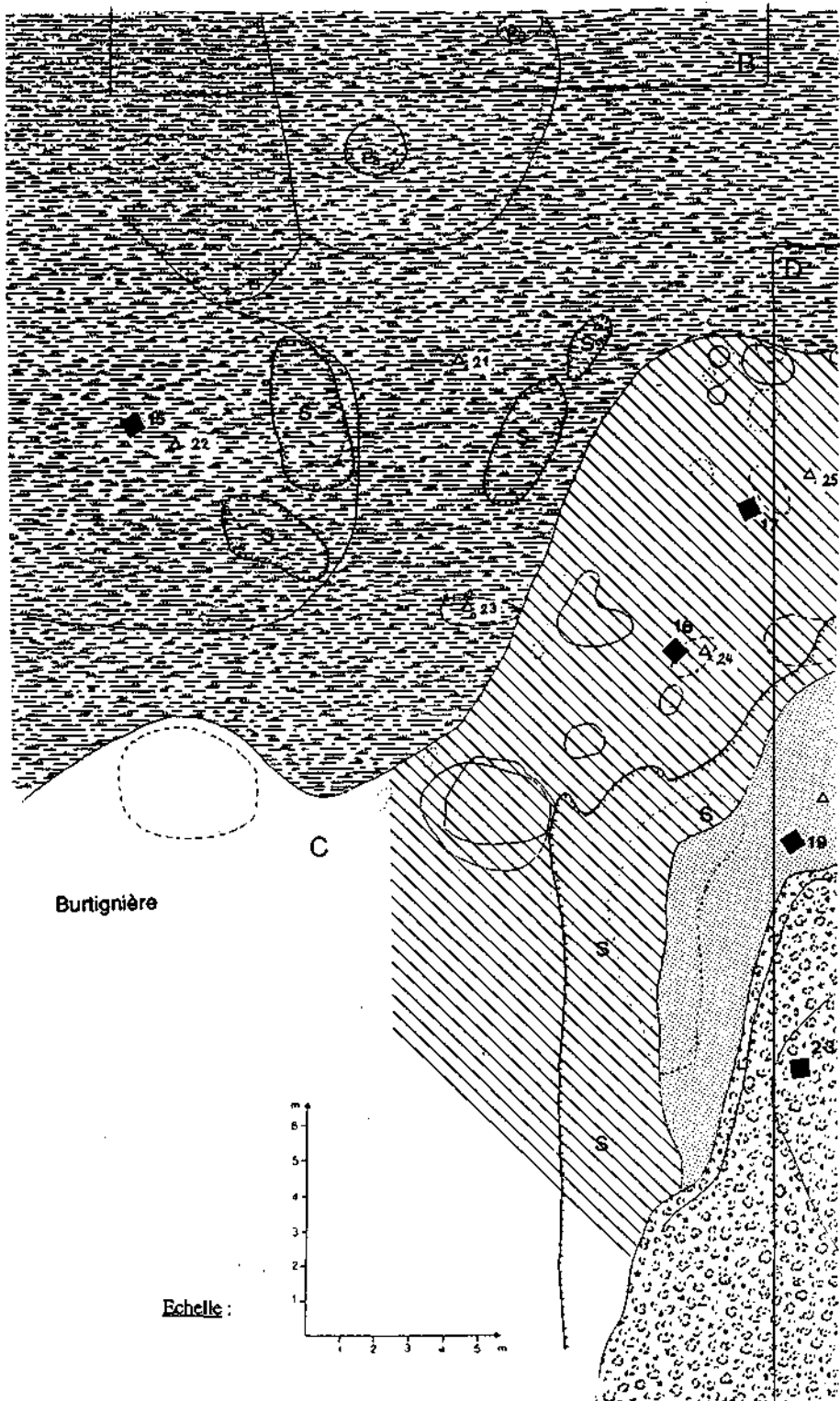
Burtignière

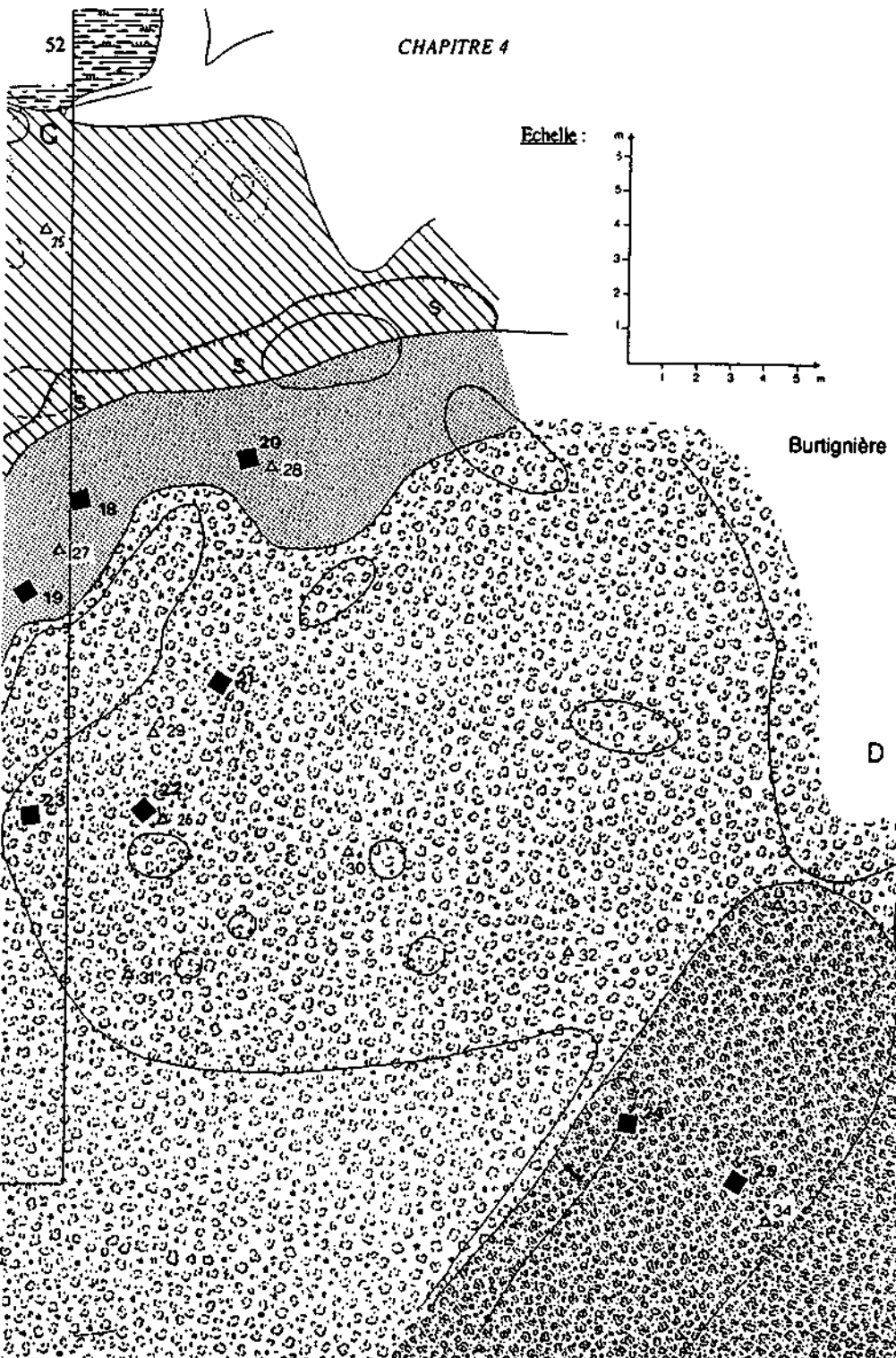


Echelle :



C





2.1.2. Les Sagnes de Praz Rodet /VD (objet 36, coord. 502.900/157.950)

Seul d'orientation nord-nord-ouest, ce contact relie pâturage et haut-marais. Le pâturage, en pente raide, vient buter après un faible replat, contre un canal de dérivation qui entraîne les eaux de ruissellement vers l'ouest. Ces eaux rejoignent l'ancien tracé de l'Orbe qui séparait les deux tourbières formant les Sagnes de Praz Rodet.

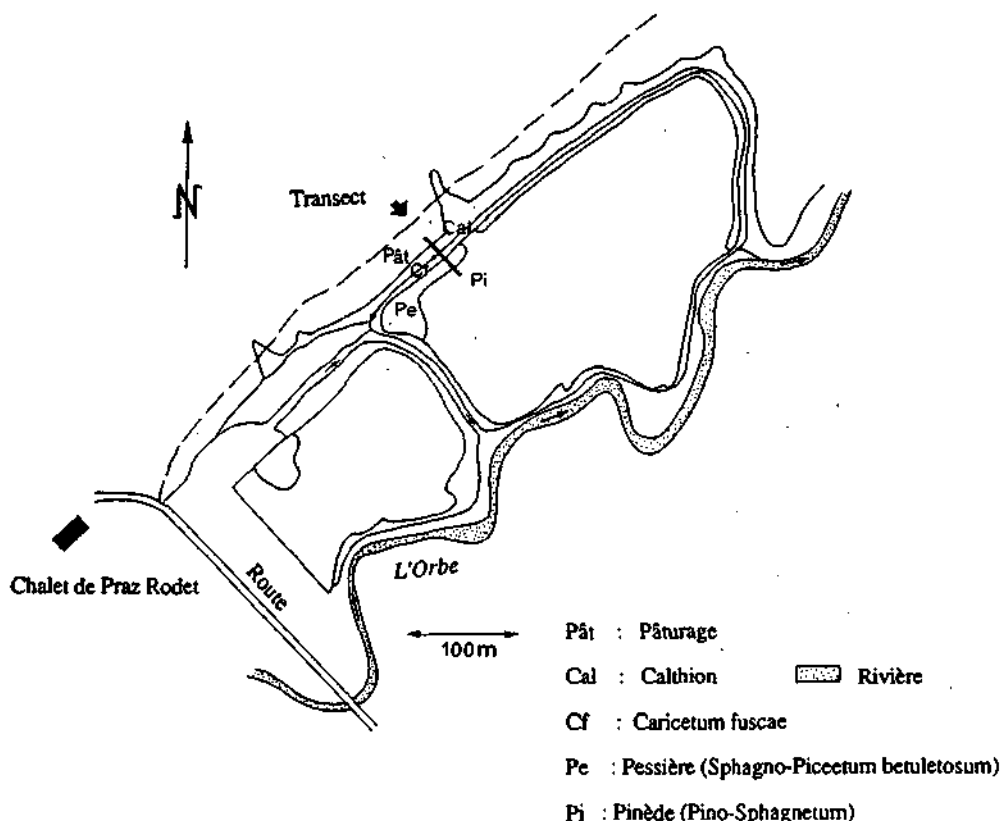


Figure 4.6: Sagnes de Praz Rodet. Situation du transect choisi. Carte simplifiée d'après Gallandat (1982). Pour le détail des différentes associations, se référer à cet auteur.

Cette tourbière a été choisie pour des raisons de proximité géographique et parce qu'à la différence de La Burtignière, elle présente une transition rapide entre pâturage et tourbière. Sa bordure nord est en effet très étroite et l'aspect de la végétation change environ tous les deux mètres. La pression du bétail y est nettement plus forte. Sous le couvert des premiers arbres (bouleaux, épicéas et pins), le sol est par endroit labouré par les sabots. Il se trouvait heureusement quelques endroits peu fréquentés par les vaches et c'est l'un d'eux que nous avons retenu.

Description générale

La zone étudiée s'étend sur 28 mètres. Le pâturage, humide à cet endroit, fait place à une zone intermédiaire à *Juncus inflexus* et *Polygonum bistorta*. *Scirpus silvaticus* annonce déjà les abords du canal, où il est fortement implanté, avec *Carex rostrato*. Au-delà, on passe à un bas-marais acidocline et l'on note la présence des premières sphaignes, de *Potentilla erecta* et de *Viola palustris*. *Anthoxanthum odoratum*, particulièrement dynamique, côtoie *Carex echinata*. La pente remonte désormais: sphaignes (*Sphagnum recurvum mucronatum*), *Eriophorum vaginatum* et *Polytrichum commune* donnent le ton. Les myrtilles (*Vaccinium myrtillus*) annoncent la maigre ceinture d'épicéas et de bouleaux, à laquelle très vite se mêlent les pins. Dans la pinède, on est aussitôt frappé par la faiblesse et l'homogénéité de taille des arbres (environ 3 mètres). Son aspect n'est pas typique d'un Pino-Sphagnetum (peu de *Vaccinium uliginosum*), mais fait plutôt penser à un "Sphagnetum magellanici boisé".

Groupements végétaux rencontrés :

Les zonations est la suivante :

- Festuco-Cynosuretum
- Cirsio-Juncetum effusi
- Caricetum fuscae
- Sphagno-Piceetum betuletosum
- Pino-Sphagnetum

L'impact du bétail est autrement plus important qu'à La Burtignière. Les vaches et génisses piétinent allègrement et "enrichissent en éléments azotés" le bord de la tourbière, se réfugiant sous les arbres où elles trouvent protection et grattoir favori. Le chemin situé à mi-pente est de plus régulièrement emprunté par les vachers pour déverser les surplus des fosses à purin en contrebas, vers la tourbière.

Emplacements exacts des pièges: quelques précisions

Chaque unité de végétation ne comporte ici que deux pièges, et par conséquent deux relevés.

Les relevés 1 et 2 sont situés dans le pâturage. Le sol brun est ici très tassé par le passage régulier du bétail. Des plantes légèrement acidophiles à valence écologique large sont déjà présentes (*Anthoxanthum odoratum*, *Carex nigra* et *Nardus stricta* hors relevé). Très vite, on perçoit l'influence du canal de dérivation naturel des eaux (*Scirpus silvaticus* et *Juncus effusus*).

Le relevé 3 se situe juste en bordure du ruisseau, côté pâturage (beaucoup de *Climacium dendroides*, belle touffe de *S. silvaticus*). La parcelle où se trouve le relevé 4 est envahie par l'eau la majeure partie de l'année (*Carex rostrata* abondant). Bien que le marais soit encore basicline, quelques nouvelles acidophiles à large amplitude font leur apparition (*Potentilla erecta*, *Viola palustris* et *Potentilla palustris*). *C. dendroides* ne franchit pas le canal côté tourbière, à une exception près: une belle touffe entoure une pierre qui a été posée sur la rive. Ceci illustre bien l'importance de ions Calcium (Ca^{2+}) pour cette mousse.

Le relevé 5 constitue en quelque sorte le pendant acide du 3, puisque situé juste en face sur la rive sud du canal. Il est à cheval sur deux groupements végétaux et comprend des éléments du *Cirsio-Juncetum effusi* et du *Caricetum fuscae*. *Sphagnum recurvum mucronatum* forme un tapis continu. Le relevé 6 se trouve véritablement dans le *Caricetum fuscae*, mais le bas-marais, très humide, n'est encore que faiblement acide.

Les relevés 7 et 8 correspondent à une bande où *Polytrichum commune* forme de gros coussinets parmi les sphaignes. *Eriophorum vaginatum* fait de belles touffes. Le *Caricetum fuscae* est plus acide et plus sec.

Le *Sphagno-Piceetum betuletosum* n'est que très peu développé. Le piège 9 est au pied d'un gros épicéa (*Picea abies*). Sous les myrtilles (*Vaccinium myrtillus*), plusieurs espèces de mousses recouvrent le sol. La situation du piège 10, au pied d'un pin, est tout autre. La zone est plus ouverte, plus sèche, et les mousses sont peu abondantes.

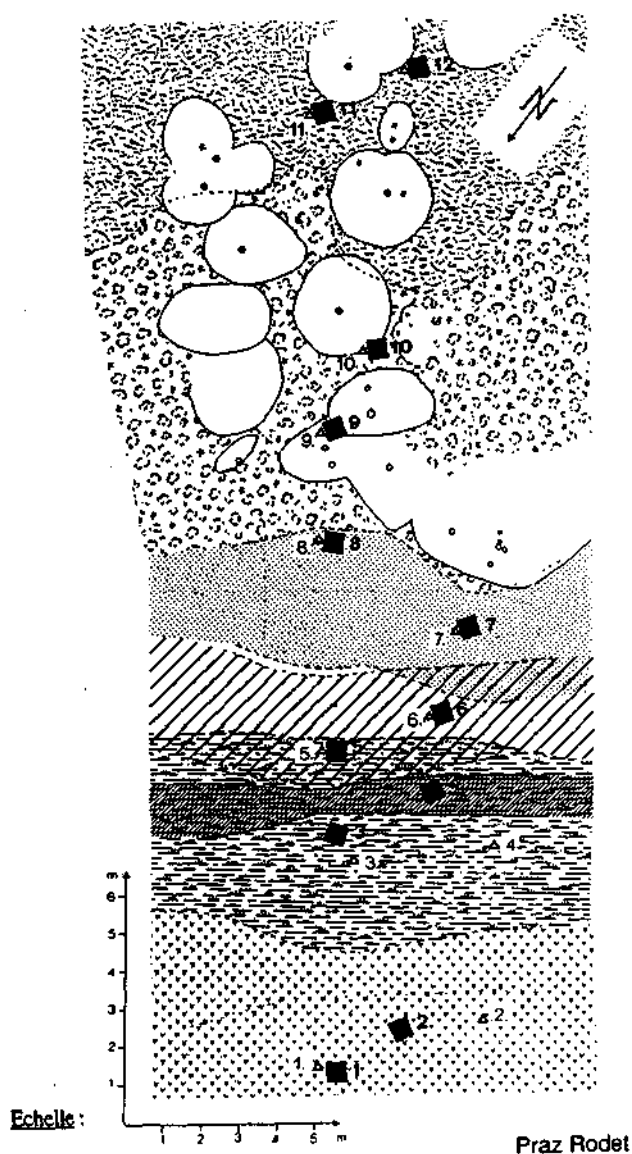
Les relevés 11 et 12 correspondent au *Pino-Sphagnetum*. Le 11 est sur un replat, légèrement en creux (*Sphagnum recurvum*, très peu de *Sphagnum magellanicum*) et le 12 sur une butte de *S. magellanicum*.

Figure 4.7: *Praz Rodet / VD*. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1991.

La projection verticale des frondaisons des différents arbres est figurée en blanc. Les sphaignes (*S. recurvum mucronatum*) apparaissent dès qu'on a passé le canal de dérivation naturel des eaux.

Légende :

-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Pâturage
-  Ruisselet du canal (naturel)
-  Zone d'influence du canal (marqué par *Scirpus silvaticus*)
-  *Anthoxanthum odoratum* très abondant (*Caricetum fuscae* humide et peu acide)
-  *Eriophorum vaginatum* (*Caricetum fuscae* plus sec et plus acide)
-  *Vaccinium myrtillus* (*Sphagno-Piceetum betuletosum*)
-  Pino- *Sphagnetum* primaire
-  *Betula pubescens* (tronc)
-  *Pinus mugo* (tronc)
-  *Picea abies* (tronc)



2.2. Les contacts résultant de l'exploitation de la tourbe

Il n'était pas possible d'inventorier tous les types de contacts existant entre marais et zone agricole. Nous avons dû faire des choix, compte tenu du temps à consacrer à cette étude et de l'abondance du matériel à traiter.

Après avoir fait le tour de plusieurs tourbières, nous avons retenu quatre sites, tous d'orientation sud-ouest. Trois zones de transition comprennent un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et la quatrième est un contact étroit présentant un drain à ciel ouvert. Ceci évoque quelque peu les canaux de dérivation naturels tels qu'on les observe à la vallée de Joux.

La première station (Cachot 16.2), relativement sèche, ne présente pas de pente marquée et les eaux de ruissellement n'ont apparemment pas d'influence sur le marais. Elles s'écouleraient plutôt en direction d'une doline située plus à l'ouest. La seconde (Cachot 16.4) illustre un contact étroit entre agriculture et marais, situation fréquemment rencontrée. La troisième, "Vers le Maix Rochat 13S", est le pendant humide du Cachot 16.2. Ici, la pente descend vers le marais abaissé et l'on peut supposer une influence des fertilisants. La dernière station, "Vers le Maix Rochat 13E", est un pâturage sur tourbe, où la pente descend vers une zone à *Eriophorum vaginatum* très dégradée.

2.2.1. La tourbière du Cachot /NE (objet 16.2, coord. 541.250/206.200)

Son vrai toponyme est la "tourbière du Bas-du-Cerneux". Elle constitue l'objet 16 de l'Inventaire fédéral, unité 2. Elle sera désignée sous le nom "Le Cachot 16.2" (carte nationale 1: 25'000 n°1143 "Le Locle"). Ce lambeau de 7 ha faisait partie d'un ensemble plus vaste, dont il ne reste aujourd'hui que cinq unités disjointes, dont un minuscule boqueteau.

La zone étudiée résulte du choix fait en 1976 par le nouvel agriculteur exploitant le domaine jouxtant la tourbière côté sud. Il a décidé, contrairement à son prédécesseur, de ne pas faucher jusqu'au pied des anciens murs d'exploitation. L'ancien pré à litière a fait place à un marais abaissé sur l'ensemble de la bande longeant la tourbière côté sud. On peut repérer sans difficulté les limites du domaine, car un tel choix n'est pas fréquent.

Description générale :

La transition s'étend sur 51 mètres de long. La distance séparant la prairie de fauche permanente de l'ancien mur d'exploitation est de 21.5 mètres. Cette zone est occupée par un faciès à *Eriophorum vaginatum* et à *Molinia coerulea*. Les sphaignes (*Sphagnum capillifolium capillifolium*) sont rares, mais quelques taches progressent d'année en année.

La couche de marnes se situe à une profondeur de 80-85 cm dans le champ et le marais abaissé.

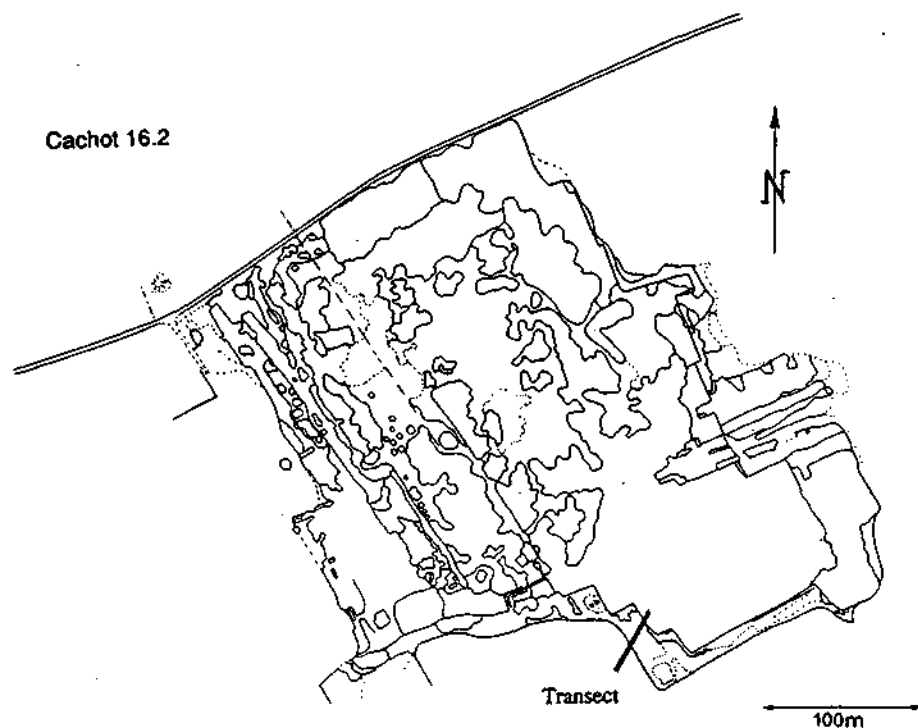


Figure 4.8: La tourbière du Cachot 16.2. Situation du transect choisi. Carte publiée avec l'aimable autorisation du bureau "Ecoconseil".

Groupements végétaux rencontrés :

Le long du transect, la toposéquence est la suivante :

- prairie de fauche permanente (proche de l'Arrhenaterion, avec quelques éléments rappelant le

Polygono-Trisetion. C'est en quelque sorte un "Arrhenaterion d'altitude")

- zone de moindre productivité régulièrement fauchée à *Festuca rubra*, *Polygonum bistorta* et *Anthoxanthum odoratum*. Premières *Viola palustris* et *Potentilla erecta*.
- bande occasionnellement fauchée à *Luzula multiflora* et *Agrostis capillaris*, parfois à *Carex nigra* et *Rumex acetosella*. Premiers *Eriophorum vaginatum* et *Molinia coerulea* qui, suite à la fauche, ne forment pas de touradons.
- Faciès à *Eriophorum vaginatum* et *Molinia coerulea* (quelques rares taches de *Sphagnum capillifolium*). Touradons bien développés.
- pied de l'ancien mur d'exploitation. Présence de *Dryopteris carthusiana*.
- mur partiellement effondré haut de 1.5 mètres (pente : 110 %). Tourbe nue et *Calluna vulgaris*.
- sommet du mur. *Vaccinium uliginosum* retombe le long du mur.
- pinède sèche sans sphaignes, avec mousses (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*)
- pinède plus humide avec sphaignes.

Bien qu'altérée, la pinède est d'origine primaire. Les sphaignes (*Sphagnum magellanicum*) ne sont présentes qu'à l'extrémité nord-est de la zone étudiée.

Sur ce contact, la pente est extrêmement faible: la zone donne l'impression d'être plate. Néanmoins, les eaux de ruissellement du champ s'écoulent vers le sud en direction d'une doline. Dans cette idée, nous avons disposé nos pièges sur une bande longeant cet axe. En période d'inondations, le marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* n'est pas touché, alors que les eaux ont envahi le pré. Les fertilisants répandus dans le champ n'ont apparemment pas accès au marais.

Deux coupes sont effectuées chaque année. Les foins ont lieu la seconde quinzaine de juillet et les regains à la fin août. La prairie est occasionnellement réensemencée, sans jamais passer par une phase de terre ouverte. C'est une prairie engraisée (fumier au printemps ou en automne, purin ou engrais azoté après les foins), plutôt fraîche, où la productivité est bonne. Le foin est de qualité, très énergétique (beaucoup de Graminées, très peu d'*Anthriscus silvestris* et peu de *Ranunculus acer*), mais contient très peu de fleurs.

Pour abaisser le pH et favoriser la productivité, des scories sont répandues tous les cinq ans.

Après les regains, l'herbe qui a repoussé est pâturée jusqu'en octobre (rotations sur la parcelle).

Emplacements exacts des pièges: quelques précisions

Les relevés 1, 2, 3, 3B proviennent de la zone la plus productive du champ.

Les relevés 4, 5 et 6 constituent un ensemble hétérogène. Le 4, dans un léger creux, marque une nette affinité avec le premier groupe (*Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, mais pas de *Festuca rubra*). Le 5, sur un replat plus sec, annonce clairement la bande à *Agrostis capillaris*. Le 6 se trouve dans une dépression humide (*Viola palustris*): hors relevé, on note la présence de *Rhyidiadelphus squarrosus* et de *Climacium dendroides*.

Les relevés 7 et 7B sont sur des coussins de *Polytrichum strictum*. Beaucoup de *Luzula multiflora* et d'*Agrostis capillaris*. Le 7B est en contact avec une zone à *Polygonum bistorta*. Le 8 occupe un petit touradon d'*Eriophorum vaginatum*. *L. multiflora* et *A. capillaris* se font plus rares.

Le relevé 9 fait nettement partie du marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et *Molinia coerulea*. Il est posé sur une tache de *Sphagnum capillifolium* entre les touradons, tout comme le 10. Le 10B et le 11 sont sur de gros touradons d'*E. vaginatum*. Le 12 et le 13B sur de petits touradons d'*E. vaginatum*, mêlés de *M. coerulea*. Le 13 est en partie sur un touradon colonisé par *Calluna vulgaris*. Le 14 est entre les touradons. Aux environs immédiats, *M. coerulea* se fait nettement plus présente.

Au pied du mur, le 15 est sur une légère pente, à l'ombre d'un *Pinus uncinata*. On retrouve encore les plantes du marais abaissé et un beau coussin de *S. capillifolium*, *Vaccinium uliginosum* est tout proche. Le 16 est sur une zone plus basse, rarement ombragée. C'est un lieu de passage régulier qui permet d'accéder au sommet du mur: la tourbe y est bien tassée (*Campylopus pyriformis*). Sur le relevé même, la végétation herbacée se résume à quelques petites touffes, mais la litière de Molinie est abondante. C'est encore plus marqué en 16B.

Le relevé 17 englobe quelques *Calluna vulgaris* et une zone de tourbe nue. Le relevé 18 également, mais le piège ne recouvrait que la tourbe nue.

Le relevé 19 dans la pinède sèche bénéficie encore d'un bon ensoleillement, contrairement au 20. Les mousses sont abondantes, mais il n'y a pas de sphaignes.

Seul le 21 comprend des sphaignes (*Sphagnum magellanicum*). *Pleurozium schreberi* marque encore une tendance à l'assèchement.

N.B: Les codes des pièges munis d'un "B" correspondent aux pièges de 1992. Dans les tableaux faunistiques et analyses, ces pièges sont codés Ca.92.01 à Ca.92.05. La correspondance est la suivante:

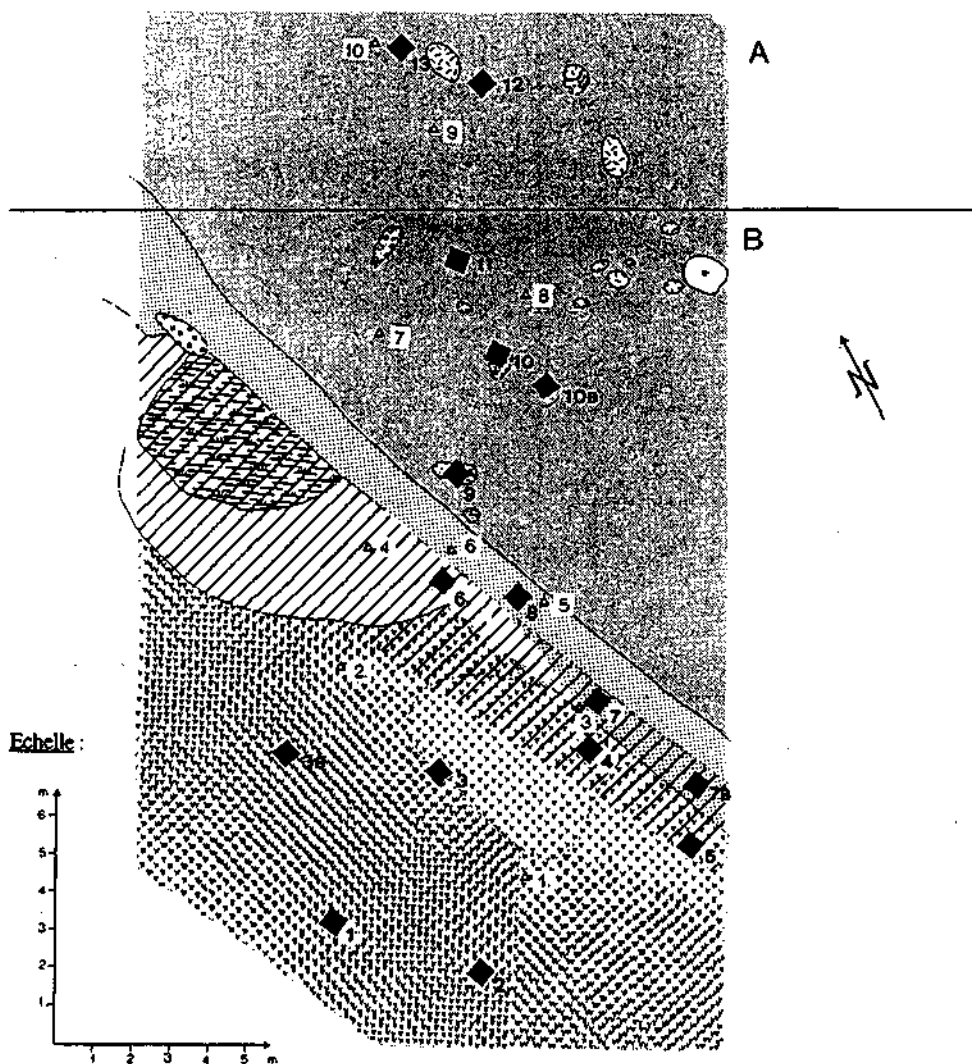
3B = Ca.92.01 7B = Ca.92.02 10B = Ca.92.03 13B = Ca.92.04 16B = Ca.92.05

Figure 4.9. : Le Cachos 16.2 I NE. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1991.
La projection verticale des frondaisons des différents arbres apparaît en blanc.
Les pièges 1992 sont notés 3B, 7B, 10B, et 13B et nan pas 1, 2, 3, 4, et 5.

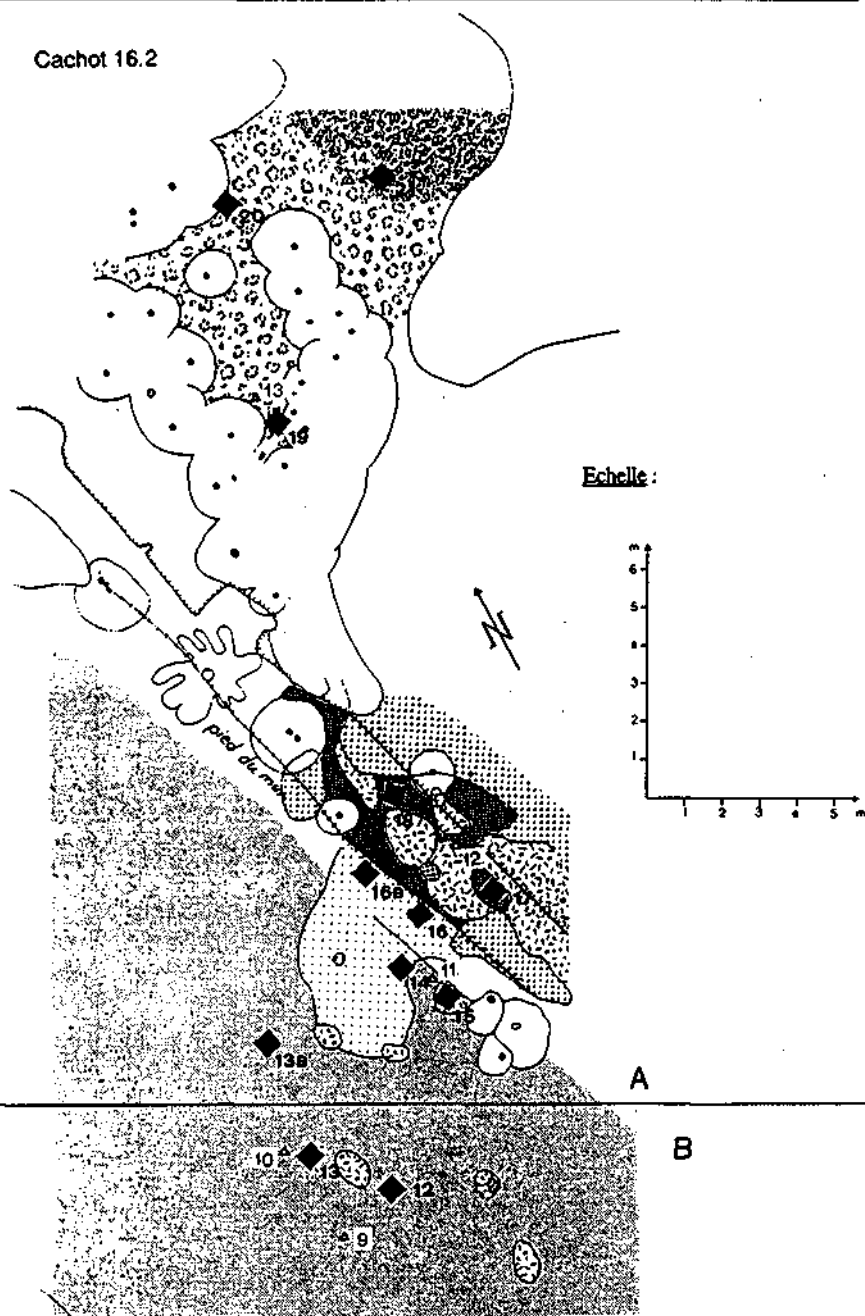
Légende :

-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Prairie de fauche permanente (forte productivité)
-  Prairie de fauche permanente (productivité plus faible)
-  *Anthoxanthum odoratum* très abondant
-  Creux humide à *Carex canescens* et *Viola palustris*
-  Touffe de *Filipendula ulmaria*
-  Bande encore fauchée où *Eriophorum vaginatum* de fait pas de touradons
-  Faciès à *Eriophorum vaginatum*, *Molinia coerulea* et mousses
-  Sphaignes (*Sphagnum capillifolium capillifolium*)
-  Zone à *Molinia coerulea* seule
-  *Calluna vulgaris*
-  *Vaccinium uliginosum*
-  Tourbe nue
-  Pinède primaire sèche sans sphaignes
-  Pinède primaire avec sphaignes
-  *Betula pubescens* (tronc)
-  *Pinus mugo* (tronc)
-  Limite supérieure du mur d'exploitation (hauteur: environ 1.5 m, pente 45°)
-  Limite inférieure du mur d'exploitation

Cachot 16.2



Cachot 16.2



2.2.2. La tourbière du Bas-Belin (objet 16.4, coord. 540.370/206.000)

Ce site fait également partie de l'objet 16. Nous l'appellerons "Le Cachot 16.4" (cartes nationales 1: 25'000 n°1143 "Le Locle" et n°1163 "Travers").

Dans la zone considérée, le contact entre agriculture et tourbière est très étroit. Un drain à ciel ouvert, envahi par une mégaphorbiée à *Filipendula ulmaria* et *Cirsium rivale* sépare la prairie de fauche de la tourbière. Il collecte les eaux chargées du champ provenant des abords immédiats et semble protéger le haut-marais.

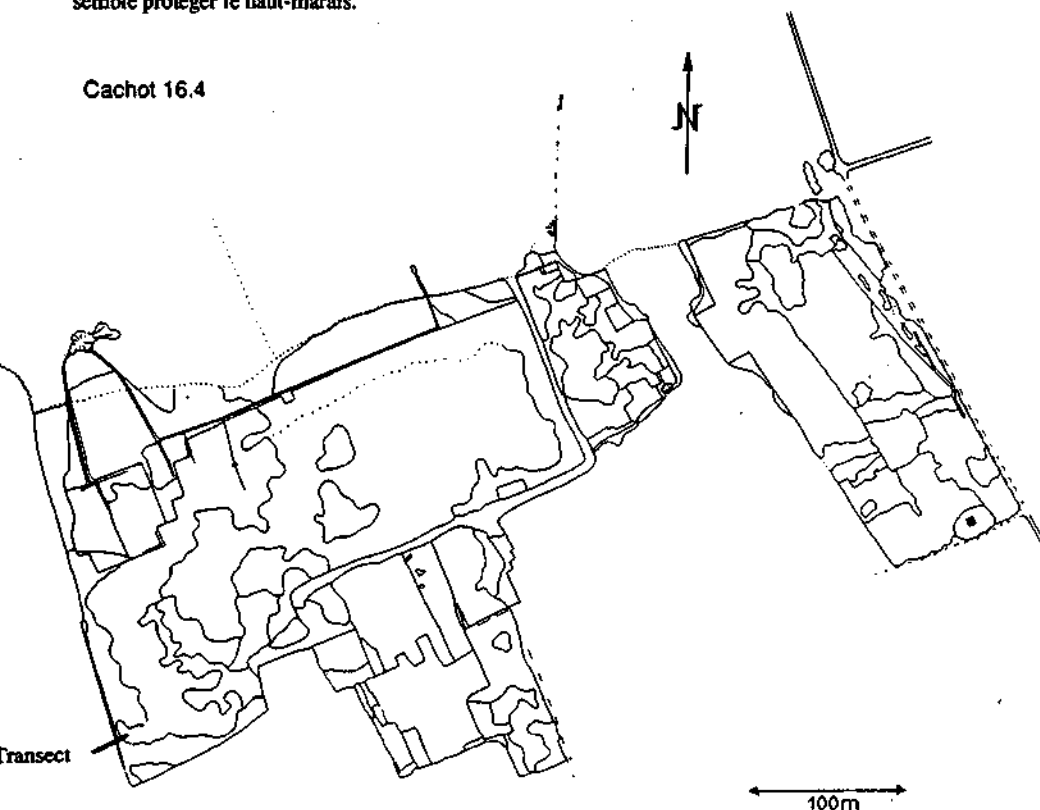


Figure 4.10. : La tourbière du Cachot 16.4. Situation du transect choisi. Carte publiée avec l'aimable autorisation du bureau "Ecoconseil".

Description générale

Il n'y a pas de véritable mur d'exploitation, mais le seuil de la tourbière est légèrement plus élevé que le champ (d'environ 30 centimètres). La lisière de *Betula pubescens* prend pied sur une étroite bande très hétérogène. On pénètre ensuite dans une pinède d'origine secondaire, sans sphaignes. La zone avait été râlée et préparée pour l'exploitation (visible sur les photos aériennes de 1955). Une pinède d'origine primaire la jouxte au nord.

La prairie, relativement fraîche, est fortement engraisée; *Anthriscus silvestris* y est très abondant. Si la productivité est forte, la qualité du foin s'en ressent. On est donc d'autant plus surpris de trouver une magnifique bande fleurie, large de trois à quatre mètres juste avant le drain. Cette zone est pourtant engraisée comme sa voisine. Le drain entraîne-t-il les eaux et les fertilisants suffisamment rapidement pour en empêcher l'eutrophisation excessive ? Selon Y. Matthey (com.pers.), la présence d'un dôme morainique à faible profondeur (un mètre à un mètre et demi) jouerait un rôle filtrant salutaire.

Dans le champ, la marne est à 60 cm de profondeur, mais à plus d'un mètre dans la tourbière (données Ecoconseil).

Groupelements végétaux rencontrés :

La toposéquence est la suivante:

- prairie de fauche permanente à *Anthriscus silvestris* ("Arrhenatherion d'altitude")
- prairie de fauche, bande fleurie tendant vers le Calthion (Trollio-Cirsietum)
- mégaphorbiée sur le drain ("Aconito-Filipenduletum")
- lisière hétérogène sur tourbe (faciès à *Molinia coerulea* et *Polygonum bistorta*, zone sous influence prairiale à *Festuca rubra*, zone de tourbe nue à *Polytrichum strictum*)
- lisière à *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia* et *Populus tremula*. Sous-bois à *Vaccinium uliginosum* et *Vaccinium myrtillus*
- pinède secondaire sans sphaignes à *Vaccinium myrtillus* et *Vaccinium uliginosum*
- pinède secondaire avec sphaignes

Les eaux du drain et de l'essentiel du champ s'écoulent vers un emposieu, au sud-ouest. A la fonte des neiges, des écoulements importants font de cette zone un endroit rapidement dégagé. Contrairement à la précédente, la station en plein champ est ombragée le matin, car en juin, l'ombre des arbres du marais s'étend encore sur les pièges jusqu'à onze heures et demi.

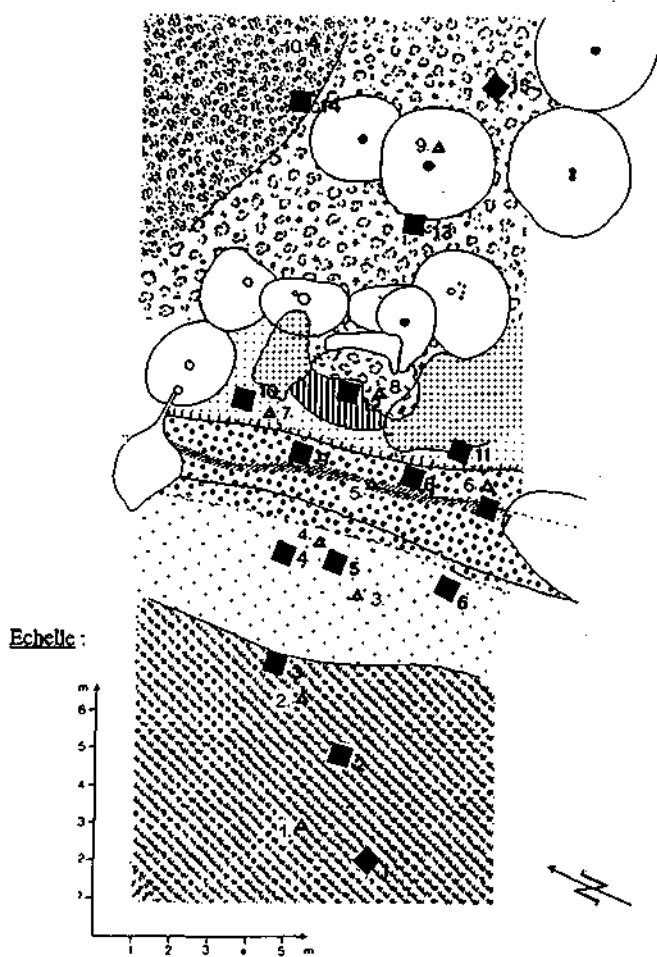
En corollaire d'un mode d'exploitation plus intensif, les foins ont lieu la dernière semaine de juin et les regains à mi-août. Ensuite, la parcelle sert occasionnellement de pâture jusqu'à l'automne.

Figure 4.11: Le Cachot 16.4 / NE. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1992.
La projection verticale des frondaisons des différents arbres apparaît en blanc.

Légende :

-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Prairie de fauche permanente (forte productivité)
-  Prairie de fauche: bande fleurie (*Trollio-Cirsietum*)
-  Mégaphorbiée
-  Ruisselet du canal de drainage
-  Mur d'exploitation (hauteur: 30 cm)
-  *Molinia coerulea* et *Festuca rubra*
-  *Polytrichum strictum* (gazon)
-  *Vaccinium uliginosum*
-  Pinède secondaire sèche sans sphaignes
-  Pinède secondaire avec sphaignes
-  *Betula pubescens* (tronc)
-  *Pinus mugo* (tronc)

Cachot 16.4



Emplacements exacts des pièges: quelques précisions

Les relevés 1, 2 et 3 se situent dans le pré, qui est la plus grasse des prairies permanentes inventoriées. Les nitrophiles telles *Poa trivialis* et *Anthriscus vulgaris* en soulignent le caractère eutrophe. La densité de cette dernière espèce diminue progressivement du relevé 1 au 3, qui se situe juste à la limite du changement de flore.

Les relevés 4, 5 et 6 illustrent la bande fleurie à *Cirsium rivale*. Le 6 se situe en contre-bas, dans une zone plus riche en azote.

Les relevés 7, 8 et 9 occupent le drain, qui est périodiquement à sec. Le degré d'eutrophisation augmente du 9 au 7, pour aboutir à une zone envahie par *Urtica dioica*.

Sur le seuil de la tourbière, à la lisière de la forêt, les relevés 10, 11 et 12 constituent chacun un cas particulier. Les espèces légèrement acidophiles habituelles sont présentes (*Potentilla erecta*, *Luzula multiflora* et *Carex nigra*). Le 10 est dominé par *Molinia coerulea* et *Festuca rubra*. Le 11 est à cheval sur 3 types de végétation. Il comprend des éléments nitrophiles appréciant les sols très humides (*Ranunculus aconitifolius*, *Geum rivale*, *F. ulmaria* et *P. trivialis*), des Chaméphytes (*Vaccinium uliginosum* et *V. myrtillus*) qui annoncent la forêt et une zone herbacée qui, en plus humide, rappelle le 10. A la limite immédiate de la forêt et très ombragé, le relevé 12 compte peu de végétation herbacée (*L. multiflora*), mais des mousses supportant bien l'assèchement sont présentes (*Polytrichum strictum* et *Pleurozium schreberi*).

Les relevés 13 et 15 correspondent à la pinède secondaire sèche, à laquelle se mêlent quelques rares bouleaux. Il y fait sombre et les mousses sont rares (un peu de *P. schreberi*). Le relevé 14 tranche nettement avec les deux précédents. Il provient d'une zone plus ouverte riche en mousses, où la cicatrisation entre pinède primaire (hors carte) et pinède secondaire s'opère doucement (*S. capillifolium capillifolium*).

2.2.3. La tourbière "Vers le Maix Rochat 13S" (objet 13, coord: 539.400/204.950)

Les gens du pays désignent la tourbière "Vers le Maix Rochat" (objet 13) sous le nom de "Marais de la Châtaine", tout comme sa voisine située à l'ouest du hameau du même nom (objet 17). Nous avons installé deux batteries de pièges sur cette tourbière en forme de "U", l'une sur la frange sud-ouest, l'autre sur la branche est, mais toujours selon une orientation sud-ouest. Elles porteront respectivement les noms de "Vers le Maix Rochat 13 Sud" et "Vers le Maix Rochat 13 Est" (carte nationale 1: 25'000 n°1163 "Travers"). Nous abrègerons souvent le nom de ces deux stations, la forme la plus condensée étant MR13S et MR13E.

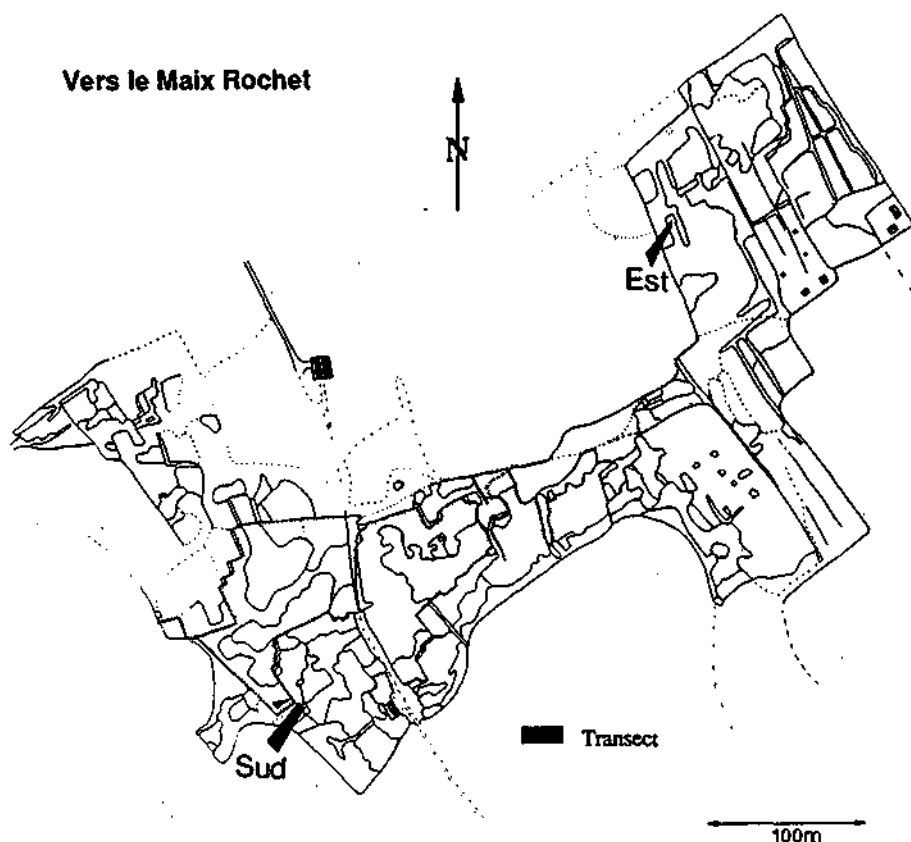


Figure 4.12: La tourbière de Vers le Maix Rochat. Situation des transitions choisies. Carte publiée avec l'aimable autorisation du bureau "Ecoconseil".

Description générale

Le "Vers le Maix Rochat 13 Sud" est un contact entre prairie de fauche sur tourbe et tourbière. La pente s'oriente nettement de la prairie vers le marais. La zone retenue est un décrochement en "U" à l'intérieur de la tourbière occupé par un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum*. Ce faciès s'étend sur 16 mètres et sépare la prairie de l'ancien mur d'exploitation. L'eau s'écoule dans cette encoche et s'accumule à l'angle nord-est. *Angelica sivestris* marque le site de sa présence. Au pied du mur nord, on trouve un bel exemple de creuse (ancien canal d'exploitation). Profitant

d'un décrochement en retrait, un radeau flottant de sphaignes s'y est développé.

La marne est à plus de 1 mètre sur l'ensemble de la transition (données Ecoconseil).

Des trois prairies de fauche considérées, c'est la plus mouillée. L'influence du Calthion s'y fait nettement sentir. Beaucoup de graminées et de trèfles, très peu d'*Anthriscus silvestris*, le foin est de bonne qualité, même s'il contient un peu trop de *Ranunculus acer*. On note à nouveau une baisse de la productivité aux abords du marais.

Une bande humide fauchée à la main, directement dans la ligne d'écoulement des eaux, sépare la prairie du faciès à *Eriophorum*. Elle ne subit pas le tassement dû aux passages des tracteurs. Elle est prolongée au sud-sud-est par une zone régulièrement fauchée à la machine, légèrement en retrait par rapport à l'axe principal du transect. Cette zone, plus sèche, se trouve juste au pied d'un mur de tourbe peu élevé, n'appartenant pas à l'encoche.

Bordé sur trois côtés par d'anciens murs d'exploitation, le marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* peut être subdivisé en deux zones principales: une relativement sèche et une seconde où se rencontrent les esux provenant du champ et de la nappe d'eau propre à la tourbière qui alimente la creuse. Très humide, voire détrempée (*Potentilla palustris* est bien représentée), cette zone est envahie par *Angelica silvestris*, indicatrice d'écoulement. Cette zone est également riche en mousses.

Les murs d'exploitation sud et est sont peu élevés. La tourbe a été exploitée sur un peu plus d'un mètre d'épaisseur. Côté est, la lande sèche à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium uliginosum* est envahie par *Festuca rubra*.

Le mur nord est par contre beaucoup plus élevé. Seule la végétation d'origine a été éliminée et le niveau de la tourbière n'a pas été modifié. Une lande sèche à *Calluna vulgaris* colonise aujourd'hui les lieux et la tourbe nue est encore largement visible. Seule une zone plus interne à la tourbière où les conditions hydriques sont moins drastiques, voit le développement d'une lande plus humide à *Calluna vulgaris*, *Trichophorum caespitosum* et sphaignes. La couverture arborescente est faible, seuls quelques pins sont présents.

Groupelements végétaux rencontrés :

En résumé, les types de végétation rencontrés sont les suivants :

- prairie de fauche humide (bonne productivité): "Arrhenatherion d'altitude"
- prairie de fauche humide (productivité plus faible), premiers éléments du Calthion
- bande intermédiaire humide dans sa partie nord et médiane. Point de rencontre entre les espèces prairiales et celles du bas-marais acide. Quelques éléments du Calthion sont encore

présents. Zone plus sèche au sud à *Hieracium pilosella*, à rapprocher d'un point de vue hydrique, de la zone sèche du faciès à *Eriophorum*.

- faciès à *Eriophorum vaginatum* régulièrement inondé au nord. *Potentilla palustris* et *Angelica silvestris* bien représentées, les mousses sont abondantes. Au sud, faciès à *Eriophorum vaginatum* typique, plutôt sec. Peu de mousses, pas de sphaignes. *Angelica silvestris* est peu abondante.
- zone d'accumulation des eaux chargées au nord-est de l'encoche (*Deschampsia caespitosa*). Réapparition d'espèces du Calthion.
- lande sèche à *Calluna vulgaris* (mur de tourbe peu élevé), envahie par des espèces prairiales et des espèces de bas-marais acides (*Festuca rubra*, *Luzula multiflora* et *Potentilla erecta*).
- lande sèche à *Calluna vulgaris* (mur de tourbe élevé)
- lande de haut-marais à *Calluna vulgaris*, *Trichophorum caespitosum* et sphaignes. Quelques pieds d'*Andromeda polifolia* (*Sphagnion magellanici*).

Le seul engrais épandu sur le pré est du fumier de bovin. La parcelle n'a plus été chaulée depuis longtemps. Les foins ont lieu fin juin et les regains la deuxième quinzaine d'août. Par la suite, la prairie est utilisée comme pâture jusqu'à l'automne.

En période d'inondations et à la fonte des neiges, toute la zone est sous l'eau.

Emplacements exacts des pièges: quelques précisions

Les relevés 1, 2 et 3 ont été effectués dans la prairie, tout comme les 4, 5 et 6. La productivité végétale est plus faible sur ces trois derniers. *Anthoxanthum odoratum* et *Carex nigra* font leur apparition.

La bande humide fauchée à la main comprend les relevés 8 et 9. Elle est caractérisée par *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula multiflora*, *Festuca rubra*, mais aussi *Carex nigra*, *Potentilla erecta* et *Viola palustris*. *Angelica silvestris* annonce des fluctuations importantes du niveau d'eau. *Agrostis capillaris* apparaît également. Le relevé 7 provient de la zone plus sèche, située plus au sud. En terme de présence-absence, le cortège floristique est proche, bien qu'appauvri, de celui cité plus haut, mais les abondances-dominances sont très différentes. Les éléments les plus recouvants sont *Hieracium pilosella*, qui se développe en tapis, et *Carex canescens*. Pour les trois relevés, on notera la présence de *Climacium dendroides* et de *Rhytidadelphus squarrosus*, particulièrement abondant en 8 et 9. Cela indique qu'en surface le pH ne descend pas en dessous de 5 et qu'il est plus élevé en 8 et 9 qu'en 7. Ce n'est guère surprenant, puisque les relevés 8 et 9 se situent sur la ligne d'écoulement préférentiel des eaux en provenance du champ. Le piège 9B fut posé en 1993 dans la même zone.

Les relevés 10 et 11 sont situés dans la zone à *Eriophorum vaginatum* échappant à l'influence

directe des eaux de ruissellement. Ils se trouvent respectivement sur un gros tourradon et sur deux petits. Les relevés 12, 13 et 14, auxquels on peut adjoindre les 12B, 14B et 14C de 1993, correspondent au marais abaissé très humide, où *Angelica sivestris* se fait abondante. *R. squarrosus* et *C. dendroides* sont toujours bien présents. Le 12 et le 12B sont un peu en retrait par rapport à la ligne d'écoulement préférentiel des eaux. Des neuf emplacements situés dans l'encoche, le 13 et le 14 sont les plus détrempés. Le relevé 13 est sous l'eau au printemps et en automne et dès que les pluies ont abondantes.

Le relevé 15, situé à l'extrémité de l'encoche où aboutissent les eaux de ruissellement, se trouve sur une zone moins détrempée, caractérisé par le retour d'éléments prairiaux, parfois nitrophiles (*Deschampsia caespitosa*). *R. squarrosus* est toujours présent alors que *C. dendroides* ne figure pas dans le relevé.

Les relevés 16, 17 et 18 proviennent de la lande basse et sèche à *Calluna vulgaris* colonisée par *Festuca rubra*, alors que les relevés 20 et 21 illustrent la lande haute. Seul le relevé 19 correspond à la lande plus fraîche à *C. vulgaris*, *Trichophorum caespitosum* et sphaignes (*S. capillifolium capillifolium*). Il est partiellement ombragé par un *Pinus uncinata*.

N.B: Les codes des pièges munis d'un "B" sur la carte correspondent aux pièges de 1993. Dans les tableaux faunistiques et analyses, ces pièges sont codés MRS93.01 à MRS93.04. La correspondance est la suivante:

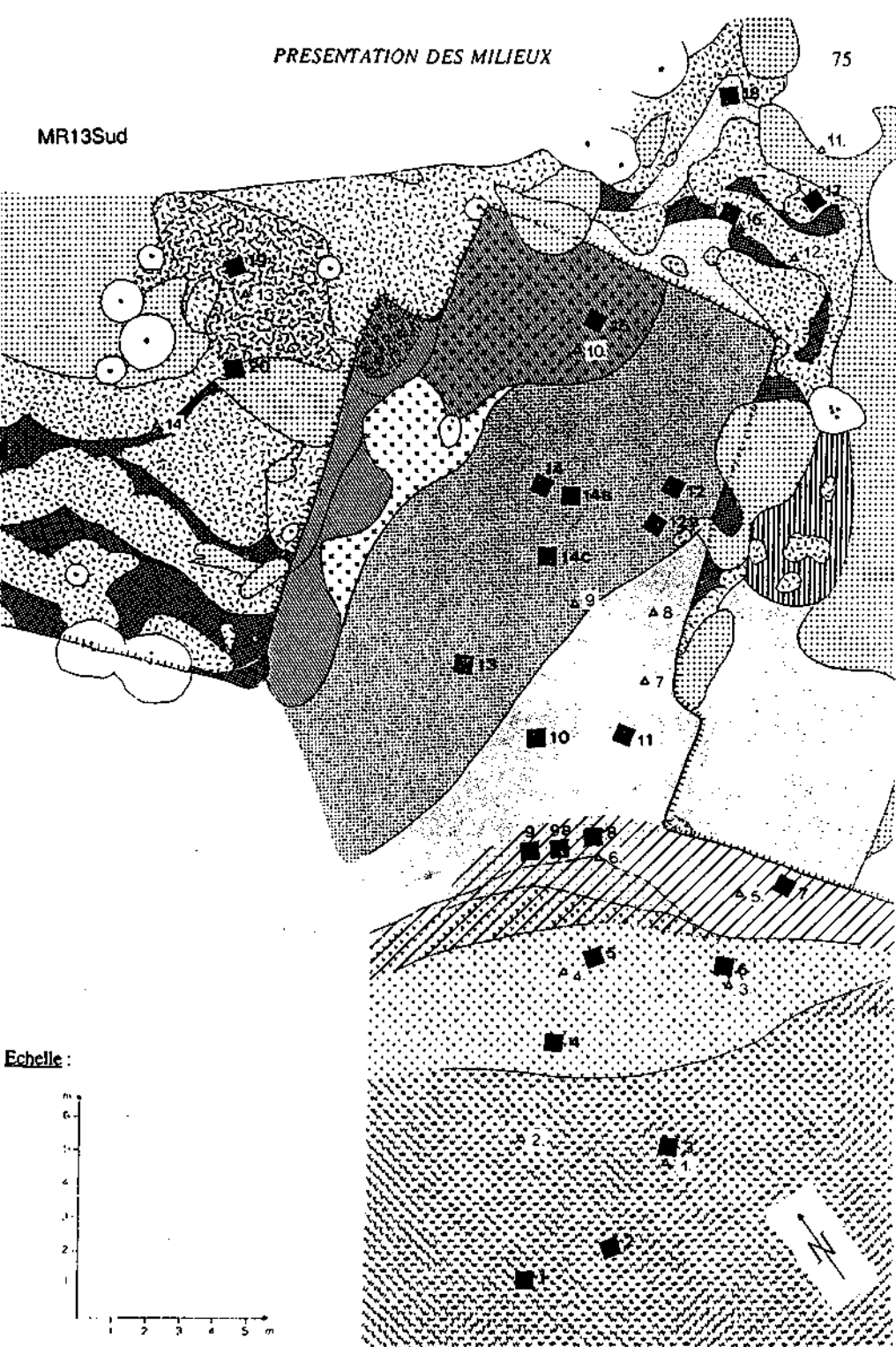
12B = MRS93.01 14B = MRS93.02 14C = MRS93.03 9B = MRS93.04

Figure 4.13: Vers le Maix Rochat 13 Sud / NE. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1992. La projection verticale des frondaisons des différents arbres apparaît en blanc. Les pièges de 1993 sont notés 12B, 14B, 14C et 9B et non pas 1, 2, 3, et 4.

Légende :

-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Prairie de fauche permanente (forte productivité)
-  Prairie de fauche permanente (productivité plus faible)
-  *Anthoxanthum odoratum* très abondant
-  Zone de contact humide fauchée à la main, à *Festuca rubra*
-  Faciès à *Eriophorum vaginatum* plutôt sec
-  Faciès à *Eriophorum vaginatum* humide, envahi par *Angelica silvestris*
-  Sphaignes (*Sphognum capillifolium/capillifolium*)
-  Zone de rencontre des eaux au pied du mur (*Caltha palustris*)
-  Ancienne creuse avec radeau de sphaignes et *Potentilla palustris*
-  *Festuca rubra* avec *Luzula multiflora* sur lande basse
-  *Calluna vulgaris*
-  *Vaccinium uliginosum*
-  Tourbe nue
-  Lande à *Calluna vulgaris* et *Trichophorum caespitosum*
-  *Betula pubescens* (tronc)
-  *Pinus mugo* (tronc)
-  Mur d'exploitation. Pour la lande basse (Em 16-17-18), sa hauteur est de 30 cm et pour la lande haute (Em 19-20-21) d'environ 1.50 m.

MR13Sud



2.2.4. La tourbière "Vers le Maix Rochat 13 E" (objet 13, coord. 539.670/205.350)

La station dite "Vers le Maix Rochat 13 Est" s'étend entre un pâturage sur tourbe et un haut-marais très dégradé, tant par l'exploitation que par les drainages. La zone de marais abaissé comptait en 1992 encore quelques rares touffes d'*Eriophorum vaginatum*, disparues en 1994.

Description générale

La pente s'oriente nettement du pâturage vers le marais. Les eaux de ruissellement empruntent pour une partie la faible dépression longeant la tourbière, juste en avant de la clôture. Elles aboutissent à une zone d'accumulation qui conduit à un collecteur. Le reste pénètre dans le marais abaissé dont le caractère prairial ne cesse de s'accroître au fil des ans. Il est bordé au sud par un terre-plein composé de remblais de tourbe, envahi par *Polygonum bistorta*, *Festuca rubra* et *Carex nigra*. A l'est, le marais abaissé bute contre un petit mur de tourbe haut d'une trentaine de centimètres, dont le front est envahi par *Molinia caerulea*. Au delà, s'étend une maigre lande à *Calluna vulgaris* où la tourbe nue apparaît en maints endroits.

La marne est à 55 cm de profondeur là où se situe la barrière séparant le pâturage de la tourbière. De part et d'autre, elle est à plus de 1 mètre de profondeur (données Ecoconseil).

La végétation du pâturage est bien différente d'un pâturage sur sol brun. *Cynosurus cristatus* notamment est totalement absent. La végétation réagit par taches, très sensible aux zones d'écoulement et aux changements de pente. La parcelle étudiée comprend deux secteurs: un à grandes graminées très productives (*Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis* et *Dactylis glomerata*) et un second relativement plus maigre où dominent *Festuca rubra* et *Agrostis capillaris*.

Les dégâts causés par les génisses ne sont pas trop importants dans cette zone, ce qui est loin d'être le cas sur l'ensemble du pâturage. Tant d'un point de vue agricole que d'un point de vue protection des marais, ce pâturage mériterait d'être largement abandonné.

Groupements végétaux rencontrés :

La zonation est la suivante :

- pâturage gras (creux). En fait, sa flore évoque davantage celle d'une prairie grasse.
- pâturage "maigre" (bosse).
- dépression humide, tendance Calthion, mais apparition rapide des premiers éléments de marais acides (*Potentilla erecta*, *Carex nigra*).
- marais abaissé très dégradé, où subsistent quelques rares touffes d'*Eriophorum vaginatum*.
- lande sèche à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium uliginosum*, envahie par des espèces prairiales (*Molinia caerulea* et *Festuca rubra*) et des espèces de bas-marais acides (*Potentilla erecta* et

Luzula multiflora).

- remblai à *Polygonum bistorta* et *Carex nigra* (en marge du gradient principal).

Emplacements exacts des nièges: quelques précisions

Les relevés 1 et 2 correspondent la zone la plus grasse du pâturage, très riche en grandes graminées. *Geum rivale* parfois très abondant et *Glyceria fluitans* montrent à quel point le pâturage est détrempé à certaines périodes de l'année. Les relevés 3 et 4 se situent sur la bosse où la végétation est plus maigre (*Festuca rubra*, *Agrostis capillaris* et même *Luzula multiflora*) et le 6 est légèrement en contre-bas. Le 5 se trouve à la limite entre les deux faciès. Le 7 fait partie d'une zone plus nitrophile et plus humide (*Poa trivialis* et *Deschampsia caespitosa*).

Le relevé 9 se situe dans une légère dépression humide où se concentrent une partie des eaux du pâturage. Quelques éléments du Calthion sont présents (*Caltha palustris*, *Lychnis flos-cuculi*) auxquels se mêlent les nitrophiles *P. trivialis* et *D. caespitosa* et des espèces légèrement acidophiles à large spectre (*Anthoxanthum odoratum*, *Potentilla erecta*, *Agrostis capillaris* et *L. multiflora*).

Les relevés 10 et 11 se trouvent sur le remblai de tourbe, envahi par *Polygonum bistorta* et localement par *Carex nigra* et *Festuca rubra*.

Dans le marais abaissé, on rencontre beaucoup d'éléments prairiaux (*Trisetum flavescens*, *Ranunculus acer*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Succisa pratensis*, *Sanguisorba officinalis* et *Crepis paludosa*), ainsi que plusieurs indicatrices de variations importantes du niveau de la nappe (*Angelica silvestris*, *Polygonum bistorta* et *Deschampsia caespitosa*). Les mousses sont peu abondantes, mais localement, on trouve un peu d'*Aulacomnium palustre* (plutôt acidophile), de *Climacium dendroideum* et de *Calliergonella cuspidata*, toutes deux basiphiles. L'emplacement du relevé 12 est légèrement surélevé et marque une tendance à l'assèchement: *Molinia caerulea* est bien présente, mais juste hors relevé, il paraît moins influencé par les écoulements que ceux du 13 et surtout du 14. Ce dernier est aussi le plus humide, on y retrouve des éléments du Calthion (*Cirsium rivale*, *Geum rivale*, *Caltha palustris*), mais aussi des plantes plus acidophiles (*Potentilla palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Potentilla erecta*, *Agrostis capillaris*, et *Luzula multiflora*). Cela illustre bien l'affrontement entre les deux tendances.

Les relevés 15, 16 et 17 proviennent d'un lambeau de lande sèche à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium uliginosum*. En surface, la zone est très sèche: la tourbe nue apparaît en maints endroits et *Pleurozium schreberi* occupe de larges plages. Seules quelques touffes de *Festuca rubra*, quelques pieds de *Potentilla erecta*, d'*Agrostis capillaris* et de *L. multiflora* colonisent l'endroit.

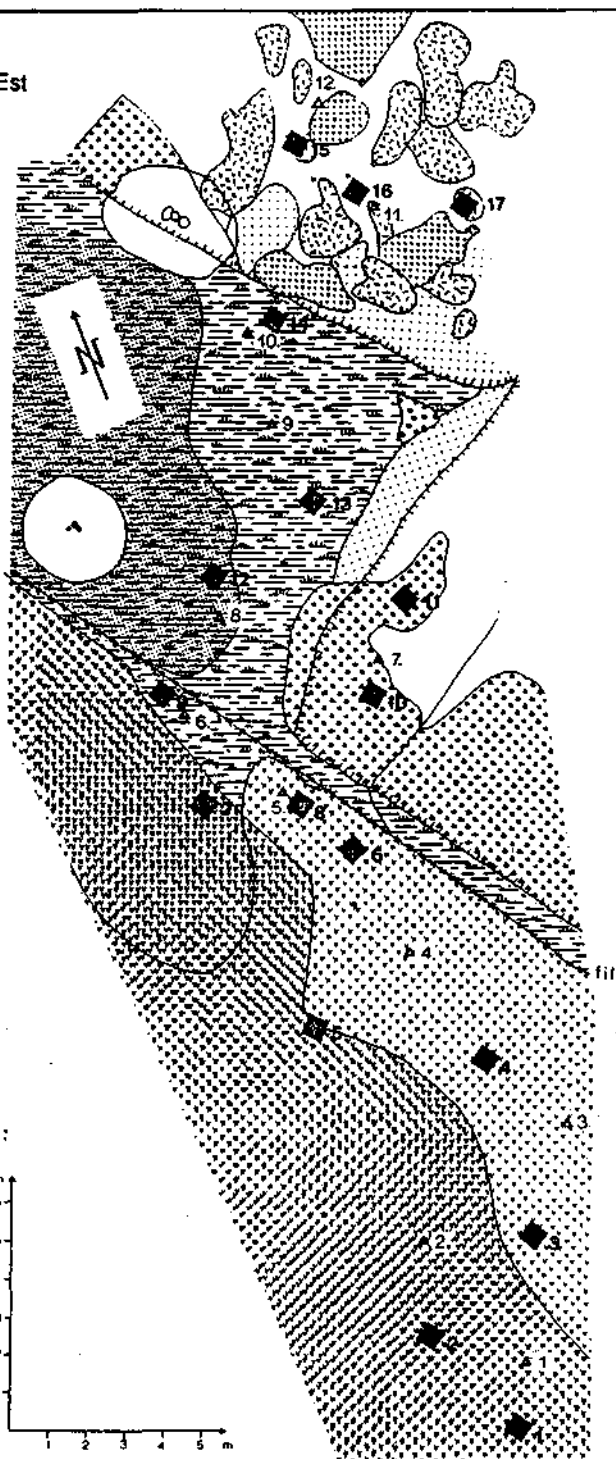
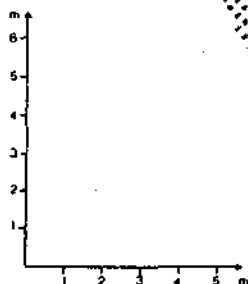
Figure 4.14: Vers le Maix Rochat 13 Est / NE. Cartographie de l'emplacement des pièges à émergences et des carottes de sol. Etat de la végétation en 1992
La projection verticale des frondaisons des différents arbres apparaît en blanc.

Légende :

-  Piège à émergences
-  Carotte de sol
-  Pâturage sur tourbe (forte productivité)
-  Pâturage sur tourbe (faible productivité)
-  Creux humide (piège 9)
-  Fil de fer barbelé
-  *Polygonum bistorta* sur remblais de tourbe
-  Marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* dégradé (forte influence prairiale)
-  Marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* en situation légèrement surélevée (influence prairiale moindre).
-  Mur d'exploitation (hauteur: 30 cm)
-  *Molinia coerulea*
-  *Vaccinium uliginosum*
-  *Calluna vulgaris*
-  *Betula pubescens* (tronc)
-  *Pinus mugo* (tronc)

MR13Est

Echelle :



3. Les stations de comparaison

Deux gradients écologiques importants se superposent dans nos transects : le gradient "zone à vocation agricole - tourbière" (qui nous intéresse) et le gradient "milieu ouvert - milieu boisé" (susceptible de troubler les analyses).

Il était fondamental de resituer les espèces capturées en tourbière dans le contexte régional, afin de mieux cerner leur écologie et de pouvoir interpréter correctement leur présence dans nos stations en tourbière. Il fallait pouvoir dégager l'influence des pratiques agricoles sur la faune et mettre en évidence les espèces forestières, cela indépendamment de la nature du sol. Nous avons également complété nos informations sur les milieux primaires afin de séparer les espèces liées aux zones humides et celles véritablement inféodées aux tourbières.

Afin de préciser ces points, nous avons installé dans la vallée de La Brévine une série de pièges complémentaires en 1993. La plupart des sites choisis ne reposent pas sur substrat tourbeux, mais rappellent par la structure de la végétation qui les recouvre plusieurs faciès rencontrés le long des nos transects. En effectuant le choix de nos stations de comparaison, nous avons essayé de limiter au maximum les variables, notre but étant d'isoler à chaque fois l'influence d'un seul facteur écologique.

Nous avons comparé les milieux suivants:

1. pâturage sur tourbe (cf. Vers le Maix Rochat 13E) - pâturage sur sol brun (cf. La Burtignière et Praz Rodet)
2. prairie de fauche sur tourbe - prairie de fauche sur sol brun
3. zone non boisée de marais abaissé non fauchée - zone non boisée en friche avec acidification des premiers horizons du sol
4. lisière de Pino-Sphagnetum - lisière d'Abieti-Fagetum
5. pessière sur tourbe avec sous-bois à *Vaccinium myrtillus* - hêtraie-sapinière où l'épicéa (*Picea abies*) a été favorisé avec sous-bois de *V. myrtillus*.

Nous avons encore posé quelques pièges sur tourbe et pu comparer :

6. pinède primaire à tendance sèche - pinède primaire humide
7. pinède primaire humide - Sphagnetum magellanic

Nous avons posé trois pièges à émergences dans chacun des nouveaux milieux inventoriés.

Prairie de fauche sur sol brun (Vers le Maix Rochat, coord: 540.150/206.125)

La prairie de fauche du Cachot 16.4 s'étend à la fois sur tourbe et sur sol brun. Nous avons ainsi pu comparer deux situations bénéficiant des mêmes pratiques agricoles. La végétation est

typique d'un Arrhenatherion d'altitude. Le cortège floristique est semblable à celui observé sur tourbe.

Ancien pâturage en friche (Les Essarts, coord: 538.700/206.600)

Situé en territoire français sur la crête nord qui borde la vallée de La Brévine au lieu dit "Les Essarts", ce pâturage est abandonné depuis une bonne dizaine d'années. Les horizons supérieurs du sol sont lessivés par les pluies. Il s'agit d'un sol brun lessivé. Le pH observé est proche de 5. Après décarbonatation, il y a eu lixiviation des ions Ca^{2+} et par conséquent, rupture du complexe argilo-humique. Les argiles ont été entraînées vers le bas du profil et la matière organique commence même à migrer (trainées verticales noires).

La végétation est dominée par *Agrostis capillaris* et *Festuca rubra*. Le millepertuis (*Hypericum* sp.) est abondant dans les légères dépressions. *Potentilla erecta* est bien représentée sur l'ensemble de la zone considérée, ainsi que, dans une moindre mesure, *Luzula multiflora*. *Gentiana luea* rappelle la vocation pastorale du site.

Lisière de Hêtraie-Sapinière (Les Essarts, coord: 539.000/206.500)

D'orientation sud-ouest, la lisière d'Abieti-Fagetum que nous avons retenue se situe également aux Essarts. Contrairement à ce que l'observe le plus souvent dans la région, la lisière est étagée. On y trouve plusieurs essences, telles *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Corylus avellana*, *Prunus malus*, *Crataegus oxyacantha* et *Populus tremula*. La strate herbacée est dominée par *Chaerophyllum aureum* et *Dactylis glomerata*. *Lathyrus pratensis* est également abondant.

Hêtraie-Sapinière (Les Essarts, coord: 538.900/206.450)

Toute proche de la précédente, cette station en forêt est caractérisée par une abondante strate muscinale. Une Hépatique du genre *Scapania* est abondante où le sol est argileux (présence de *Ranunculus lanuginosus*), sinon les autres Bryophytes sont *Hylocomium splendens*, *Dicranum* sp., *Phlimum crista-castrensis* et *Rhytidiadelphus loreus*.

Il s'agit d'un Abieti-Fagetum tout à fait classique à cette altitude, avec les espèces caractéristiques de la Hêtraie (*Lamium galeobdolan*, *Galium odoratum*, *Anemone nemorosa*) et les espèces montagnardes *Polygonatum verticillatum* et *Senecio ovatus* (= *S. fuchsii*).

Myrtilles sous épicéas (Hêtraie-Sapinière modifiée) (Les Essarts, coord: 538.800/206.600)

L'épicéa (*Picea abies*) a été largement favorisé dans ce secteur et compose à lui seul la strate arborescente. Le sol est devenu acide (pH 4.4) et *Vaccinium myrtillus* a remplacé les plantes caractéristiques du Fagion, seule *Anemone nemorosa* est encore présente. L'aspect du site se rapproche nettement de ce qu'on observe en tourbière dans certaines pessières de ceintures à tendance sèche.

Pino-Sphagnetum humide et Sphagnetum magellanicum (Le Cachot 16.2, coord: 541.200/206.450 et 541.175/206.450)

Nous souhaitons avoir encore quelques données sur des associations primaires non influencées par des drainages, afin de mettre en évidence d'éventuelles espèces strictement liées aux zones les plus humides et les plus caractéristiques des tourbières primaires.

4. Autres sources d'information

Afin de compléter nos connaissances sur l'écologie et la faunistique des Empidoidea, nous avons déterminé les individus capturés au piège à émergences (modèle décrit par Auroi, 1979) par d'autres membres du Laboratoire d'Ecologie animale et d'Entomologie. Le matériel provient de différentes tourbières de l'arc jurassien, mais toujours de milieux secondaires. Il s'agit des marais suivants:

- tourbière du Bois-des-Landes (landes sous Martel-Demier), G. Mulhauser (1989)
- tourbière de La Chaux-des-Breuleux, P. Aeby (1990)
- Etang de la Gruère, P. Aeby (1990)

Nous avons également effectué quelques chasses à vue au Cachot, à la Châtagne, à la Forêt de Chaux (France) et dans les Vosges (tourbières de Lispach, du Machais, et du Col d'Arnimont).

Le Dr. A. Ducommun nous a très aimablement fourni des données sur des milieux cultivés et des pâturages sur sol brun de moyenne altitude, provenant de la région de Court (JU).

CHAPITRE 5 : VEGETATION

1. Résultats floristiques

1.1. Introduction

Au chapitre 4 consacré à la description des milieux, nous avons déjà évoqué les différentes associations et groupements végétaux rencontrés le long de nos contacts. Nous avons relevé les éléments que nous jugions les plus parlants lorsque nous avons évoqué l'emplacement des différents pièges et relevés. Nous reparlerons végétation dans le Chapitre 9 "Facteurs environnementaux" et au chapitre 10 "Faune & flore". C'est pourquoi nous ne consacrons pas ici une part aux transects pris individuellement.

Dans le présent chapitre figurent sous forme de tableaux diagonalisés en fonction des espèces, les résultats floristiques que nous avons obtenus sur chacune des stations inventoriées. Ces tableaux ont été construits sur la base des coordonnées de chaque plante sur l'axe 1 d'une AFC effectuée pour chaque station. Les listes floristiques paraîtront pauvres aux phytosociologues, mais il faut garder à l'esprit qu'il ne s'agit pas de véritables relevés phytosociologiques, mais de listes floristiques pour chaque m² où repose un piège à émergences. Certains regretteront l'absence de relevés complets, mais nombreux sont les sites en milieux secondaires où ils n'auraient guère de sens, compte tenu de l'imbrication, de la mosaïque de végétations rencontrée. Dans de telles situations, la notion d'aire minimale ne correspond souvent pas à grand-chose et les combinaisons d'espèces caractéristiques permettant d'attribuer un groupement végétal à une association végétale précise font le plus souvent défaut (Grosvernier & al., 1992). On peut certes les attribuer à des syntaxons hiérarchiques plus élevés, mais l'information est diluée d'autant. L'approche phytosociologique classique (= au sens sigmatiste), si importante dans la description et la compréhension du système paysager d'une région, ne répond pas à une analyse à petite échelle.

D'autres chercheurs se sont penchés sur la végétation de deux nos transects. L'étude de la végétation selon une approche synusiale (Gillet & al., 1991) a été entreprise à La Burtignière (Blandenier, 1996) et au Cachot 16.2 (Pearson, 1995), lors de travaux consacrés à la faune circulante (Araignées). Cette technique, compte tenu de l'importance de la structure de la végétation sur la répartition des organismes, offre un support descriptif intéressant permettant de souligner les différents aspects que peut prendre le couvert végétal et de mettre en valeur l'imbrication de différentes synusies sur une surface donnée.

Sur ces mêmes transects, Milliet-Junod (1994) a effectué des relevés en lignes, les descriptions des profils de sol sur les 30 premiers centimètres et les analyses de ces mêmes profils.

1.2. Les relevés

Ils figurent dans l'Annexe 2 de notre travail.

1.2.1. Nomenclature retenue

Nous avons utilisé de la nomenclature de "Flore de la Suisse" (Aeschimann & Burdet, 1989). Seules les *Alchemilla* du groupe *vulgaris* n'ont pas été déterminées à l'espèce.

La nomenclature retenue pour les sphaignes est celle de Daniels & Eddy (1985) et pour les autres Bryophytes, celle du Naturräumliches Inventar des Schweizer Moosflora: Liste der Moose der Schweiz und ihrer Grenzgebiete (Geissler & Urmi, juillet 1984).

1.2.2. Valeurs des codes

Chaque plante bénéficie d'un coefficient de recouvrement directement inspiré de ceux de Braun-Blanquet. Nous les mentionnons pour mémoire:

- + : moins de 1% de la surface
- 1 : 1 à 5 %
- 2 : 5 à 25 %
- 3 : 25 à 50 %
- 4 : 50 à 75%
- 5 : plus de 75%

1.2.3. Commentaires

Lorsqu'on examine les relevés des différentes stations, on observe un gradient très marqué. Il y a parfois même juxtaposition de milieux très différents, sans que l'on sente une transition. Il y a deux raisons à cela. D'une part, il y a un effet inhérent à la méthode d'échantillonnage elle-même, qui, rappelons le, veut que pièges et relevés se situent dans des unités de végétation définies a priori sur la base de leur aspect. D'autre part, il existe parfois véritablement des ruptures nettes (à l'échelle du 1/2 mètre) entre les différents faciès, notamment dans les contacts résultants de l'exploitation.

1.3. Analyses de données: AFC et groupement

D'un point de vue mathématique, le travail floristique que nous avons effectué sur l'ensemble des stations ne constitue pas une base d'analyses très intéressante. Il est en grande partie le reflet de notre stratégie d'échantillonnage faunistique et de la structure du milieu. Les résultats sont le plus souvent triviaux.

1.3.1. L'analyse factorielle des correspondances (= AFC)

L'AFC ne constitue ici qu'une première approche, permettant de mettre en évidence la structure générale des données. Les espèces ont été simplement codées en présence-absence. Nous renvoyons à publier l'ensemble des analyses que nous avons effectuées (globale, par stations, etc.), car toutes expriment la même tendance. Le "gradient" s'exprime sur les axes 1-2 des AFC par de superbes "effets d'arche" ("effet Guttman", décrit par Benzecri (1973)) ou par des "arches fragmentées". Comme il manque à chaque fois les éléments permettant de faire le joint entre les différents faciès (relevés illustrant les écotones), il n'y a en fait pas de véritable continuum et c'est pourquoi le terme "gradient" figure entre guillemets. La courbe se compose en fait d'une succession de segments souvent indépendants. Cet aspect est corroboré par des sommes totales des valeurs propres très élevées (jusqu'à 12.8 pour l'AFC sur l'ensemble de nos relevés!). La nature très diverse des échantillons conduit à une très forte dispersion de nos données.

Les pourcentages de variabilité exprimés par les quatre principaux axes sont faibles. Au-delà d'une simple phase exploratoire des données, le recours à l'AFC n'est guère utile. Appréhender de manière globale nos résultats par l'AFC n'est pas approprié à la structure très hétérogène de nos données.

A titre d'illustration figure ici l'analyse sur les seules stations brévinnières (4 transects). Nous l'avons préférée à l'analyse globale (cf. Annexe 2 bis "Vég.tot.out", cahier à part), car les stations de la Vallée de Joux introduisaient encore une source de variation supplémentaire, plusieurs espèces (notamment celles propres aux bas-marais alcalins de la Burtignière) n'ayant été observées que là-bas.

Titre dans l'Annexe 2 bis : Vég.ValBrv.out

Nombre d'objets (échantillons): 79

Nombre de variables (espèces): 107

Somme des valeurs propres : 9.37609

Axe 1 : 0.849 (9.05% de la variabilité totale)

Axe 2 : 0.670 (7.1% de la variabilité totale)

Axe 3 : 0.5923 (6.3% de la variabilité totale)

Axe 4 : 0.4493 (4.8% de la variabilité totale)

Végétation: AFC des 4 transects de la
vallée de La Brévine: projection des
pièges (plan 1x2).

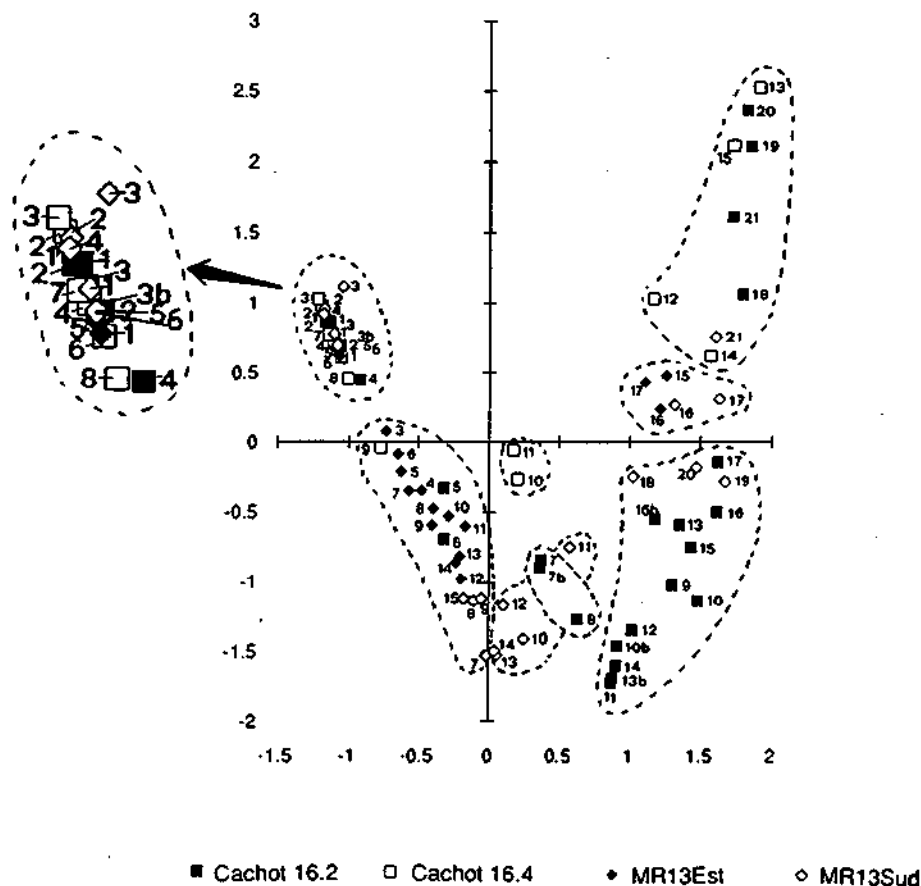


Figure 5.1: AFC sur la végétation des transects de la vallée de la Brévine (Cachot 16.2, Cachot 16.4, MR13Est et MR13Sud). Projection des pièges sur le plan 1x2.

Les espèces prairiales s'opposent à celles du haut-marais boisé et par conséquent, les relevés correspondant aux prés et aux pâturages s'opposent à ceux effectués sur le haut-marais.

Cinq groupes principaux sont identifiables :

- les relevés de prairies grasses et de hautes herbes nitrophiles
- les relevés marquant une forte tendance prairiale, mais plus maigre
- les relevés de marais abaissés
- les relevés de landes
- les relevés de forêt

Dans l'analyse figurant dans l'Annexe 2 bis, les noms des stations sont abrégés comme suit:

- Le Cachot 16.2: Ca2
- Le Cachot 16.4: Ca4
- Vers le Maix Rochat 13 Est: MRE
- Vers le Maix Rochat 13 Sud: MRS

La station "Vers le Maix Rochat 13Est" se trouve essentiellement du côté prairial de l'axe (coordonnées négatives), à l'exception des trois relevés de la lande basse. Certains relevés du marais abaissé 13Sud, par leur caractère prairial, se rapprochent de ceux du 13Est. Ils occupent une situation intermédiaire entre milieux à tendance prairiale et le marais abaissé à linaigrene "pur" du Cachot 16.2, dont les relevés se détachent clairement.

1.3.2. Le groupement à liens complets sans contraintes

Cette méthode a pour but la mise en évidence de groupes d'échantillons (relevés) présentant une forte ressemblance (analyse en mode Q). Elle fournit ici une meilleure base de discussion que l'AFC. Il est de plus possible de tenir compte de l'ensemble des relevés. Nous avons conservé dans l'analyse l'ensemble des espèces présentes, car le plus souvent les taxons notés "rares" sur le mètre carré, bénéficient au moins d'un code + sur l'ensemble du faciès. L'échelle des codes Braun-Blanquet se rapprochant déjà de celle des logarithmes naturels, nous avons simplement remplacé les codes "r" par 0.1 et les codes "+" par 0.5. Nous avons ensuite construit une matrice de similarité basée sur l'indice de Steinhaus (S17), excluant les doubles zéros.

Le résultat du groupement, trop imposant pour figurer ici, se trouve en annexe (Annexe 2 bis).

Nous présentons sous forme de schéma (cf. fig. 5.2) les rapports entre les différents groupes. Sur l'ensemble de nos 116 relevés de végétation, 12 groupes se détachent selon nous:

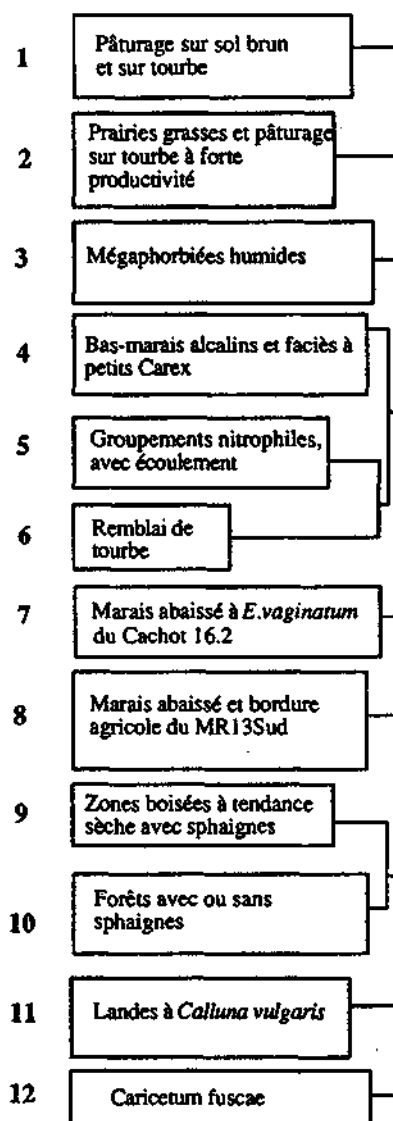


Figure 5.2: Illustration sous forme condensée du dendrogramme consacré à l'ensemble des stations, regroupées en fonction de leur végétation (groupement sans contraintes).

Composition des différents groupes :

1. Pâturage:
 - sur sol brun (BU¹ 1-2-3 et PR² 1-2)
 - pâturage sur tourbe (MR13Est: 3-4-5-6-8) et prairie sur tourbe de moindre productivité (Cachot 16.2: 5-6-7-7b)
2. Prairies grasses et pâturage sur tourbe à forte productivité:
 - prairie MR13Sud (1-2-3-4-5-6)
 - prairie du Cachot 16.2 (1-2-3-3b-4) et du Cachot 16.4 (1-2-3-4-5-6)
 - pâturage gras du MR13Est (1-2)
3. Mégaphorbiées humides:
 - de la Burtignière et de Praz Rodet (BU: 4-5-6 et PR: 3-4)
 - du Cachot 16.4 (7-8)
 - creux humide longeant la barrière et marais abaissé de MR13Est (7-9 / 12-13-14) et mégaphorbiée et seuil du haut-marais du Cachot 16.4 (9-10-11)
4. Bas-marais alcalins du *Caricetum davallianae* et faciès à petits *Carex* de La Burtignière (BU 7-8-9-13-14-15) et bas-marais acide (BU 18).
5. Groupements végétaux nitrophiles liés à des écoulement, sous couvert (BU 10-11-12-16-17)
6. Remblai de tourbe de MR13Est (10-11)
7. Marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et *Molinia coerulea* du Cachot 16.2, pied du mur compris (8-9-10-10b-11-12-13b-14-15-16-16b)
8. Marais abaissé et bordure agricole de MR13Sud (7-8-9-10-11-12-13-14-15)
9. Zone boisée à tendance sèche, mais avec sphaignes: pessière primaire (BU 19-21-22-23-24), pinède secondaire (Ca 16.4: 14) et lande avec quelques arbres (MR13Sud 19)
10. Forêts:
 - Pino-Sphagnetum primaire (BU 25, PR 11-12, Ca 16.2: 21)
 - Pessière primaire (PR 10) et pinèdes sans sphaignes: primaire (Ca 16.2: 19-20) et secondaire (Ca 16.4: 12-13-15)
11. Landes à *Calluna vulgaris* (MR13Sud: 16-17-18-20-21 et MR13Est 15-16-17), mur effondré (Ca 16.2: 17-18) et touradon d'*E. vaginatum* colonisé par *C. vulgaris*: (Ca 16.2: 13).
12. *Caricetum fuscae* (BU 20 et PR 5-6-7-8) et lisière de pessière (PR 9).

La majorité des groupes s'articule de manière indépendante, ce qui met en évidence les différences entre milieux, mais aussi entre stations inventoriées. Il n'y a pas de continuum, les flores sont le plus souvent nettement tranchées.

Trois groupes (4, 5 et 12) sont propres aux zones de transition naturelles de la Vallée de Joux.

¹ La Burtignière

² Praz Rodet

Ils concernent les bas-marais alcalins et acides, soulignant ainsi la perte que représente la disparition des ceintures naturelles de bas-marais.

On notera:

- la parenté entre BU 18 (*Caricetum fuscae*) et les bas-marais alcalins
- l'unité entre le marais abaissé MR13Sud et sa bordure immédiate encore fauchée
- l'unité entre le marais abaissé du Cachot 16.2 et sa bordure occasionnellement fauchée, mais l'isolement les relevés 5-6-7-7b.
- le pied du mur effondré du Cachot 16.2 se lie avec le marais abaissé, y compris le relevé 15.
- le rapprochement entre pessière primaire et pinèdes sèches.
- dans la pinède primaire du Cachot 16.2, seul le relevé le plus interne à la tourbière se rapproche des Pino-Sphagnetum de la vallée de Joux. Les deux autres marquent de nets signes d'altération (assèchement).

1.4. Observations sur le terrain et discussion

Les observations sur le terrain fournissent de multiples renseignements permettant de comprendre le milieu. Elles restent la base de toute étude écologique. Grâce à elles, nous avons tenté de mettre en évidence les espèces végétales jouant un rôle charnière entre écosystèmes agricoles et marais abaissés et de préciser la signification de certains taxons dans un contexte fortement perturbé.

Le travail de Gobat (1984) sur les contacts naturels entre bas-marais acides et alcalins à la Burtignière et à Praz Rodet a servi de fil rouge à notre réflexion. Nous renvoyons à cet auteur, ainsi qu'à Gallandat (1982) pour la description et l'analyse des zonations naturelles.

1.4.1. Limite entre agriculture et tourbière - plantes-clés en milieux secondaires

Les végétaux supérieurs:

Sur les contacts secondaires, les plantes qui se situent régulièrement à la limite entre zone agricole³ et marais abaissé⁴ sont les suivantes:

- *Polygonum bistorta*, parfois en peuplement dense, dont la taille et l'état physiologique (fertilité) diminuent progressivement lorsqu'on pénètre plus avant dans le marais, sauf s'il bénéficie d'écoulements riches en bases en provenance du champ. Sa présence est à interpréter comme un signe de dégradation du marais, soit physique (*P. bistorta* reste alors stérile), soit chimique.

³ Classe des Molinio-Arrhenathera regroupant les associations de prairies fraîches

⁴ que l'on peut rapprocher de la Classe Scheuchzerio-Caricetea fuscae: marais tremblants et bas-marais

- *Festuca rubra* est présente dans le champ lorsqu'il n'y a plus de fumure directe, dans les zones à faible productivité des prairies de fauche ou des pâturages sur tourbe. Elle pénètre jusque dans les marais abaissés et même occasionnellement sur les landes basses. Elle indique une influence prairiale⁵ sur le site.
- *Crepis paludosa* apparaît en situation fortement humide
- *Anthoxanthum odoratum* : cette espèce prairiale annonce souvent le point de rupture entre les deux écosystèmes, spatialement, mais probablement aussi temporellement. C'est le cas dans les zones laissées à l'abandon sur la frange sud-ouest de la tourbière de Rond-Buisson (objet 18, coord. 535.200/203.000).
- *Potentilla erecta*, apparaît, suivie de *Luzula multiflora*, souvent en peuplement dense et de *Agrostis capillaris* dans les zones sèches en été. *Viola palustris* se joint à elle en situation plus humide. Ceci n'est pas sans évoquer le groupement à *Viola palustris* qui constitue la charnière entre marais acides et marais neutro-alkalins sur de nombreux transects naturels (Gobat, 1984).
- *Carex nigra* se mêle bientôt aux espèces précédemment citées. En situation sèche, il tend à former des groupements quasi monospécifiques (un faciès à *Molinia coerulea* peut alors lui faire suite).
- *Eriophorum vaginatum*: les endroits où elle est présente font intégralement partie de la tourbière.

Gobat (1984) considère:

- *P. bistorta*, *P. erecta*, *L. multiflora*, *Molinia coerulea* et *C. paludosa* comme des "espèces à large amplitude, préférant toutefois les sols à pH supérieur à 5.2".
- *F. rubra* comme une "espèce faiblement basiphile, sur des sols à pH supérieur à 4.8".
- *C. nigra*, *V. palustris* et *A. odoratum* comme des "espèces à large amplitude, préférant toutefois les sols à pH inférieur à 5.2"
- *E. vaginatum* comme "espèce acidophile, sur sols à pH inférieur à 5.6".

Les mousses:

En situation humide, voici les mousses qui, à notre avis, jouent un rôle indicateur fondamental dans la transition entre milieux agricoles et tourbière:

- *Climacium dendroides*, souvent avec *Calliergonella cuspidata*, cède le pas à
- *Aulacomnium palustre* qui se mêle aux Polytrics
- les premières sphaignes font leur apparition

Dans les zones plus sèches, *Rhytidiadelphus squarrosus* remplace *C. dendroides* et *C. cuspidata*,

⁵ Dans le même ordre d'idée, on signalera également *Succisa pratensis*, *Agrostis capillaris* et *Sanguisorba officinalis*.

mais elle peut pénétrer plus avant, car c'est une espèce un peu plus acidotolérante. Elle peut aussi être le signe d'une altération du site. *Aulacomnium palustre* est alors souvent absent.

Toujours selon Gobat (1984):

- *C. dendroides* et *C. cuspidata* sont des espèces basiphiles, que l'on rencontre exceptionnellement sur des sols dont le pH est inférieur à 5.2.
- *R. squarrosus* est une espèce à large amplitude préférant des sols dont le pH est supérieur à 5.2.
- *A. palustre* est également une espèce à large amplitude préférant des sols dont le pH est inférieur à 5.2.

Sur la figure 5.3, nous illustrons deux situations possibles entre prairie sur tourbe et milieux abaissés (types de transitions souvent observables sur le terrain). Sur la première, plutôt sèche, nous montrons la zonation des herbacées (les mousses sont trop faiblement représentées et ont été négligées). La seconde est très humide; nous nous intéressons aux mousses, excellentes indicatrices (les herbacées n'ont pas été notées).

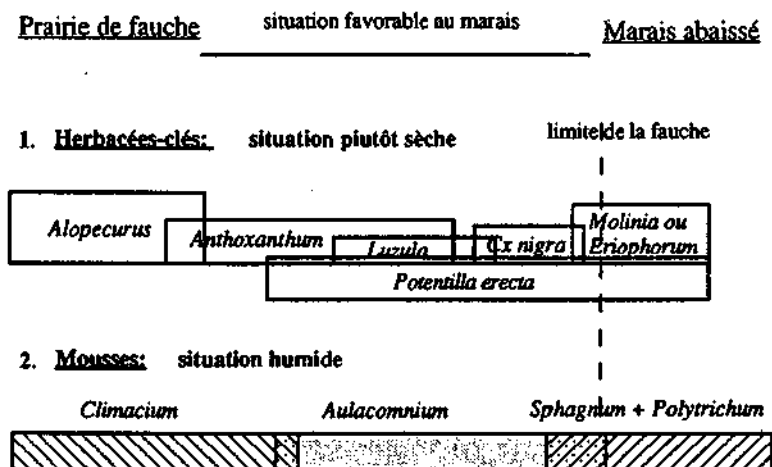


Figure 5.3: Exemples types de transition possible entre milieux prairiaux et marais abaissés.

1.4.2. Conclusion

Sur les contacts naturels ou résultant de l'exploitation, ce sont les mêmes plantes qui font le joint entre les deux écosystèmes. Le cortège floristique est cependant appauvri dans le second cas. Il y

a disparition complète des bas-marais du Caricion davallianae (qui, d'ailleurs, ne sont pas toujours présents lorsque la transition est naturelle). On n'observe le plus souvent que des traces, des fantômes du Calthion (ou du Filipendulion) et du Caricion fuscae. Ces groupements végétaux ne peuvent pas se développer pleinement, puisque les conditions pédologiques et hydriques ne sont pas adéquates.

1.5. Signification écologique de certains taxons végétaux

1.5.1. Les végétaux supérieurs

Toujours selon Gobat (1984), plusieurs espèces de bas-marais s'installent dans les marais intermédiaires du Caricetum fuscae, au pH relativement bas et cet auteur concluait à "une simple zonation rendue possible par la mince couche de tourbe", sans incidence négative sur le Caricetum fuscae. Ces plantes basiclinales ont accès aux ions nécessaires grâce à leurs racines, qui pénètrent dans la zone de battement de la nappe phréatique baignant les marnes sous-jacentes (Gobat, 1984a). Sont citées: *Sanguisorba officinalis*, *P. bistorta*, *F. rubra*, *Carex acutiformis*, *Filipendula ulmaria* et *Caltha palustris*. Elles restent souvent stériles.

A l'exception de *C. acutiformis*, nous les avons toutes observées sur nos transects dans les zones de marais abaissés, mais à notre avis, elles indiquent ici une altération du contact, tout comme *Angelica silvestris* ou *Vicia cracca*, puisque la marne se situe à 80 cm et plus de profondeur dans les marais abaissés étudiés.

Angelica silvestris est avant tout une indicatrice d'écoulement, tout comme *Crepis paludosa*. On ne peut pas tirer de conclusions nettes quant à l'azote. Elles n'apparaissent que dans des zones ayant subi une dégradation ou subissant une altération.

1.5.2. Les Bryophytes

Plus strictement liés à des phénomènes de surface, car dépourvues de racines, les mousses sont source d'information précieuse:

- *Sphagnum capillifolium capillifolium* constitue un élément de cicatrisation important et est initiatrice d'une dynamique de régénération possible.

Au Cachot 16.2, on observe le stade 2 de la série évolutive terrestre des touradons décrite par Matthey, (1993), mais avec *Sphagnum recurvum mucronatum*. La tendance sèche de la transition déjà soulignée par *Molinia coerulea*, trouve un écho en la présence de cette sphaigne de pessière.

- *Climacium dendroides* et de *Calliergonella cuspidata* marquent une altération des marais

abaissés par des éléments qui s'y infiltrent, soit latéralement, soit verticalement par remontée des bases. Sur tous les contacts étudiés dans la Vallée de la Brévine, la marne se situe suffisamment profond pour exclure la seconde hypothèse. Ces deux espèces ne sont cependant observables que si la transition est suffisamment humide.

- *Climacium dendroides* semble également favorisé par les écoulements riches en azote.

Le problème est de savoir si la tendance prairiale va s'accroître au cours des années à venir ou si les espèces propres aux bas-marais acides et à la tourbière vont prendre le dessus et permettre parfois une régénération. Matthey, (1993) souligne à ce propos l'importance des touradons d'*E. vaginatum* et des plages de *Polytrichum strictum* (= *P. alpestre*).

Il n'est cependant pas exclu qu'il existe localement des endroits où la marne proche permette de recréer une situation d'équilibre entre les deux systèmes.

1.5.3. Transitions secondaires étudiées : bilan

Le Cachot 16.2: Sur la base de la végétation, la marais abaissé du Cachot 16.2 assure un tampon efficace pour la tourbière proprement dite. Dès que la fauche devient épisodique, il y a apparition d'*Eriophorum vaginatum* et aucune plante ne signale une altération dans le marais abaissé. Notons cependant au pied du mur la présence de *Luzula multiflora*.

Le marais abaissé du Cachot 16.2 constitue une zone de régénération possible vers les groupements et associations caractéristiques du haut-marais primaire (Sphagnion magellanicum). En effet, lorsque les sphaignes peuvent s'installer et former un tapis continu, elles peuvent imposer leur dynamique propre à la végétation, indépendamment du caractère édaphique du lieu.

La pinède primaire est nettement asséchée sur sa marge extérieure.

Le Cachot 16.4: Ce contact étroit montre des signes d'altération jusque sur le seuil de la tourbière (*P. bistorta*). La présence de *Rhytidiadelphus squarrosus* dans la pinède secondaire (clairière) ne nous semble pas bon signe.

Vers le Maix Rochat 13Est: Le caractère prairial du marais abaissé est nettement marqué (cf. relevés et AFC). Plusieurs espèces nitrophiles sont présentes (*Cirsium rivale*, *Deschampsia caespitosa*, etc).

Vers le Maix Rochat 13Sud: Le marais abaissé montre également des signes d'altération. *P. bistorta* même s'il reste stérile, pénètre jusqu'au fond de l'encoche. *Rhytidiadelphus squarrosus* et *Climacium dendroides* sont également présents. Plusieurs espèces prairiales colonisent également le marais abaissé.

1.6. Conclusions

La transition entre les différentes flores peut s'opérer très rapidement sur une distance très faible aussi bien en situation naturelle que fortement anthropisée. Le développement de véritables ceintures de bas-marais est cependant totalement compromis lorsqu'il y a eu modification du niveau de la tourbière suite à l'exploitation. Seules quelques espèces végétales assurent la transition.

L'intervention humaine a généré une situation nouvelle et forcé à se côtoyer des milieux de manière totalement artificielle. C'est le résultat de la confrontation entre influences exogènes et nouvelles données endogènes qui vont décider du "sort" de la parcelle. En situation naturelle, même si la transition est très rapide, les milieux se côtoient selon une logique qui répond aux critères édaphiques et hydriques intrinsèques à la station.

Dès qu'il y a déprise agricole, des milieux secondaires souvent intéressants se développent. On pourrait parler de milieux de substitution pour certaines espèces végétales, mais les faciès nouvellement créés sont bien différents des milieux d'origine au niveau de leur composition floristique (moins riche) et de leur aspect. La communauté caractéristique des bas-marais acides ne peut pas se recréer.

2. Typologie

Nous avons effectué les relevés typologiques durant la période précédant les foins, soit du 5 au 15 juin. Chaque relevé typologique est l'illustration de la structure verticale d'un relevé de végétation. Lors de chaque relevé, nous avons effectué un croquis du relevé selon un axe parallèle à celui du transect. Les schémas, visuellement très parlants, permettent de mettre en évidence le caractère particulier de chaque relevé et surtout, les modifications structurelles apparaissant le long des transects.

A titre d'exemple figure ici la transition du Cachot 16.4.

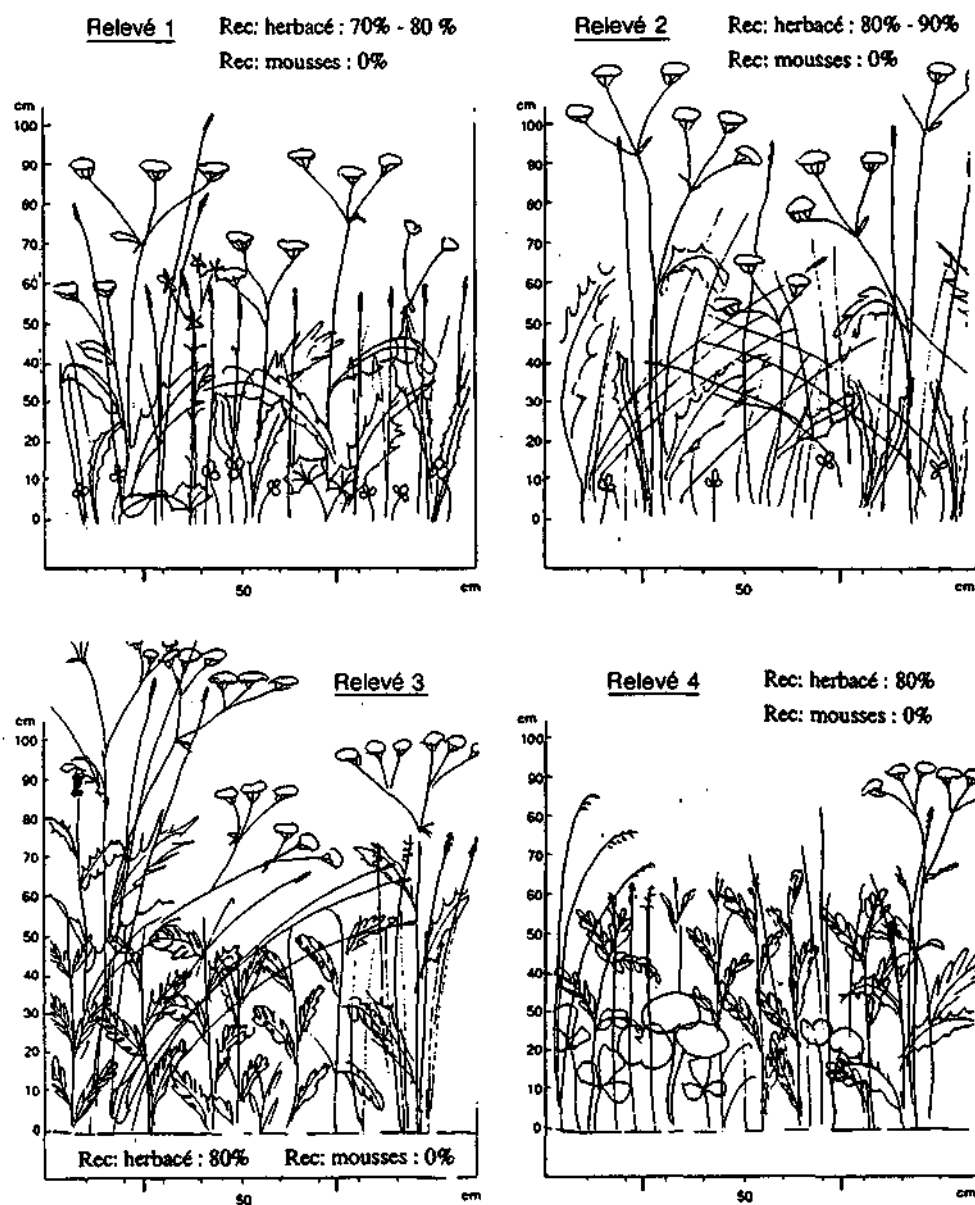


Figure 5.4. : Le Cachot 16.4. Schémas illustrant la structure de la végétation.

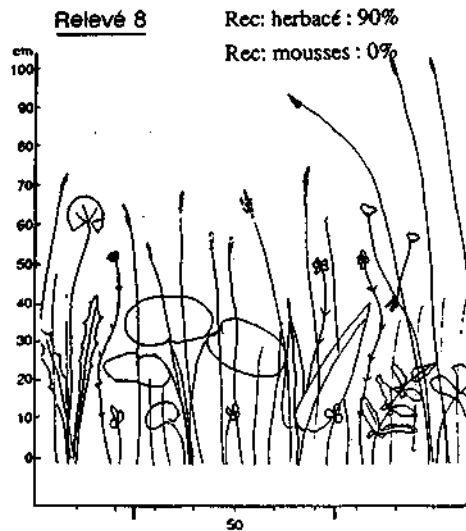
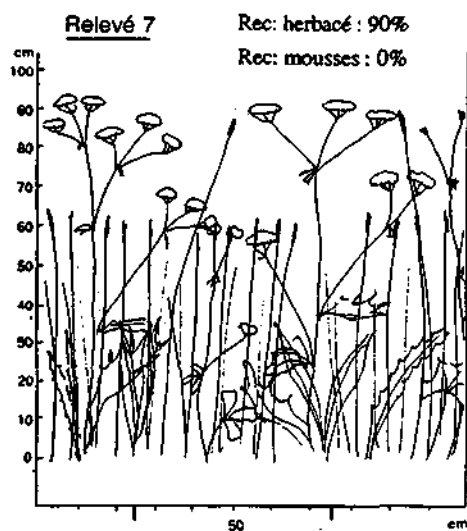
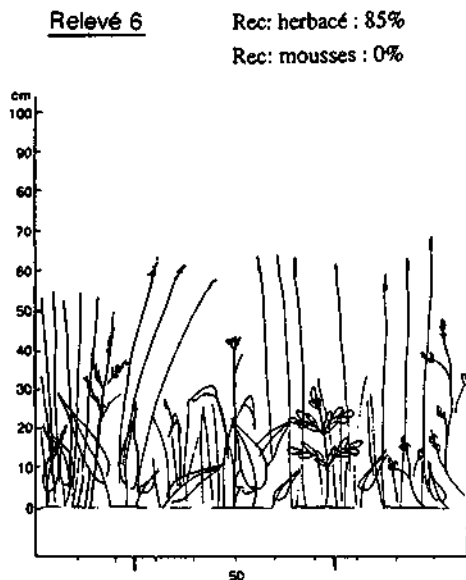
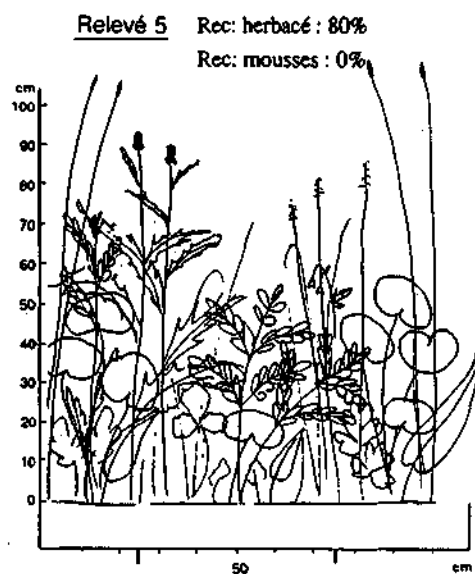


Figure 5.4.(suite): Le Cachot 16.4. Schémas illustrant la structure de la végétation.

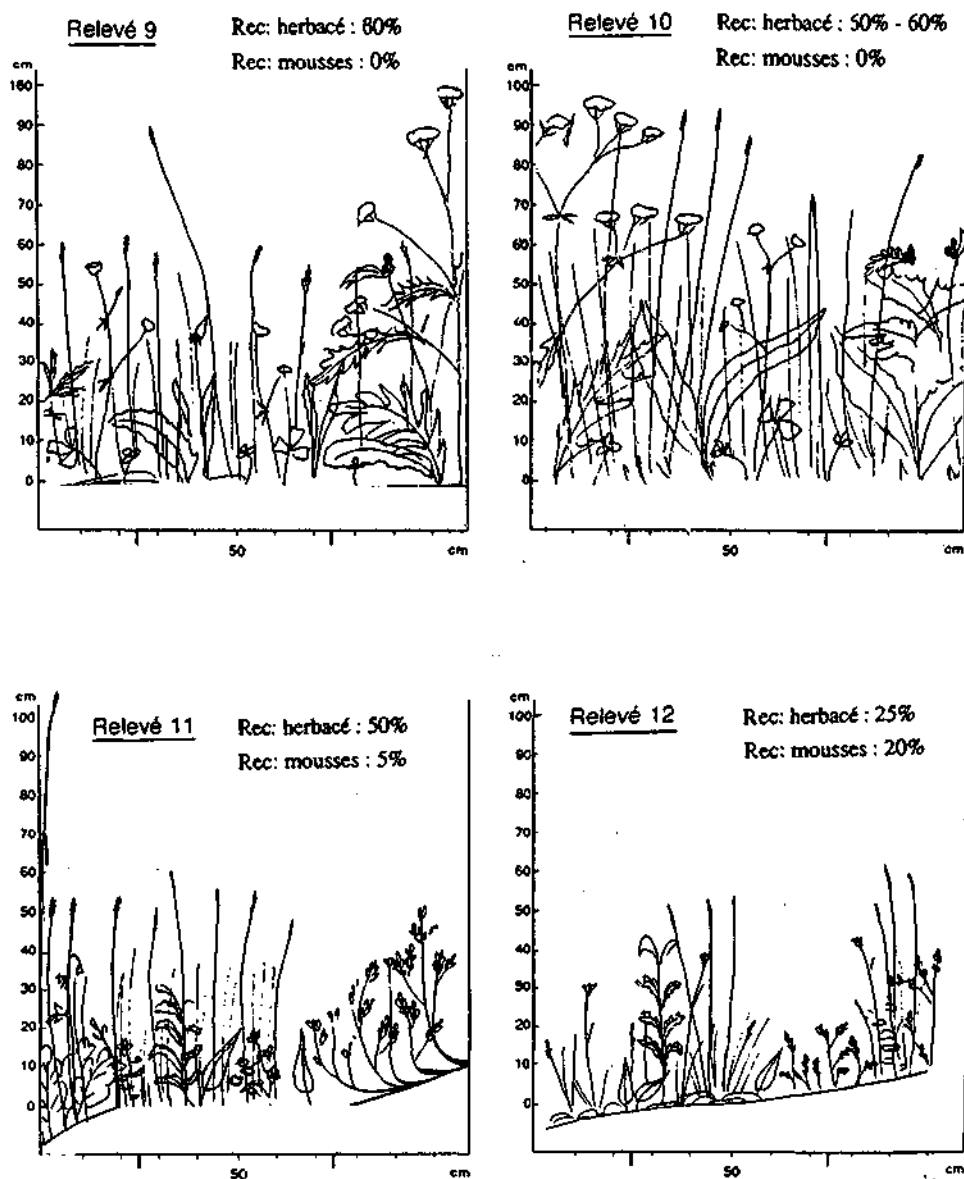


Figure 5.4. (suite): Le Capot 16.4. Schémas illustrant la structure de la végétation.

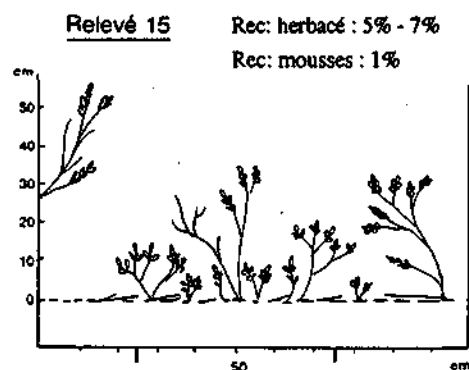
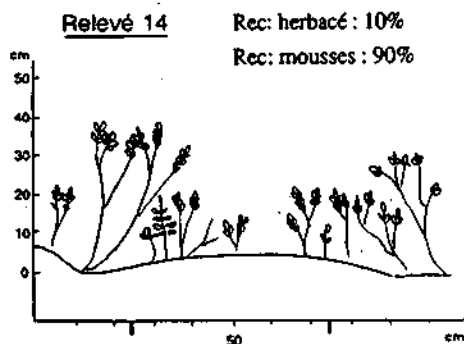
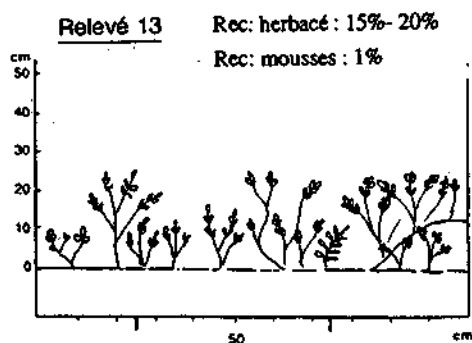


Figure 5.4. (suite): Le Cachot 16.4. Schémas illustrant la structure de la végétation.

2.1. Tri parmi les critères typologiques

Les relevés typologiques constituent une source de variables environnementales très abondantes. Faire un choix était indispensable. Dans un premier temps, nous avons constaté que certains critères étaient redondants. Nous avons renoncé à tenir compte de l'abondance des plants et de leur degré d'agrégation. En effet, le type morphologique combiné avec le taux de recouvrement, permet de déduire si la plante est abondante ou non et le degré d'agrégation est implicitement contenu dans les types morphologiques que nous avons définis.

Le recouvrement nous semble être l'information la plus importante. Il donne une bonne image du milieu tel que le voit un insecte femelle à la recherche d'un lieu de ponte favorable, lorsqu'il arrive en vol.

Les cinq classes de hauteur initiales ont été utilisées de manière indirecte. Nous avons retenu trois informations par relevé pour chaque type morphologique:

- la hauteur maximale atteinte (codée de 1 à 5)
- le recouvrement maximal (codé de 1 à 9)
- la hauteur à laquelle le recouvrement est maximal (codée de 1 à 5)

Une combinaison de trois chiffres permet de décrire chaque type morphologique sur le mètre carré inventorié. Pour les mousses, nous n'avons noté que le taux de recouvrement total, sans tenir compte des différentes espèces, ni même séparer les sphaignes des autres Bryophytes.

Les tableaux issus de ces choix figurent dans l'Annexe 2. Nous avons regroupé les résultats de chaque station dans un unique tableau. Les colonnes des tableaux correspondent aux numéros des relevés et les lignes aux types morphologiques retenus. Les codes des emplacements sont les mêmes que ceux des relevés floristiques et des pièges à émergences.

C'est au Chapitre 9 "Facteurs environnementaux" que nous utiliserons ces données lors d'analyses.

CHAPITRE 6 : FAMILLES DE DIPTERES - RESULTATS

I. Détermination des familles de Diptères - résultats obtenus

I.1. Introduction

Le présent chapitre a pour but de présenter les résultats obtenus au niveau de la famille. Il faut cependant noter qu'un peuplement de Diptères ne constitue pas une unité écologique homogène, car les différentes familles et leurs représentants peuvent avoir des fonctions très différentes dans l'écosystème, en se situant notamment à différents niveaux trophiques. Cela a des incidences notamment sur l'abondance des individus et sur leur répartition à l'échelle du mètre. Les espèces phytophages et les saprophages sont plus abondantes que les espèces prédatrices et surtout, adoptent fréquemment une répartition en taches; les secondes sont moins abondantes et souvent plus disséminées dans le terrain.

I.2. Tableaux bruts

Les 141 pièges à émergences que nous avons posés ont permis de récolter 54'343 Diptères adultes répartis en 53 familles, très inégalement représentées. La surface totale inventoriée est de 35.25 m². La moyenne par piège (= 0.25 m²) est de 385 individus, soit 1541 individus par mètre carré (écart-type: 700). Mulhauser (1989) obtient dans les milieux secondaires de Martel-Dernier une moyenne de quelques 1127 Diptères par mètre carré (écart-type 538), ce qui est comparable à ce que nous avons obtenu dans les contacts résultant de l'exploitation.

Nos résultats figurent sous forme de tableaux bruts et constituent l'Annexe 3.

Dans les écosystèmes terrestres, de 1'000 à 4'000 Diptères adultes émergent par mètre carré (Hövmeyer, 1991). Ces chiffres déjà importants, ne rendent pas compte de l'abondance réelle de ce groupe dans le sol et la végétation, car nombreuses sont les larves qui n'ont pu arriver à l'âge adulte. Chez les Diptères, comme chez de nombreux insectes, l'adulte ne constitue que la phase de reproduction et de dispersion de l'espèce, alors que la grande majorité de la population est représentée par les seuls stades larvaires.

Selon leur emplacement, les pièges ont un rendement qui varie d'un facteur 8. Les milieux les plus pauvres en Diptères (moins de 200 individus par piège) sont les zones centrales du haut-marais primaire (*Sphagnetum magellanici* et *Pino-Sphagnetum* très humide), les landes sèches à

Calluna vulgaris (ce qu'avait déjà souligné Borcard, 1988) et les murs de tourbe effondrés, là où la tourbe nue apparaît en maints endroits et où la végétation est rare.

Les conditions de vie sur le haut-marais et le milieu très particulier que constituent les sphaignes (tant au niveau habitat que nourriture) limitent le nombre d'espèces capables d'y effectuer un développement complet.

Dans les landes sèches, une production primaire très faible (peu à manger) et des conditions hydriques peu favorables (évaporation très forte) ne rendent pas ces milieux propices aux larves de Diptères. Si l'échauffement des zones de tourbe nue constitue un critère sélectif pour la faune circulante (Carabidae, Araignées (Mulhauser, 1989, Pearson, 1995)), le facteur thermique ne joue peut-être pas un rôle aussi important pour une partie de la faune endogée. En surface, la température de la tourbe nue peut s'élever à plus de 50°C (record à 71.1°C (Schmeidel (1978), in Matthey (1993)), mais dès une profondeur de 5 centimètres, la stabilité thermique est remarquable (Matthey, 1993). Dès que la tourbe nue est plus humide, les populations de Diptères augmentent (Mulhauser, 1989).

Les milieux les plus productifs en Diptères sont les canaux de dérivation naturels des eaux. En une saison, nous y avons récolté jusqu'à plus de 1400 Diptères dans un seul piège. Ce chiffre record est dû aux Chironomidae qui abondent dans ce type de milieux.

Sur les 53 familles capturées, 19 familles rassemblent 95.6 % des récoltes, 34 familles ont un effectif inférieur à 1%.

Tous milieux, sous-milieux et faciès confondus, les familles les mieux représentées sont:

- les Chironomidae (19.6 %)
- les Cecidomyiidae (15.8 %);
- les Sciaridae (13.1 %)

Ces trois familles forment près de la moitié de nos récoltes (48.5 %), ce qui est proche des résultats de Prescher (1992), mais pour trois types de champs cultivés. Viennent ensuite:

- les Chloropidae (9.4 %)
- les Empididae s.l.¹ (7.1 %)
- les Phoridae (5.6 %)
- les Carnidae (3.9 %)
- les Dolichopodidae (3.0 %)
- les Ceratopogonidae (2.8 %)

¹ Nous avons adjoint momentanément au terme Empididae la mention "sensu lato". Sous cette dénomination sont en fait regroupés les Empididae (s.str.), les Hybotidae, les Atelestidae et les Microphoridae actuels.

- les Psychodidae (2.7 %)

Dix familles rassemblent à elles seules les 82.9 % des effectifs. Les 9 suivantes (cf. tableau 6.1) ont une fréquence relative oscillant entre 1 et 2%.

Lors d'études consacrées à l'entomofaune du sol, les Sciaridae, les Cecidomyiidae et dans une moindre mesure les Chironomidae, sont régulièrement citées comme les familles de Diptères plus abondantes (Prescher, 1992, Hövemeyer, 1991, Ducommun, 1989), particulièrement en milieux prairiaux (Krizelj & Verstracten, 1971 in Dethier & Matthey, 1981 et Guinchard, 1993). Si les Chironomidae sont ici la famille la mieux représentée, c'est grâce aux stations de la vallée de Joux, souvent très humides, voire constamment inondées. Apparaissent ainsi plusieurs espèces aquatiques ou semi-aquatiques que l'on ne retrouve qu'exceptionnellement dans les stations brévinères retenues (Vers le Maix Rochat 13Sud).

Dans le tableau 6.1. figurent la liste des familles inventoriée sur trois saisons, le nombre d'individus récoltés et leur fréquence relative sur l'ensemble des captures, tous milieux confondus.

1.3. Choix des familles-clés

Sur la base d'AFC² effectuées sur l'ensemble des stations, sur les stations de la vallée de Joux, puis sur celles de la vallée de la Brévine et finalement sur les stations prises individuellement, l'interprétation des axes a posteriori s'est avérée complexe. Nous avons cependant pu constater que, quel que soit l'AFC considérée, l'axe 1 exprimant le maximum de variation, correspond globalement à l'opposition "milieux sous influence agricole directe - marais".

Nous avons pu mettre en évidence quelques familles fortement associées à un type de milieu et choisir celles dont nous pousserions plus loin l'étude.

² Ces analyses ne constituent qu'une phase d'approche et ne figurent pas dans ce travail.

Famille	Nombre	%
Chironomidae	10649	19.60
Cecidomyiidae	8558	15.75
Sciaridae	7130	13.12
Chloropidae	5083	9.35
Empididae	3863	7.11
Phoridae	3048	5.61
Camidae	2103	3.87
Dolichopodidae	1617	2.98
Ceratopogonidae	1495	2.75
Psychodidae	1485	2.73
Limoniidae	1064	1.96
Sepsidae	1006	1.85
Bibionidae	862	1.59
Mycetophilidae	774	1.42
Muscidae	760	1.40
Sphaeroceridae	657	1.21
Drosophilidae	639	1.18
Scatopsidae	589	1.08
Ephyridae	568	1.05
Anthomyiidae	426	0.78
Agromyzidae	374	0.69
Lonchoceridae	259	0.48
Calliphoridae	225	0.41
Tipulidae	138	0.25
Psilidae	124	0.23
Syrphidae	104	0.19
Milichiidae	96	0.18
Heleomyzidae	87	0.16
Tachinidae	81	0.15
Rhagionidae	73	0.13
Scatophagidae	71	0.13
Anisopodidae	53	0.10
Opomyzidae	47	0.09
Fanniidae	37	0.07
Sarcophagidae	32	0.06
Sciomyzidae	30	0.06
Pipunculidae	26	0.05
Trichoceridae	19	0.03
Chamaemyiidae	16	0.03
Micropezidae	14	0.03
Tabanidae	13	0.02
Oritidae	10	0.02
Diastatidae	7	0.01
Anthomyzidae	6	0.01
Lauaxiidae	6	0.01
Tephritidae	5	0.01

Famille	Nombre	%
Asteiidae	4	0.01
Acanthophthalmidae	2	0.00
Stratiomyidae	2	0.00
Aulacigastriidae	1	0.00
Acroceridae	1	0.00
Asilidae	1	0.00
Platypezidae	1	0.00
Total	54343	

En gras: familles déterminées à l'espèce
dans le cadre de ce travail
(= 12.22 %)

Tableau 6.1: Liste des familles de Diptères récoltées. Nombre d'individus et pourcentage.

Pourcentage des 6 familles les plus
abondantes et aolde

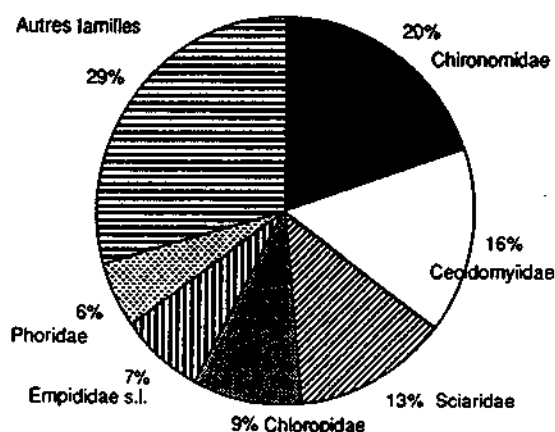


Figure 6.1: Fréquences relatives des principales familles des Diptères capturées de 1991 à 1993, toutes stations confondues.

1.3.1. Familles caractéristiques d'un sous-milieu

Après avoir déterminé le matériel 1991-1992, nous avons effectué une AFC pour chaque station. Trois familles se sont avérées intéressantes en elles-mêmes, car "tirant" régulièrement l'analyse (coordonnées élevées sur le premier ou le second axe exprimant le maximum de variation): les Bibionidae, les Psilidae et les Limoniidae. Elles ont pu la suite fait l'objet d'une détermination à l'espèce.

Les Bibionidae (1.6 % des effectifs totaux), s'avèrent caractéristiques des milieux à vocation agricole (pâturages et prairies de fauche). Les Bibionidae adultes apparaissent, souvent en masse, au premier printemps et connaissent un second pic d'abondance en automne: certaines espèces

sont en effet bivoltines. Les femelles fécondées creusent le sol sur quelques centimètres à l'aide de leurs tibias antérieurs armés d'éperons, construisent une logette où elles déposent 200-300 oeufs et meurent presque aussitôt. Les mâles ne survivent guère davantage après l'accouplement. Environ un mois plus tard, les larves éclosent. Elles sont phytosaprophages et de mœurs grégaires. Elles vivent dans les sols riches en humus, le fumier et les bouses, la litière forestière, les prairies et les pâturages (Matile, 1993). Du fait de leur abondance (parfois plusieurs milliers de larves par mètre carré), elles peuvent causer des dégâts importants aux graminées et plantes potagères dont elles dévorent les racines et les semences.

Les *Psilidae*, petite famille marginale dans nos tris (124 individus), sont particulièrement présents dans la bande régulièrement fauchée qui jouxte les zones de marais abaissés où la végétation se fait plus maigre et dans le bas-marais acide (*Carioctum fuscae*) de Praz Rodet. Apparemment, toutes les espèces de *Psilidae* ont des larves phytophages, vivant à l'intérieur des tiges et des racines dont elles se nourrissent.

Les *Limoniidae* se trouvent également souvent éloignés de l'origine des AFC. Très hygrophile, cette famille nous semblait pouvoir fournir de bons indicateurs des formations tourbeuses, l'écologie de ce groupe étant assez bien connue en tourbière (Brunhes, 1984, 1989; Brunhes & Villepoux, 1990). Les larves de *Limoniidae* peuvent être saprophages, phytophages ou prédatrices.

1.3.2. Familles à comportement différencié le long des transitions

Parmi les 10 familles les plus abondantes et présentes sur l'ensemble des transects, nous voulions étudier celles montrant un comportement différencié le long de nos transects et dont la composition spécifique variait selon les sous-milieus. Il est vrai que nous avons écarté d'office les Nématocères *Chironomidae*, *Cecidomyiidae* et *Sciaridae*, difficiles à identifier ou trop nombreux compte tenu du temps dont nous disposions pour ce travail.

Au cours du tri, nous avons remarqué que les *Empididae* (s.l.), les *Dolichopodidae*, les *Chloropidae* et les *Phoridae* étaient très diversifiés et que leur abondance variait considérablement selon les sous-milieus. Sur ces seules bases, les quatre familles auraient mérité d'être déterminées à l'espèce, mais des considérations à la fois pratiques et écologiques nous ont amenée à n'en retenir que deux.

Après un premier essai de détermination des *Phoridae* en 1991, nous avons malheureusement dû constater l'abondance des femelles de *Megaselia* sp. pour lesquelles il n'existe pas encore de clé valable.

Nous avons renoncé à travailler sur les Chloropidae, car nous craignons qu'un groupe essentiellement phytophage, potentiellement lié à des plantes-hôtes de manière spécifique, nous apporte une information redondante de nos résultats floristiques. Nombreux sont les Chloropidae liés aux Graminées, leur abondance décroît d'ailleurs cettement des milieux herbacés vers la tourbière.

Nous avons choisi de travailler sur les Empididae (s.l.) et les Dolichopodidae. Il existe pour ces deux "familles" de bons ouvrages de détermination: Collin, 1961; Chvála 1975, 1983 et 1994; Chvála & Grootaert, 1992; Barták, 1982 pour les premiers et Parent, 1938; d'Assis Fonseca, 1978; Negrebov, 1977 pour les seconds.

Les Empidoidea:

Nous adopterons désormais les conceptions taxinomiques de Chvála (1983). Les Empidoidea ne sont plus divisés en deux familles (Empididae et Dolichopodidae), mais en cinq:

- Empididae (s.str.)
- Hybotidae
- Atelestidae
- Microphoridae
- Dolichopodidae

Diptères Brachycères Orthorraphes taxonomiquement voisins, les représentants de la super-famille des Empidoidea sont de moeurs larvaires prédatrices proches. Seul le genre *Thrypticus* (Dolichopodidae) est phytophage et se développe dans les tiges de Monocotylédones.

Les Empidoidea forment une seule unité écologique, et c'est là que réside leur intérêt dans la présente recherche. Dans l'état actuel des connaissances, les larves édaphiques des espèces piégées semblent être plutôt opportunistes, chassant dans le sol essentiellement des larves de Diptères. Ce caractère peu restrictif nous semble en faire de bons outils dans le cadre de notre étude. Trouvant des proies sans trop de difficultés, les espèces seraient alors avant tout sensibles aux conditions du milieu et à même de refléter le fonctionnement des étroits gradients qui nous occupent. Notre but sera d'isoler des espèces ou groupes d'espèces indicatrices de la nature et de l'état du milieu.

2. Conclusion

L'écologie diversifiée des représentants d'une même famille ne permet pas un diagnostic à l'échelle de perception qui nous occupe. Les familles constituent ainsi le plus souvent des ensembles trop hétérogènes. C'est pourquoi, leur étude ne constitue qu'une étape de la

recherche. Il était préférable d'investir davantage sur l'exploitation des données "espèces", fournissant des unités de mesure compatibles entre elles.

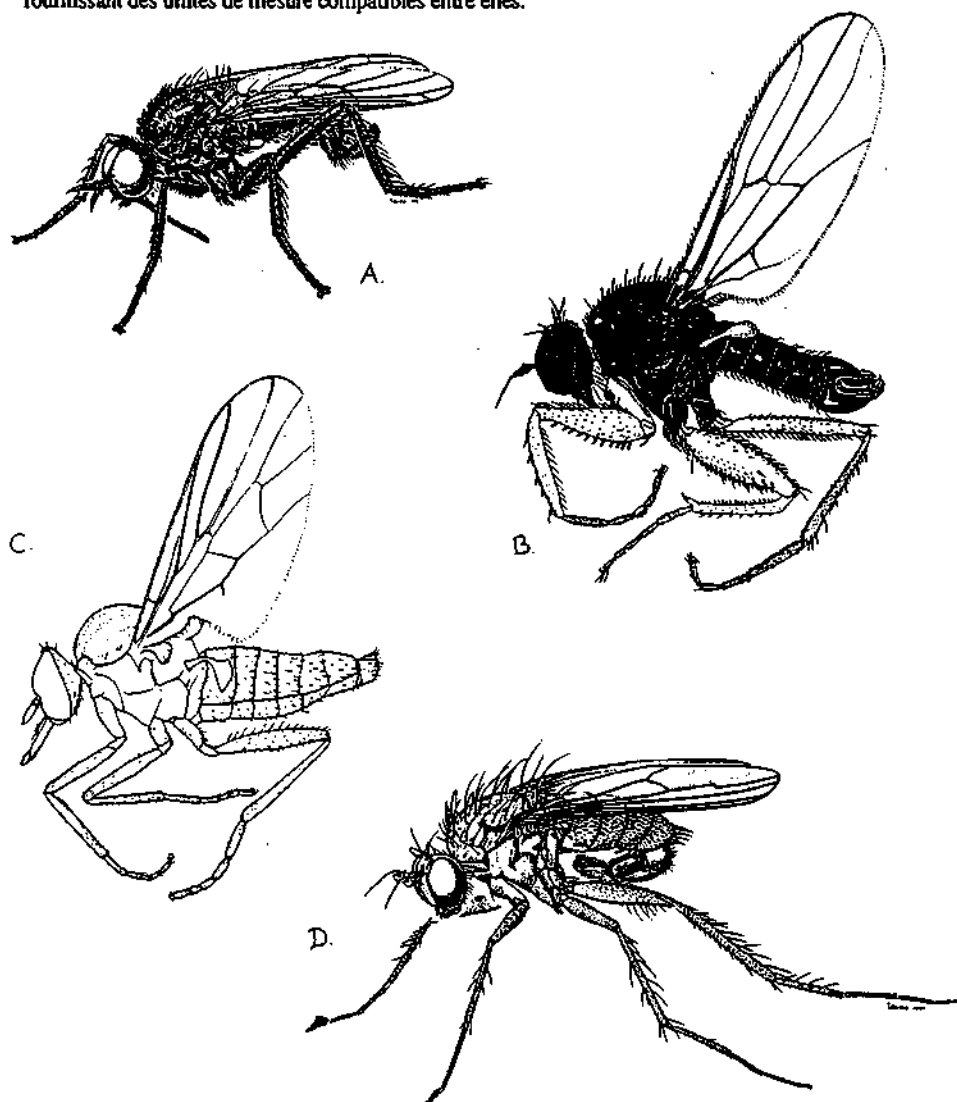


Figure 6.2. *Quelques Empidoidea*. Empididae : A. *Empis* sp.
Hybotidae : B. *Platypalpus agilis* C. *Euthyneura myrtilli*
Dolichopodidae : D. *Dolichopus* sp.

CHAPITRE 7 : RESULTATS FAUNISTIQUES

I. Introduction

Dans le présent chapitre figurent les listes faunistiques des familles de Diptères déterminées à l'espèce et quelques commentaires sur les lieux et sur la période d'émergences de nos individus. Nous tirons les premières conclusions quant à la qualité de l'information apportée.

Au sein des familles, nous avons choisi de privilégier l'ordre alphabétique, plutôt que systématique. Il est ainsi beaucoup plus facile pour le non-spécialiste de retrouver un taxon dans une liste.

Les familles suivantes ont fait l'objet d'une détermination à l'espèce:

- les Psilidae
- les Bibionidae
- les Scatopsidae: entièrement déterminés par M. J.-P. Haenni
- les Tipulidae: entièrement déterminés par le Dr. C. Dufour
- les Limoniidae: entièrement déterminés par le Dr. W. Geiger et le Dr. S. Podenas
- les Empididae
- Hybotidae
- Atelestidae
- Microphoridae
- les Dolichopodidae

Les Empididae, Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae ont fait l'objet d'un contrôle par le Dr. P. Grootaert, à l'exception du genre *Rhamphomyia* (vérifié et déterminé par le Dr. M. Barták) et du genre *Drapetis* (vérifié et déterminé par le Dr. A. Stark). Il plane encore des incertitudes sur le genre *Empis* et certaines espèces n'ont pu être déterminées avec certitude (numérotées de 1 à 4).

Les Dolichopodidae ont été contrôlés par le Dr. M. Pollet et les Bibionidae par J.-P. Haenni.

Avant de passer à l'exposé des résultats, notons que:

- les périodes d'émergences mentionnées correspondent à celles que nous avons observées. Pour plus de précision quant aux emplacements des pièges, se référer au Chapitre 4.
- nous abrégons le terme "individus" par "ind."

2. Les Psilidae

2.1. Liste des espèces de Psilidae

La nomenclature correspond à celle du Catalogue des Diptères paléarctiques, volume 8 (Soós & Papp, 1984).

Chamaepsila obscuritarsis (Loew, 1856): La Burtignière: Mégaphorbiée (Em 4-5-6: 34 ind.)

Cachot 16.4: Mégaphorbiée (Em 7: 1 individu)

Emergences: juin et juillet

Chamaepsila atra (Meigen, 1826): La Burtignière: Refus de pâturage humide (Em 3: 17 ind.), mégaphorbiée (Em 4: 1 ind.).

Vers le Maix Rochat 13Est: Marais abaissé (Em 13: 2 ind.).

Emergences: Juin, surtout la première quinzaine.

Peut-être liée à *Deschampsia caespitosa*.

Chamaepsila nigra (Fallén, 1820): La Burtignière: Pâturage (Em 2: 1 ind.)

Praz Roder: Pâturage (Em 1: 6 ind.) et Sphagno-Piceetum (Em 9-10: 2 ind.)

Emergences: mi-juin à début juillet

Chamaepsila pectoralis (Meigen, 1826): Cachot 16.4: Prairie sur tourbe (Em 1: 1 ind.).

Emergences: début juin.

Psilosoma lefebvrei (Zetterstedt, 1835): Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage gras sur tourbe (Em 7: 1 ind.).

Emergences: fin juillet - début août.

Loxocera albisea (Schränk, 1803): Cachot 16.4: Prairie tendance Trollio-Cirsietum

(Em 5: 3 ind.) et mégaphorbiée (Em 8: 1 ind.).

Emergences: début août.

Loxocera aristata (Panzer, 1801): Praz Roder: Caricetum fuscae (Em: 5-6-7: 6 ind.)

Cachot 16.2: (Em 4-5-6-7-10: 15 ind.). Prairie zone de productivité plus faible, bande à *Luzula multiflora*, marais abaissé.

Cachot 16.4: Lisière de pinède sèche avec *L. multiflora* (Em 12: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Est: Creux humide à la limite entre pâturage et marais, avec *L. multiflora*

(Em 9: 3 ind.) et lande basse (Em 17: 1 ind.).

Vers le Maix Rochat 13Sud: bordure entre prairie et marais (Em 7:

11 ind. et Em 9: 1 ind).

Emergences: fin juin à fin août.

Loxocera fulviventris Meigen, 1826: Vers le Maix Rochat 13Sud; bordure entre prairie et marais (Em 7: 3 ind.).

Emergences en août.

2.2. Commentaires

Lors du tri, nous avons noté la présence d'une superbe espèce très localisée en bordure des tourbières de la vallée de La Brévine. Il s'agit de *Loxocera aristata*. Signalée déjà au Cachot 16.2 par (Basset, 1985), en tant que touriste dans la couronne de *Pinus uncinata*. La plupart des larves de Psilidae (et peut-être toutes) sont phytophages. Le genre *Loxocera* sp. est lié aux Juncacées (Matile, 1995). Des larves de *L. albiseta* ont été observées dans des tiges de *Juncus* sp. (de Meijere, 1947 in Ferrar, 1987), mais selon Brindle (1965), la description de ces larves pourrait en fait se rapporter à une autre espèce de *Loxocera* et peut-être *L. aristata*. Sur l'ensemble de nos stations, maintes fois *L. multiflora* se trouve en compagnie de *Juncus effusus*, mais il en est trois où seule *Luzula multiflora* est présente. Par conséquent, c'est à cette espèce que *Loxocera aristata* est liée.

Nous avons également capturé *Loxocera albiseta* et *L. fulviventris*, mais il ne nous est pas possible d'identifier la plante hôte de ces deux espèces avec certitude, bien que *Juncus effusus* soit un candidat possible.

Chamaepsila obscuritarsis est liée aux mégaphorbiées. Elle est particulièrement présente dans l'Aconito-Filipenduletum de La Burtignière.

2.3. Conclusions

Dans le cadre de cette étude, les Psilidae constituent un apport faunistique anecdotique. Nous avons pu expliquer le pourquoi du très fort lien existant entre cette famille et les bordures de tourbières dans la vallée de La Brévine. Quels que soient d'ailleurs les sites considérés, la répartition de *L. aristata* colle parfaitement à celle de *Luzula multiflora*¹. Cette constatation illustre bien la redondance possible entre information apportée par des groupes phytophages et information apportée par la flore. Elle corrobore les réserves que nous avons émises au chapitre "Résultats généraux", et qui nous avaient fait écarter les Chloropidae comme groupe à identifier plus avant.

¹ Une autre espèce de *Loxocera* (*L. sylvatica*) semble liée au genre *Luzula*, mais à *Luzula sylvatica* (Chandler, 1975).

Nous pensons que certains Psilidae constituaient un bon marqueur de la limite de la tourbière (Praz Rodet, Cachot 16.2, Cachot 16.4, Vers le Maix Rochat 13Sud et même 13 Est) ou du moins du marais, puisqu'ils étaient bien présents à La Burtignière juste avant les bas-marais du Caricetum davallianae. Nous avons vu qu'il ne s'agissait pas du même taxon à La Burtignière, mais fondions de gros espoirs sur les *Loxocera*. Nous avons ensuite découvert leur lien aux Juncacées.

Si les *Loxocera* sp., et surtout *L. aristata*, caractérisent les bordures de tourbières, ce n'est que de manière indirecte. Ceci souligne encore l'importance de *Luzula multiflora* dans la transition. L'individu piégé sur la lande basse de Vers le Maix Rochat 13Est prouve que la répartition de la plante-hôte est déterminante. Mais il faut cependant souligner que les zones de contact entre agriculture et marais secondaire constituent de loin le meilleur habitat pour *Loxocera aristata* (terrain plus humide très favorable aux Luzules qui montrent une belle vitalité). En cela, on peut dire que ce Psilidae, par l'intermédiaire de sa plante-hôte, a trouvé là un habitat de substitution au bas-marais acide humide du Caricetum fuscae tel qu'on le trouve à Praz Rodet.

Malgré la présence de *Luzula multiflora* dans le pâturage abandonné, nous n'y avons pas trouvé *L. aristata*. Il se peut que l'espèce soit tout de même présente, mais que sa population soit très faible. Si l'animal se tient dans la plante au cours de sa vie larvaire, nous ignorons s'il s'y nymphose ou s'il quitte sa plante nourricière pour s'enfoncer dans le sol. En ce cas, la nature du substrat aurait son importance: le sol plus compact et moins humide du pâturage lui serait peu favorable.

3. Les Bibionidae

3.1. Liste des espèces de Bibionidae

Les Bibionidae sont très liés aux milieux herbacés et sont notoirement abondants dans les prairies et pâturages. Ils peuvent connaître de très fortes densités sur une petite surface et constituent un excellent exemple d'organismes à répartition contagieuses (= taches).

Nous avons identifié les espèces suivantes:

Dilophus febrilis (L.): Le Cachot 16.2: Prairie (Em 1-2-3: 386 individus et Em 5-6: 23 ind.)

Le Cachot 16.4: Pinède secondaire (Em 14-15: 2 ind.)

Emergences: fin août jusqu'aux premiers gros gels (mi-octobre).

Dilophus femoratus Meigen: Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage gras sur tourbe (Em 1: 56 ind.)

Emergences: fin juin et début juillet.

Bibio clavipes Meigen: Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage humide sur tourbe (Em 6: 7 ind.) et gras (Em 7: 26 ind.).

Remblai envahi par *Polygonum bistorta* (Em 11: 5 ind.).

Marais abaissé altéré (Em 13: 4 ind.)

Lande basse à *Calluna vulgaris* (Em 15: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: contact humide prairie - marais (Em 9: 29 ind.)

Marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* (Em 11: 8 ind.)

Lande à *Calluna vulgaris* (Em 16-18: 5 ind.) (Em 21: 3 ind.)

Les Essarts: Lisière à *Chaerophyllum aureum*: 5 ind.

Emergences: fin août jusqu'aux premiers gros gels (mi-octobre).

Bibio hortulanus (L.): Les Essarts: Lisière à *Chaerophyllum aureum*: 2 ind.

Emergences: fin septembre aux premiers gros gels (mi-octobre).

Bibio johannis (L.): La Burtignière: Pâturage (Em 1-2-3: 22 ind.)

Praz Rodet: Pâturage (Em 1: 1 ind.)

Le Cachot 16.2: Prairie (Em 1: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: Prairie (Em 4: 2 ind.)

Les Essarts: Abieti-Fagenum: 1 ind.

Lisière: 2 ind.

Pâturage abandonné: 33 ind.

Emergences: début mai (mi-mai en tourbière) à mi-juin.

Bibio lepidus Loew: Cachot 16.4: Mégaphorbiée (Em 7: 2 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: bordure humide fauchée à la main (Em 8-9-9B: 18 ind.) et lande (Em 17)

Vers le Maix Rochat 13Est: pâturage (Em 3-4-5-6-7-8: 54 ind.) et creux humide (Em 9: 20 ind.), marais abaissé (Em 13-14: 125 ind.) et lande (Em 15-16: 2 ind.)

Les Essarts: Lisière: 1 ind.

Pâturage abandonné: 21 ind.

Emergences: mi-septembre aux premiers gros gels (mi-octobre)

Bibio varipes Meigen: La Burtignière: Caricetum fuscae (Em 21: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Est: lande basse (Em 15: 1 ind.)

Emergences: mi-mai à début juin.

3.2. Commentaires

3.2.1. *Dilophus febrilis*

D. febrilis est une espèce bivoltine très commune qui apparaît au printemps et en automne. On la rencontre en plaine comme en altitude dans les prés, les champs, les pâturages et les bois, mais elle marque une prédilection pour les prairies humides. Nous avons observé des adultes en Hêtre-Sapinière, mais ils se développent vraisemblablement dans les prés tout proches. Dans une prairie à forte productivité, le nombre d'individus par mètre carré serait, selon nos résultats, de plus de 500.

Nous avons été surpris de ne pas le capturer en début de saison, car nous avons eu l'occasion de l'observer en abondance à fin mai et début juin dans la vallée de La Brévine (observations 1993 et 1995). Il se peut que, selon les hivers (forts gels avec ou sans couverture neigeuse), les populations du fond de la vallée connaissent des fluctuations importantes.

Les récoltes du Cachot 16.2 sont de 1991 et le piège témoin de 1992 (Em 3B) n'en contenait aucun. En 1992, nous n'avons que deux individus dans la pinède secondaire du Cachot 16.4 et rien dans les prés. En 1993, l'espèce est à nouveau extrêmement abondante dans la vallée, notamment dans la prairie de Vers le Maix Rochat 13Sud. Existe-t-il un cycle dans les populations ? Quelles est l'influence réelle des conditions météorologiques ? De telles fluctuations sont connues chez les Bibionidae, mais ce phénomène n'a pas fait l'objet d'étude serrée (J.-P. Haenni, comm.pers.).

En 1990, nous avons effectué au Cachot 16.2 un pointage sur un marais abaissé à *Molinia caerulea* situé au nord-ouest de notre station, légèrement en contre-bas, où la pente va du champ vers le marais. *D. febrilis* se développe jusque dans le marais abaissé, sur le mètre et demi qui jouxte le champ. Il peut donc, à la faveur de certaines conditions, pénétrer dans le marais.

3.2.2. *Dilophus femoratus*

C'est une espèce très commune, mais moins fréquente que *D. febrilis*. On la rencontre aussi bien en milieu ouvert qu'en forêt. Elle est particulièrement abondante en montagne, où elle monte à plus de 2000m (Haenni, 1982). Des émergences sont signalées à plus de 2500m au Parc National suisse (Matthey & al., 1981). *D. femoratus* est une espèce principalement univoltine, mais les individus capturés en automne suggèrent une seconde génération possible numériquement faible (Freeman & Lane, 1985).

3.2.3. Bibio clavipes

Bibio clavipes est une espèce très proche de *B. lepidus* dont il se distingue par ses palpes maxillaires bien développés. Les mâles ont des poils blancs sur les pleures abdominaux. Les femelles sont entièrement roussâtres. C'est une espèce très commune qui apparaît à la fin de l'été.

Nous ne l'avons pas trouvé dans les prairies de fauche, mais en bordure du marais, dans les marais abaissés, les landes de tourbière et sur sol brun, dans une lisière plutôt thermophile. En fait, dans divers milieux secondaires ouverts secs ou humides, mais où la pression anthropozoogène est faible ou nulle.

3.2.4. Bibio hortulanus

Espèce printanière de plaine très commune, mais qui semble absente des milieux étudiés. Deux individus sur sol brun, dans la lisière à *Chaerophyllum aureum*.

3.2.5. Bibio lepidus

C'est l'espèce de *Bibio* la plus abondante dans notre matériel. Très semblable à *Bibio clavipes*, il s'en distingue par ses palpes maxillaires plus courts. Les mâles ont une pilosité entièrement noire. Les femelles sont noires et seules leurs pattes sont roussâtres. Généralement moins fréquent que *B. clavipes*, il n'émerge qu'en automne. Les deux espèces se côtoient souvent.

3.2.6. Bibio johannis

A l'étage montagnard (mais on le trouve aussi à basse altitude), c'est le Bibionidae caractéristique des pâturages où il abonde au premier printemps. On le trouve également dans les prairies de fauche, en lisière et jusqu'en forêt, mais il y est beaucoup plus faiblement représenté.

3.2.7. Bibio varipes

Deux individus capturés: un sur une lande basse et un dans le Caricetum fuscae de La Burtignière.

3.3. Conclusions

Dans les AFC consacrées aux familles (Chapitre 6), les Bibionidae se sont avérés très liés aux milieux sous influence agricole. Le travail sur les espèces permet une approche plus fine. *Dilophus febrilis* est une espèce caractéristique des prairies de fauche sur tourbe. Selon nos

données, *Dilophus femoratus* et *Bibio lepidus* marquent une préférence pour le pâturage sur tourbe et *Bibio johannis* pour les pâturages sur sol brun.

Bibio clavipes et *Bibio lepidus* ne sont pas des espèces de marais, mais c'est là néanmoins que nous les avons majoritairement piégés (MR13Est et MR13Sud).

La présence de deux espèces (*B. hartulani* et *B. varipes*) est anecdotique.

4. Les Scatopsidae

Ce sous-chapitre se situe quelque peu en marge de notre travail et constitue un apport faunistique pur. Les Scatopsidae ne jouent en effet pas un rôle important dans le cadre de notre problématique et nous ne discuterons pas en détail l'écologie des différentes espèces. Les résultats sont présentés de manière brute. Sur la liste d'espèces figurent le nombre total de spécimens pour chaque taxon et la période d'émergence observée. Dans l'Annexe 4 figure un tableau récapitulatif par station et on peut s'y référer si l'on veut connaître les milieux d'où les diverses espèces sont issues.

Monsieur Jean-Paul Haenni, spécialiste du groupe, a aimablement accepté de déterminer notre matériel. Il a identifié 19 espèces et 2 taxons, dont une espèce nouvelle pour la Suisse (*Anapausis albohalterata* Duda) et probablement un nouveau genre pour la faune mondiale (J.-P. Haenni, in prep.).

4.1. Liste des espèces de Scatopsidae

Espèce	Nombre d'individus	Période d'émergence observée
<i>Anapausis albohalterata</i> Duda	14	fin mai à début juillet
<i>Anapausis dufourella</i> Haenni	3	juin et début juillet
<i>Anapausis rectinervis</i> Duda	65	juin à début juillet (surtout mi-juin)
<i>Coboldia fuscipes</i> (Meigen)	1	septembre
<i>Colobostema triste</i> (Zett.)	2	juin
<i>Colobostema infumatum</i> (Halliday)	11	début juin, mais surtout juillet-août
<i>Cookella albitarsis</i> (Zett.)	20	fin juin à début septembre
<i>Ferneiella incompleta</i> (Verrall)	2	juin
<i>Holoplaga transversalis</i> (Loew)	1	fin juillet -début août
<i>Pharsoreichertella hamifera</i> (Strobl)	1	octobre

<i>Rhaexoza</i> s.l. sp.	1	juillet
<i>Scatopse notata</i> (L.)	1	septembre
<i>Swammerdamella acuta</i> Cook	4	août - septembre
<i>Swammerdamella adercotris</i> Cook:	1	fin août
<i>Swammerdamella brevicornis</i> (Mg.)	9	mi-juin - début juillet et septembre
<i>Thripomorpha collini</i> (Cook)	5	fin juillet - début août
<i>Thripomorpha cooki</i> (Hutson):	1	début août
<i>Thripomorpha paludicola</i> Enderlein	2	fin juin - début juillet
<i>Thripomorpha halteranum</i> (Mg.)	344	mi-juin à mi-août (surtout fin-juin début juillet)
<i>Thripomorpha verralli</i> (Edwards)	3	juin - juillet
Nov. gen ? nov.sp.:	3	juin

Tableau 7.1: *Scatopsidae*, espèces capturées, nombre d'individus et période d'émergence observée au cours de ce travail.

Le genre *Tripomorpha* a remplacé le genre *Rhegmoclema* (Haenni, 1995). *Thripomorpha paludicola* Enderlein, 1905 correspond à *Rhegmoclema edwardsi* (Collin, 1954).

4.2. Commentaires

L'écologie des *Scatopsidae* est encore peu connue et il ne nous est pas possible de cerner celle des différentes espèces que nous avons capturées, le plus souvent en faible nombre.

L'espèce qui domine largement dans nos récoltes, *Thripomorpha halteratum*, est une espèce commune de prés humides et des zones humides (J.-P. Haenni, comm.pers.). Si un seul exemplaire a été capturé à la vallée de Joux, dans un refus très humide du pâturage de La Burtignière, l'espèce est très présente dans les prairies sur tourbe de la vallée de La Brévine. Elle ne pénètre véritablement dans le marais abaissé qu'à Vers le Maix Rochat 13Sud.

La seule espèce qui marque une petite préférence pour les tourbières est *Colobostema infumatum*. Au Cachot 16.2, on la trouve jusque dans les zones centrales primaires. C'est une espèce de milieux acides, que l'on rencontre plus largement dans le nord de l'Europe (J.-P. Haenni, comm.pers.).

Les stations de comparaisons de 1993 nous ont montré que *Swammerdamella brevicornis* était abondante dans les prairies de fauche sur sol brun, alors que nous ne l'avions trouvée que dans une zone à faible productivité d'une prairie sur tourbe (13Sud), dans le faciès à *Eriopharum*

vaginatium du Cachot 16.2 et sur des landes à *Calluna vulgaris* (13Sud et Martel-Dernier). Sur cette seule base, on aurait pu supposer un certain lien à la tourbière, or il n'en est rien. Elle se rencontre en fait dans des milieux très divers. Brunhes & Haenni (1982) la signalent dans un bas-marais eutrophe.

Pharsoreichertella hamifera, dont nous avons trouvé un exemplaire dans le marais abaissé 13Sud, se développe également sur sol brun, dans la mégaphorbiée de lisière.

4.2.1. Scatopsidae de tourbière - littérature

Il existe quelques informations sur les Scatopsidae de deux tourbières d'Auvergne (Brunhes & Haenni, 1982). Ces auteurs ont trouvé *Swamerdamella aderscotris*, *S. acuta*, *Thripomorpha halteratum* et surtout *Thripomorpha paludicola* dans un bas-marais mésotrophe faiblement acide à sphaignes, *Potentilla palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex lasiocarpa* et *Carex limosa*.

T. paludicola, *Colobostema triste* (qui semble être myrmécophile) et *Coboldia fuscipes* ont été signalés dans un bas-marais de plaine (Marais de Lavours (Ain, France), par Brunhes & Villepoux, (1987 et 1988) dans des milieux très différents de ceux où nous les avons trouvés (groupement à *Cladium mariscus*, phragmitaie à *Carex* et Aulnes, cariçaie eutrophe à hautes herbes).

4.2.2. Premières mentions

Anapausis albohalterata Duda est signalée pour la première fois en Suisse. La description de la nouvelle espèce est en cours.

5. Les Tipulidae

Les Tipulidae rencontrés en tourbière ont fait l'objet de plusieurs publications, qu'elles leur soient entièrement consacrées (Brunhes, 1984, Brunhes & Dufour, 1989 et 1992, Dufour, 1980 & 1986) ou en partie (Leloup & Jacquemart, 1963, Mathey, 1971, Basset, 1985).

Dans les stations de la vallée de La Brévine, les Tipulidae sont abondants dans les milieux sous influence agricole, mais certains pénètrent dans les marais abaissés et parfois dans la tourbière. Il nous semble intéressant de savoir quels sont les taxons présents dans les marais abaissés et si l'on y retrouve des espèces de bas-marais, présentes à La Burtignière.

5.1. Liste des espèces de Tipulidae

Le Dr Ch. Dufour a très aimablement accepté de déterminer notre matériel. Il a identifié 9 espèces. La nomenclature est celle du Catalogue des Diptères Paléarctiques (Oosterbroek, 1992).

Tipula fascipennis Meigen: La Burtignière: Pâturage humide (refus) (Em 3: 1 ind.)

Emergences: juillet.

Tipula gimmerthali Lackschewitz: La Burtignière: Bas-marais alcalins (Em 15: 8 ind.) avec écoulement ou suintement, surtout sous couvert (Em 10-11-12: 9 ind.) et (Em 16: 2 ind.).

Emergences: fin septembre et octobre.

Tipula nubeculosa Meigen: Cachot 16.4: Pinède secondaire avec sphaignes (Em 14: 1 ind.)

Emergences: juin.

Tipula paludosa Meigen: Cachot 16.2: Prairie de fauche sur tourbe (Em 1-2-3-4: 21 ind.) et (Em 6: 4 ind.).

Emergences: août.

Tipula pagana Meigen: Cachot 16.2: Prairie de fauche (Em 2-3: 2 ind.) et (Em 5-6: 4 ind.)

Cachot 16.4: Prairie de fauche sur tourbe (Em 5: 1 ind.) et mégaphorbiée (Em 8: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage sur tourbe, zone de faible productivité (Em 3-4-6: 12 ind.), creux humide en bordure de marais abaissé tendance

Calthion (Em 9: 6 ind.) et dans le marais abaissé (zone d'accumulation des eaux chargées (Em 14: 2 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: Prairie de fauche sur tourbe, zone de faible productivité (Em 4-5-6: 3 ind.), bande en bordure du marais abaissé (Em 7: 1 ind.) et (Em 8-9: 7 ind.), marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* (Em 10: 2 ind.), très mouillé (Em 13: 1 ind.) et creux tendance Calthion (Em 15: 5 ind.).

Emergences: fin septembre et octobre.

Tipula subvafra Lackschewitz: Cachot 16.2: Pinède primaire tendance sèche (Em 20-21: 5 ind.)

Emergences: fin septembre et octobre.

Tipula turcica (Fabricius): Vers le Maix Rochat 13Sud: Marais abaissé humide (Em 12: 1 ind.)

Emergences: fin juillet.

Tipula varipennis Meigen: Burtignière: Pâturage (Em 1: 1 ind.)

Cachot 16.2: Prairie de fauche sur tourbe (Em 1-3: 3 ind.)

Cachot 16.4: Mégaphorbiée (Em 9: 1 ind.), lisière de pinède (Em 11: 1 ind.), pinède secondaire avec sphaignes (Em 14: 1 ind.).

Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage sur tourbe (Em 1: 1 ind.), creux humide en bodure de marais abaissé (Em 8-9: 2 ind.) et dans le marais abaissé (zone d'accumulation des eaux chargées, tendance *Calthion*) (Em 14: 2 ind.) et lande basse (Em 15: 1 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: Prairie sur tourbe (Em 2-3: 6 ind.) et (Em 5-6: 2 ind.).

Emergences: juin et début juillet.

Tipula vernalis Meigen: Vers le Maix Rochat 13Est: Pâturage sur tourbe (faible productivité) (Em 6: 2 ind.)

Vers le Maix Rochat 13Sud: Prairie sur tourbe (faible productivité) (Em 6: 1 ind.)

Emergences: juin et début juillet.

5.2. Commentaires

Les renseignements concernant les différentes espèces sont tirés de Dufour (1986).

5.2.1. *Tipula fascipennis*

En Suisse, c'est une espèce commune, largement distribuée entre 270 m et 1400 m d'altitude, sauf les régions à climat continental. Elle marque une préférence pour les forêts de feuillus humides. On la rencontre aussi dans les haies et les marais, rarement dans les forêts plus thermophiles, sauf si les sols comportent un humus bien développé. Vole de mi-mai à fin août, avec un maximum au milieu de juillet.

5.2.2. *Tipula gimmerthali*

Espèce assez commune, mais localisée (875-2400m). Cette espèce automnale (septembre et octobre) se rencontre essentiellement aux étages montagnard et subalpin. Elle affectionne les régions au climat frais et même très froid, soumises à de fortes précipitations.

Dans le Jura, c'est une espèce liée aux ceintures naturelles de tourbières (vallée de Joux,

Pontins), et surtout aux zones d'écoulement, de suintement et où le niveau de la nappe est élevé. Dans les Alpes, on la retrouve dans les marais de pente. C'est une espèce boréoalpine (Brunhes & Dufour, 1989).

En Auvergne où les transitions sont le plus souvent naturelles, *Tipula gimmerthali* marque une préférence pour les groupements mésotrophes à *Carex lasiocarpa* qui s'étendent entre mégaphorbiée périphérique et haut-marais actif (Brunhes & Dufour, 1992).

5.2.3. *Tipula nubeculosa*

Commune et largement distribuée (410-1200m), c'est une espèce forestière, souvent associée aux résineux. C'est à l'étage montagnard qu'elle est le plus abondante. Elle vole de mi-mai à fin août, avec un maximum début juin.

5.2.4. *Tipula paludosa*

Espèce prairiale des plaines d'Europe de l'ouest. Très commune à l'étage collinéen, elle monte cependant à plus de 2000m. Dans le Jura et le Plateau, elle occupe les pâturages et peut occasionnellement causer des dégâts aux cultures. C'est une espèce univoltine, présente de juillet à fin octobre.

5.2.5. *Tipula pagana*

C'est une espèce atlantique qui atteint en Suisse la limite orientale de son aire de distribution. Elle vit à l'étage collinéen et montagnard et affectionne les sols à humidité moyenne, mais constante (pâturages humides, prairies). Vole de mi-septembre à fin octobre.

5.2.6. *Tipula subvafra*

Assez rare et localisée, *T. subvafra* se rencontre dans les forêts moussues et les tourbières (surtout en forêt, mais aussi dans les landes (Aeby, 1990 et Brunhes & Dufour, 1992)). Tout comme *T. pagana*, c'est une espèce atlantique qui atteint la limite de son aire de distribution en Suisse, mais elle est plus montagnarde et se cantonne dans des habitats restreints. Les adultes n'apparaissent qu'en octobre et la période d'activité est très brève.

5.2.7. *Tipula turcica*

Espèce rare et localisée. On ne la rencontre que dans certaines tourbières du Haut-Jura autour des anciennes fosses de tourbage en pleine régénération. Les larves sont aquatiques. L'espèce est

absente des tourbières non exploitées. Elle vole de mi-mai à fin septembre.

5.2.8. *Tipula varipennis*

Très commune et largement distribuée de la plaine à la moyenne montagne (jusqu'à 2000m). Abondance maximale à l'étage montagnard. Dans le Jura et au nord des Alpes, *T. varipennis* est présente dans la plupart des milieux ouverts assez humides (prés gras, pâturages et mégaphorbiées) et occasionnellement en clairière (C. Dufour, comm.pers.). Elle fréquente souvent les mêmes habitats que *T. paludosa* et *T. vernalis*. Elle vole de mi-avril à mi-août, avec un maximum à fin mai.

5.2.9. *Tipula vernalis*

Très commune, surtout en plaine. Rares sont les stations au-dessus de 1100m. C'est une espèce de milieux ouverts (prairies, pâturages et champs cultivées). C'est une espèce des plaines d'Europe centrale et méridionale. Elle vole de début mai à mi-août, maximum dès mi-mai.

5.3. Conclusions

Les lieux d'émergence de nos individus correspondent parfaitement aux habitats signalés dans le travail de Dufour (1986). Il faut souligner que nous n'avons capturé ni *T. melanoceros*, qui est une espèce strictement liée aux zones centrales primaires, ni *T. subnodicornis*, autre espèce caractéristique des hauts-marais dans le Jura (Dufour, 1986). Par contre, *T. turcica* et *T. subvafra*, qui sont plutôt liées aux zones secondaires, sont faiblement représentées.

Tipula gimmerthali n'est présente qu'à la vallée de Joux. Espèce caractéristique des ceintures naturelles de bas-marais, elle a été éliminée de l'immense majorité des sites tourbeux de Jura suite à l'exploitation des tourbières. Elle n'a apparemment pas trouvé de milieu de substitution.

Sur l'AFC consacrée aux familles de Diptères pour la vallée de La Brévine, les Tipulidae apparaissent liés essentiellement aux zones agricoles, avec une "dérive" vers les marais abaissés. Les espèces typiquement prairiales sont *T. paludosa*, *T. vernalis*, *T. varipennis* et, dans une plus faible mesure, *T. pagana*. On retrouve *T. pagana* dans les marais abaissés de Vers le Maix Rochat 13Est et 13Sud et *T. varipennis* dans celui de 13Est. Cela souligne encore l'influence prairiale agissant sur ces sites, et particulièrement sur 13Est. La pinède secondaire du Cachot 16.4 en régénération est également colonisée par *T. varipennis*. Sa présence à cet endroit nous a surpris de la même façon que celle de *Rhytidadelphus squarrosus*.

T. paludosa, *T. vernalis* et *T. varipennis* sont qualifiées d'acidotolérantes par Brunhes et Dufour

(1992), ce qui exprime bien la nature du "lien" qui les unit aux tourbières. Elles n'y trouvent pas leur biotope préférentiel, bien qu'on les y rencontre souvent. Elles occupent des biotopes marginaux, où les conditions sont moins extrêmes qu'au centre de la tourbière. Ce n'est pas sans rappeler le comportement de certains Odonates à large valence écologique, tels *Aeshna cyanea* ou *Coenagrion puella*.

6. Degré d'affinité aux tourbières acides

6.1. Terminologie classique

Peus (1932) a proposé le premier une hiérarchisation des espèces animales en fonction de leur degré d'affinité aux tourbières acides. Il a créé et défini les termes de "tyrphobionte", "tyrphophile" et "tyrphoxène". D'autres auteurs, dont Schmidt (1964 et 1967) pour les Libellules, ont complété ou nuancé la définition originale de ces termes.

Selon les auteurs, les mêmes espèces ne figurent pas dans la même catégorie, le terme ne recouvrant pas toujours la même notion. De plus, les conceptions varient selon qu'ils ont travaillé dans le nord de l'Europe ou en Europe moyenne, car certaines espèces ne fréquentent pas exclusivement les mêmes milieux sur toute leur aire de répartition.

Aujourd'hui, les termes ont la signification suivante :

Une espèce:

- tyrphobionte se reproduit exclusivement dans les marais à sphaignes (hauts-marais et marais de transition).
- tyrphophile marque une nette préférence pour les tourbières, mais est capable de se reproduire dans d'autres milieux.
- tyrphotolérante est capable de se reproduire en tourbière, mais son optimum écologique se situe dans un autre ou dans d'autres biotopes. Les tyrphotolérantes sont très souvent des espèces à large spectre écologique, faisant partie de la faune régionale.
- tyrphoxène ne se reproduit pas avec succès en tourbière. Ce sont des individus de passage.

6.2. Classement personnel

Nous avons renoncé à utiliser ces catégories telles quelles. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas séparer les espèces tyrphobiontes et des tyrphophiles. Nous avons cherché à dégager des tendances. Les conclusions que nous tirons sont valables pour le Haut-Jura. Rappelons-le, elles concernent les gîtes larvaires ou d'émergence.

6.2.1. Critères de classification:

Nous avons hiérarchisé le degré d'affinité aux tourbières acides du Haut-Jura de la manière suivante :

1. Affinité stricte aux tourbières : espèces n'émergeant que sur le haut-marais ou dans le *Caricetum fuscae*.
2. Forte affinité pour les tourbières : espèces de milieux primaires ou secondaires. Elles ont été piégées à une très forte majorité sur le haut-marais .
3. Affinité pour les tourbières à l'échelle de la chaîne jurassienne : espèces acidophiles que l'on peut trouver localement hors tourbière dans le Haut-Jura sur sol brun acide.
4. Espèces au minimum tolérantes: espèces dont le statut est incertain. Elles marquent une affinité pour les tourbières. Tous les individus ont été capturés sur tourbe et jusque dans les milieux agricoles.
5. Tolérantes: l'espèce a été capturée sur le haut-marais, même à un seul exemplaire. La majorité des individus colonise d'autres milieux. Il s'agit d'espèces ubiquistes, faisant partie de la faune régionale et que l'on rencontre sur sol brun.
6. Faiblement tolérantes : l'espèce se développe sur sol brun et sur tourbe. Elle colonise les zones agricoles et, en très petit nombre, les marais abaissés ou les landes.
7. Pas d'affinité particulière: espèces apparemment étrangères aux tourbières acides. Aucun individu piégé sur le haut-marais ou dans les marais abaissés.

Il n'est pas toujours facile de se prononcer sur le statut d'un taxon, surtout lorsque les effectifs sont faibles. Nous avons d'ailleurs renoncé à le faire pour certains. La nuance entre certaines espèces tolérantes et d'autres considérées comme faiblement tolérantes est parfois faible. La présence d'individus dans les zones centrales du haut-marais primaire nous a toujours fait pencher du côté des tolérantes. De même une espèce essentiellement étrangère à la tourbière peut compter un individu sur une lande et ainsi passer dans la catégorie des faiblement tolérantes. La présence dans les marais abaissés ou sur le haut-marais d'espèces que nous avons classées comme étrangères ou faiblement tolérantes constitue une marque d'altération du marais. Dans les marais abaissés, cette altération est souvent révélatrice d'écoulements en provenance des zones agricoles. *Polygonum bistorta* est souvent présent dans le(s) relevé(s) correspondant au(x) piège(s).

La présence de certaines espèces acidophiles n'a qu'une valeur indicatrice locale et n'a de sens que dans une région calcaire, où les sols neutro-alcalins dominent. Ces taxons n'ont pour ainsi dire d'autre choix que les tourbières où effectuer leur reproduction, particulièrement lorsqu'il s'agit d'espèces hygrophiles.

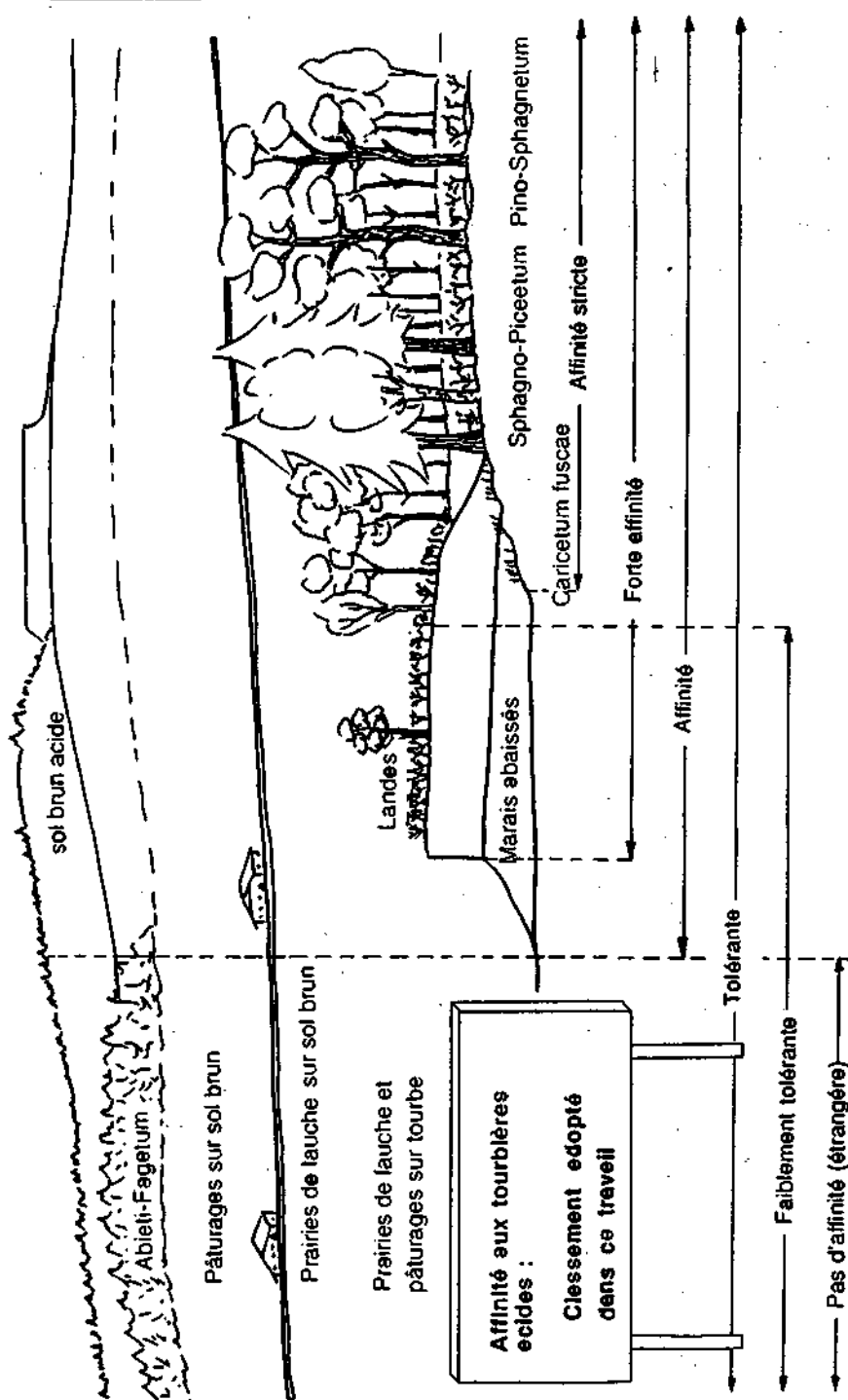


Figure 7.1: Degré d'affinité aux tourbières acides. Schéma synthétique.

7. Les Limoniidae

On compte en Europe centrale quatre sous-familles de Limoniidae. Il nous semblait important de les mentionner, car elles ne se situent pas toutes au même niveau de la chaîne alimentaire, ce qui a des incidences sur la répartition et le nombre d'individus présents par unité de surface. Les renseignements généraux sur l'écologie des larves de Limoniidae sont tirés de Smidh (1989):

- les Limoniinae dont les larves vivent fréquemment dans des tubes de soie, et sont herbivores. Elles vivent dans les sols détrempés, la végétation en décomposition immergée, la boue, sur les pierres partiellement submergées des ruisseaux, les pilotis ou les piliers des ponts où elles se nourrissent d'algues.

Trois genres capturés: *Dicranomyia*, *Limonia* et *Rhipidia*.

- les Pediciinae, dont les larves sont libres et carnivores.

Deux genres capturés: *Pedicia* et *Tricyphona*.

- les Hexatominae, dont les larves sont également libres et carnivores.

Quatre genres capturés: *Euphyllidorea*, *Neolimnomyia*, *Phyllidorea* et *Prionolabis*.

- les Eriopterinae, dont les larves sont libres et herbivores. C'est la plus grande des quatre sous-familles et celle dont les larves sont le moins connues en raison de leur taille plus faible et de leurs mœurs endogées.

Six genres capturés: *Erioptera*, *Cheilotrichia*, *Erioconopa*, *Molophilus*, *Ormosia* et *Rhipholophus*.

7.1. Liste brute des espèces de Limoniidae

Nous avons confié la détermination de cette famille aux Docteurs Geiger et Podenas. Ils ont identifié 44 espèces réparties en 15 genres. La nomenclature est celle du Catalogue des Diptères Paléarctiques (Oosterbroek, 1992).

• <i>Cheilotrichia cinarescens</i> (Meigen, 1804)	• <i>Erioconopa diuturna</i> (Walker, 1848)
• <i>Cheilotrichia imbuta</i> (Meigen, 1818)	• <i>Erioptera flavata</i> (Westhoff, 1882)
• <i>Cheilotrichia mendli</i> Stary, 1987	• <i>Erioptera griseipennis</i> Meigen, 1838
• <i>Cheilotrichia staryi</i> Mendl, 1973	• <i>Erioptera sordida</i> Zetterstedt, 1838
• <i>Dicranomyia autumnalis</i> (Staeger, 1840)	• <i>Euphyllidorea phaeostigma</i> (Schummel, 1829)
• <i>Dicranomyia distendens</i> Lundstroem, 1912	• <i>Limonia macrostigma</i> (Schummel, 1829)
• <i>Dicranomyia mitis</i> (Meigen, 1830)	• <i>Limonia phragmitidis</i> (Schränk, 1781)
• <i>Dicranomyia modesta</i> (Meigen, 1818)	• <i>Limonia trivittata</i> (Schummel, 1829)
• <i>Dicranomyia stigmatica</i> (Meigen, 1830)	

- *Molophilus ater* (Meigen, 1804)
- *Molophilus bifidus* Goetghebuer, 1920
- *Molophilus flavus* Goetghebuer, 1920
- *Molophilus medius* De Meijere, 1920
- *Molophilus nodicornis* Lackschewitz, 1935
- *Molophilus obscurus* (Meigen, 1818)
- *Molophilus occultus* De Meijere, 1920
- *Molophilus ochraceus* (Meigen, 1818)
- *Molophilus propinquus* (Egger, 1863)
- *Neolimnomyia batava* (Edwards, 1938)
- *Neolimnomyia filata* (Walker, 1856)
- *Neolimnomyia nemoralis* (Meigen, 1818)
- *Ormosia albitibia* Edwards, 1921
- *Ormosia depilata* Edwards, 1938
- *Ormosia lineata* (Meigen, 1804)
- *Ormosia nodulosa* (Macquart, 1826)
- *Ormosia ruficauda* (Zetterstedt, 1838)
- *Pedicia rivosa* (Linnaeus, 1758)
- *Phylidorea ferruginea* (Meigen, 1818)
- *Phylidorea fulvonervosa* (Schummel, 1829)
- *Phylidorea squalens* (Zetterstedt, 1838)
- *Prionolabis hospes* (Egger, 1863)
- *Rhipholophus bifurcatus* Goetghebuer, 1920
- *Rhipidia maculata* Meigen, 1818
- *Tricyphona immaculata* (Meigen, 1804)
- *Tricyphonia schummeli* Edwards, 1921
- *Tricyphona unicolor* (Schummel, 1829)

7.2. Commentaires

Seuls les Limoniinae ont fait l'objet d'un catalogue en Suisse (Geiger, 1986). Pour les autres sous-familles, nous ne disposons que de peu de données précises. Le travail de Podenas (1995) sur la faune de Lituanie nous fournit une information difficilement appréciable dans le contexte jurassien pour une non-spécialiste du groupe. Nous avons tout de même tenté de préciser quelque peu le degré d'affinité aux tourbières acides des différentes espèces de Limoniidae que nous avons capturées. Nous nous sommes fiée à nos propres récoltes et avons eu recours aux travaux de Brunhes (1984 et 1989) et Brunhes & Villepoux (1990), réalisés dans quelques tourbières d'Auvergne et dans un marais de plaine (Brunhes & Villepoux, 1987 et 1988) dans l'Ain (France). Récemment, un article de Geiger & al. (1994) donne quelques indications sur les milieux fréquentés par une soixantaine d'espèces (capturées au filet fauchoir) dans les Pyrénées orientales.

Avertissement: Les 44 alinéas qui suivent s'adressent avant tout aux personnes qui s'intéressent particulièrement aux espèces et qui chercheraient des précisions sur leurs lieux d'émergence. La fastidieuse analyse des tableaux bruts figurant en annexe (Annexe 4) leur sera ainsi épargnée. Pour les personnes souhaitant avant tout avoir une vision écologique globale du groupe dans le cadre de ce travail, il est tout à fait possible de passer directement aux conclusions (7.3).

L'occurrence désigne le nombre de pièges dans lesquels l'espèce apparaît. Cette notion permet de nuancer l'information apportée par le nombre d'individus. On peut ainsi mieux apprécier le degré

de dispersion des espèces sur le terrain.

7.2.1. Cheilotrichia cinarens

Nombre d'individus: 121 Occurrences: 9

Statut: Espèce étrangère à la tourbière.

Stations et milieu: Elle affectionne les prairies fraîches à forte productivité, (que ce soit sur tourbe (Cachot 16.4) ou sur sol brun), les pâturages humides, et trouve des conditions idéales dans la mégaphorbiée (Aconito-Filipenduletum) de La Burtignière.

7.2.2. Cheilotrichia imbuta

Nombre d'individus: 23 Occurrences: 13

Statut: Espèce faiblement tolérante. C'est une espèce aimant les sols humides, mais pas détrempés (zone de battement de nappe ou de faible écoulement).

Stations et milieu: Elle se rencontre à La Burtignière dans l'Aconito-Filipenduletum, à Vers le Maix Rochat 13Est (Em 7-8-9 et 12-13) et 13Sud (Em 8).

Apport bibliographique: Dans les tourbières d'Auvergne étudiées par Brunhes (1989), elle ne pénètre que peu ou pas dans les groupements acides. Toujours selon le même auteur, elle apprécie les sols tourbeux relativement bien oxygénés ou mouillés, mais peu acides.

7.2.3. Cheilotrichia mendli

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 3

Statut: A préciser, apparemment sans affinité pour les tourbières acides.

Station et milieu: Quatre individus trouvés à La Burtignière, dans la mégaphorbiée (Aconito-Filipenduletum).

7.2.4. Cheilotrichia staryi

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1

Statut: A préciser, apparemment sans affinité pour les tourbières acides.

Station et milieu: Un seul individu à La Burtignière, dans la mégaphorbiée (Aconito-Filipenduletum).

Apport bibliographique: *C. staryi* serait selon Brunhes (1989) une espèce aquatique, très liée aux berges des ruisseaux et Podenas (1995) la signale en Lituanie dans des prairies, des bosquets d'aulnes et en tourbière.

7.2.5. *Dicranomyia autumnalis*

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1

Statut: Espèce peu commune, marquant une certaine affinité pour les tourbières, du moins au nord des Alpes.

Station et milieu: Vers le Maix Rochat 13 Est (Em 9, deux individus) constitue une nouvelle station et la plus haute de Suisse (1050m) pour *D. autumnalis*. Même si nous sommes ici à l'extrême limite d'une tourbière, fort dégradée qui plus est, le faciès est celui d'une zone de contact nettement mésotrophe avec une tendance vers le Calthion. Les eaux s'y écoulent faiblement.

Apport bibliographique: Geiger (1986) la signale en cinq stations de Suisse, entre 410 et 920 m. Elle fréquente les bois marécageux, les tourbières et les prairies humides dans les régions à climat rude, mais aussi chaud. Les larves vivent dans la litière forestière, les creux humides. Les trois stations connues au nord des Alpes sont des tourbières, dont deux de plaine. Au Tessin, l'espèce occupe des milieux moins spécialisés.

En Auvergne, elle a été récoltée au filet dans les marais de transition mésotrophes à *Carex lasiocarpa*, *Potentilla palustris* et *Menyanthes trifoliata* et à la limite avec un groupement à *Carex rostrata*, plus riche en bases (Ligulario-Polygonetum). Brunhes propose de la considérer comme une tyrphobionte, mais, dans le Jura, la nature du lien avec les tourbières acides n'est pas aussi stricte (Geiger, 1986).

7.2.6. *Dicranomyia distendens*

Nombre d'individus: 13 Occurrences: 4

Statut: Espèce marquant une préférence pour les tourbières. Dans le Jura, l'espèce peut être considérée comme tyrphobionte.

Stations et milieux: Nous l'avons trouvée à La Burtignière (Em 13), mais surtout dans la pinède primaire très humide du Cachot 16.2 et sur le replat central (*Sphagnetum magellanicum*).

Apport bibliographique: En Suisse, elle n'a été trouvée que dans de tels milieux, entre 510 et 1050 m. Elle serait cependant moins sténopée qu'observé ici (Geiger, 1986). Elle apprécie les régions à climat rude et frais. Les larves vivent dans les marais, la terre humide.

Brunhes l'a capturée dans les mêmes milieux que *D. autumnalis*.

7.2.7. *Dicranomyia mitis*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 3

Statut: Ubiquiste, sans affinité particulière pour les tourbières.

Station et milieux: Nous l'avons capturée dans des prairies sur tourbe (Cachot 16.2 et MR13Sud) en très petit nombre, là où la productivité est plus faible.

Apport bibliographique: En Suisse, elle est signalée de 200 à 2120 m. Milieux humides et forestiers, même secs. C'est une des espèces de Limoniinae les plus abondantes. De très petites surfaces humides suffisent à son développement (Geiger, 1986).

7.2.8. *Dicranomyia modesta*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1

Statut: Ubiquiste, sans affinité particulière pour les tourbières.

Station et milieux: Nous l'avons capturée, tout comme *D. mitis*, dans une prairie sur tourbe (Cachot 16.2), là où la productivité est plus faible.

Apport bibliographique: Signalée de 200 à 2120 m, c'est l'espèce de Limoniinae la plus abondante de Suisse (Geiger, 1986).

7.2.9. *Dicranomyia stigmatica*

Nombre d'individus: 5 Occurrences: 2

Statut: Espèce présentant une certaine affinité pour les tourbières, mais sans lien strict.

Station et milieux: 5 individus à La Burtignière dans le faciès à petits *Carex* (Em 8) et le *Caricetum fuscae* (Em 18).

Apport bibliographique: Geiger (1986) signale *D. stigmatica* de 460 à 1970 m. Plusieurs stations sont en tourbières, exploitées ou non. *D. stigmatica* aime les sols détrempés (milieux marécageux, bord de ruisseaux et torrents). Préféréendum thermique: climat rude. Déjà signalée dans la vallée de Joux.

7.2.10. *Erieconopa diuturna*

Nombre d'individus: 5 Occurrences: 2

Statut: A préciser. S'agit-il dans le Jura d'une espèce caractéristique des ceintures de bas-marais au même titre que *T. gimmerihali* ?

Stations et milieux: Uniquement trouvée à La Burtignière dans le *Caricetum davallianae* (Em:14-15).

Apport bibliographique: Tytrhobionte selon Brunhes (1989), elle est présente du bas-marais mésotrophe au haut-marais terminal à *Calluna vulgaris*².

² L'association à sphaignes et *Calluna vulgaris* constitue en Auvergne le stade terminal d'évolution naturelle du

Elle est signalée autour de tourbières en Lituanie, mais aussi dans un verger (Podenas, 1995).

7.2.11. *Erioptera flavata*

Nombre d'individus: 24 Occurrences: 6

Statut: Espèce tolérante. L'information apportée par cette espèce est difficile à apprécier. S'agit-il simplement d'une espèce très hygrophile, mais que l'on peut rencontrer en différents endroits, ou est-elle caractéristique dans le Jura des écoulements de bords de tourbière ? Dans ce cas, le marais abaissé inondé de Vers le Maix Rochat 13Sud représenterait pour elle un habitat de substitution.

Stations et milieux: Trouvée à La Burtignière (Em:16 et 20), Praz Rodet (Em: 4) et Vers le Maix Rochat 13Sud (marais abaissé et lande basse). Cette espèce apprécie visiblement les milieux détrempés ou très humides. Nous l'avons trouvée dans des marais mésotrophes neutroclines et faiblement acides.

Apport bibliographique: La situation est assez proche de ce que Brunhes (1989) a observé: "Présente dans le seul Ligulario-Polygonetum, bas-marais mésotrophe à eutrophe (beaucoup de *Carex rostrata*). Les larves se développent dans les eaux très peu profondes et sous couvert herbacé dense ("pseudo-laggs périphériques et anciennes fosses d'exploitation dont le fond est proche du sol minéral")".

Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.12. *Erioptera griselpennisi*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 2

Statut: A préciser, apparemment sans affinité pour les tourbières acides.

Station et milieu: Au Cachot 16.4, quatre exemplaires dans la mégaphorbiée sur le drain ouvert.

7.2.13. *Erioptera sordida*

Nombre d'individus: 16 Occurrence: 1

Statut: A préciser, apparemment sans affinité particulière pour la tourbière.

Station et milieu: Uniquement à Praz Rodet, 16 individus dans le canal de dérivation des eaux.

Apport bibliographique: En Lituanie, signalée au bord de petites rivières (Podenas, 1995).

7.2.14. *Euphyllidorea phaeostigma*

Nombre d'individus: 23 Occurrences: 9

Statut: Espèce marquant une forte affinité pour les tourbières.

Stations et milieux: Nous avons trouvé cette espèce en maints endroits. A l'exception d'un individu dans l'Aconito-Filipenduletum de La Burtignière, tous proviennent de groupements végétaux propres à la tourbière. C'est dans le Sphagnetum magellanici du Cachot 16.2 que *E. phaeostigma* est la plus abondante. Elle est présente dans le Pino-Sphagnetum clair de Praz Rodet et du Cachot 16.2 (Em 21), dans le Caricetum fuscae de La Burtignière, mais aussi dans des milieux secondaires (au pied du mur d'exploitation de Ca16.2 et dans la lande basse à *Calluna vulgaris* de MR13Sud.

Apport bibliographique: Podenas (1995) a trouvé tous ses spécimens dans des marais à sphaignes.

7.2.15. *Limonia macrostigma*

Nombre d'individus: 3 Occurrence: 1

Statut: Etrangère à la tourbière.

Station et milieu: A La Burtignière seulement, dans l'Aconito-Filipenduletum.

Apport bibliographique: En Suisse, elle est signalée à partir de 200 m et jusqu'à 2000 m. Ubiquiste, surtout bois humides. Préfèrendum thermique très large, à l'exception des extrêmes. Larves terricoles, dans la litière décomposée et le bois pourri (Geiger, 1986).

7.2.16. *Limonia phragmitidis* (espèce nouvelle pour la Suisse)

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 3

Statut: Espèce étrangère à la tourbière.

Stations et milieux: Au Cachot 16.4, dans la prairie de fauche (bande fleurie), ainsi que sur France, aux Essarts, dans la lisière à *Chaerophyllum aureum*.

Apport bibliographique: Cette espèce étrangère à la tourbière ne figure pas dans le Catalogue de Geiger (1986) et serait nouvelle pour la Suisse.

Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées dans une forêt riveraine avec un sous-bois de type mégaphorbiée, ce qui n'est pas sans analogie avec nos stations.

7.2.17. *Limonia trivittata*

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1

Statut: Etrangère à la tourbière.

Station et milieu: A La Burtignière seulement, dans l'Aconito-Filipenduletum.

Apport bibliographique: En Suisse: 270-1790m. Forêts riveraines, bois humides, pessières, pinèdes subalpines, tourbières. Larves dans l'humus forestier, peut-être fungicoles (Geiger, 1986).

7.2.18. *Molophilus ater*

Nombre d'individus: 10 Occurrences: 4

Statut: Tolérante.

Stations et milieux: Uniquement dans la vallée de La Brévine, dans la mégaphorbiée sur le drain du Cachot 16.4 (1 ind.), dans la zone de contact étroit entre marais et prairie (MR13Sud: Em 9B, 7 ind.) ou pâturage sur tourbe (MR13Est: Em 9, 1 ind.), ainsi que dans le marais abaissé MR13Sud (Em 12B: 1 ind.).

Apport bibliographique: Selon Brunhes (1989), cette espèce apprécie les zones tourbeuses bien drainées et est absente des endroits inondées. Elle est présente dans les différentes ceintures de bas-marais eutrophes et mésotrophes et sur le haut-marais terminal (en petit nombre).

Geiger & al. (1994) le signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.19. *Molophilus bifidus*

Nombre d'individus: 14 Occurrences: 3

Statut: indéterminé, mais probablement étrangère à la tourbière (Podenas, 1995).

Station et milieux: Trouvée à La Burtignière seulement. Mégaphorbiées très humides, avec battement de nappe, suintement ou écoulement (Em: 6, 11 et surtout 16).

7.2.20. *Molophilus flavus*

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 2

Statut: Ubiquiste tolérant.

Station et milieux: A La Burtignière seulement. Mégaphorbiées très humides, avec suintement ou écoulement (Em: 11 et 17).

Apport bibliographique: En Auvergne (Brunhes, 1984), il est particulièrement abondant dans les ceintures eutrophes et mésotrophes, très peu sur le Sphagnetum magellanicum. Tendance inverse de *T. immaculata*.

7.2.21. *Molophilus medius*

Nombre d'individus: 116 Occurrences: 15

Statut: Ubiquiste tolérant.

Stations et milieux: Très abondant dans les mégaphorbiées de La Burtignière (Em 4-5-6), particulièrement celles sous couvert où l'eau s'écoule doucement (Em: 10-11-12 et 16-17). Elle figure en petit nombre dans les bas-marais du *Caricetum davallianae* et du *Caricetum fuscae*. Tout comme en Auvergne (Brunhes, 1984), cette espèce est largement présente sur l'ensemble du transect, avec un optimum dans les groupements les plus eutrophes. La seule station brévinère où nous l'avons trouvée est au Maix Rochat 13Sud, dans le marais abaissé (7 individus).

7.2.22. *Molophilus nodicornis* (espèce nouvelle pour la Suisse ?)

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1

Statut: A préciser. Est-il caractéristique des hauts-marais ?

Station et milieu: Uniquement dans le Pino-Sphagnetum clairié de La Burtignière.

Apport bibliographique: Nous ne savons rien de cette espèce, signalée en Tchéquie et en Pologne (Oosterbroek, 1992).

7.2.23. *Molophilus obscurus*

Nombre d'individus: 20 Occurrences: 4

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité particulière.

Stations et milieux: A La Burtignière, dans l'Aconito-Filipenduletum et surtout dans le Pino-Sphagnetum peu dense. Nous avons retrouvé cette espèce au Cachot 16.4, dans la mégaphorbiée sur le drain.

Apport bibliographique: *M. obscurus* est signalé dans un marais de plaine dans l'Ain (Marais de Lavours, Brunhes & Villepoux, 1987 et 1988) dans des *Caricetum* eutrophes et des groupements à *Cladium mariscus*.

Geiger & al. (1994) la considèrent dans les Pyrénées comme une espèce de bas-marais plus ou moins acides.

7.2.24. *Molophilus occultus*

Nombre d'individus: 49 Occurrences: 5

Statut: Affinité stricte aux tourbières acides.

Station et milieu: Capturé uniquement dans les associations centrales humides du haut-marais du

Cachot 16.2, *M. ocellus* est connu pour être strictement lié à ce type de biotope. C'est une vraie tytrhobionte.

7.2.25. *Molophilus ochraceus*

Nombre d'individus: 5 Occurrence: 1

Statut: à préciser, apparemment étranger à la tourbière.

Station et milieu: A La Burtignière seulement, dans l'Aconito-Filipendulenum.

Apport bibliographique: *M. ochraceus* est cité comme très commun dans les herbes et les buissons près de l'eau (Matile, 1993).

Geiger & al. (1994) la considèrent dans les Pyrénées comme une espèce de bas-marais plus ou moins acides.

7.2.26. *Molophilus propinquus*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité particulière pour la tourbière.

Station et milieu: Un unique spécimen à Vers le Maix Rochat 13Sud, dans la zone où s'accumulent les eaux chargées (Em 15).

Apport bibliographique: L'espèce est commune dans les bois au printemps et en été (Matile, 1993).

Dans les tourbières étudiées par Brunhes, tous les groupements très mouillés et dans une moindre mesure les groupements bien drainés conviennent à son développement, comme à celui de *Phylidorea fulvonervosa*.

Geiger & al. (1994) le signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.27. *Neolimnomyia batava*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 3

Statut: Espèce faiblement tolérante ?

Station et milieux: Trouvée uniquement à La Burtignière, dans la zone d'influence du canal à *Carex paniculata* (Em: 16-17), et dans le Caricetum fuscae (Em 19).

Apport bibliographique: En Auvergne, elle ne pénètre que peu ou pas dans les groupements acides. Selon Brunhes, cette espèce apprécie les sols tourbeux relativement bien oxygénés ou mouillés, mais peu acides.

Geiger & al. (1994) signalent un exemplaire dans une tourbière des Pyrénées présentant des drains eutrophes.

7.2.28. *Neolimnomyia filata*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1

Statut: indéterminé.

Station et milieu: A La Burtignière seulement. Un individu dans le piège 11, dans la mégaphorbiée sous Saulaie.

7.2.29. *Neolimnomyia nemoralis*

Nombre d'individus: 89 Occurrences: 18

Statut: Tolérante.

Stations et milieux: A La Burtignière, cette espèce est présente sur l'ensemble des ceintures de végétation sous influence alcaline, avec une légère préférence pour les zones où la végétation est très productive. A Praz Rodet, elle occupe le canal de dérivation et ses bords. Nous l'avons retrouvée à Vers le Maix Rochat 13Sud, dans le marais abaissé très humide (5 individus).

Apport bibliographique: Brunhes (1989) note une abondance décroissante des zones eutrophes vers les zones oligotrophes.

7.1 30. *Ormosia albitibbia*

Nombre d'individus: 9 Occurrences: 5

Statut: Espèce sans affinité pour les marais acides

Station et milieu: Nous n'avons piégé cette espèce que sur sol brun, dans l'Abieti-Fagetum, modifié ou non par les *Picea abies* et *Vaccinium myrtillus*, ainsi qu'à la lisière de la forêt. Il s'agit vraisemblablement d'une espèce forestière.

7.2.31. *Ormosia depilata*

Nombre d'individus: 4 Occurrence: 1

Statut: indéterminé.

Station et milieu: Uniquement au MR13Sud. Dans la zone de contact humide entre prairie sur tourbe et marais abaissé (Em 9B), un seul spécimen.

7.2.32. *Ormosia lineata*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1

Statut: indéterminé.

Station et milieu: Uniquement au Cachot 16.4. Dans la mégaphorbiée sur le drain, un seul spécimen.

7.2.33. *Ormosia nodulosa*

Nombre d'individus: 7 Occurrences: 5

Statut: Tolérante.

Stations et milieux: *O. nodulosa* est présente dans le marais abaissé du MR13Sud, mais nous l'avons également piégée sur sol brun, en forêt et en lisière.

7.2.34. *Ormosia ruficauda*

Nombre d'individus: 151 Occurrences: 43

Statut: Au minimum tolérante, mais son statut est à préciser.

Stations et milieux: A Praz Rodet, on compte trois individus dans le Sphagno-Piceetum de lisière. Très présente dans la vallée de La Brévine, elle est particulièrement abondante au Cachot 16.2, de la prairie sur tourbe jusque sur la tourbière. Il en est de même au Cachot 16.4 et au MR13Sud. Au MR13Est, elle apparaît en très petit nombre dans le pâturage et colonise l'ensemble du marais abaissé et la lande basse.

7.2.35. *Pedicia rivosa*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2

Statut: Espèce sans affinité particulière pour les tourbières acides.

Stations et milieux: A La Burtignière seulement. Deux individus dans la zone d'influence du canal. Elle apprécie les sols tourbeux relativement bien oxygénés ou mouillés, mais peu acides.

Apport bibliographique: *Pedicia rivosa* est très commune dans les marais, là où la végétation est en décomposition au bord des sources et ruisseaux. Elle se nourrit essentiellement de larves de Diptères (par exemple, Chironomidae et Ceratopogonidae) (Smith, 1989). Espèce hygrophile, on la trouve fréquemment dans les groupements mésotrophes et eutrophes de montagne.

7.2.36. *Phylidorea ferruginea*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2

Statut: à préciser, peut-être tolérante.

Stations et milieux: A Praz Rodet, un seul individu au bord du canal (Em 3). On la retrouve dans le piège 15 de Vers le Maix Rochat 13Sud.

Apport bibliographique: Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.37. *Phylidorea fulvonervosa*

Nombre d'individus: 66 Occurrences: 15

Statut: Espèce acidotolérante, mais sans lien étroit avec la tourbière.

Stations et milieux: A La Burtignière, le Caricetum fuscae a sa préférence, mais elle colonise aussi la zone influencée par le canal et, en très faible nombre, la variante à *Menyanthes trifoliata* du Caricetum davallianae et l'Aconito-Filipenduletum. On la retrouve dans le marais abaissé de Vers le Maix Rochat 13Sud.

Apport bibliographique: Dans les tourbières étudiées par Brunhes, tous les groupements très mouillés et dans une moindre mesure les groupements bien drainés conviennent à son développement.

Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.38. *Phylidorea squalens*

Nombre d'individus: 35 Occurrences: 12

Statut: Espèce marquant une affinité certaine pour les tourbières.

Stations et milieux: A La Burtignière, *P. squalens* trouve son optimum dans le Caricetum fuscae, mais apparaît déjà dans la zone d'influence du canal, où on la retrouve d'ailleurs à Praz Rodet. Dans la vallée de La Brévine, elle colonise le marais abaissé du MR13Sud et le Sphagnetum magellanici du Cachot 16.2.

Apport bibliographique: Dans la transition de Brunhes (1989) qui l'assimile à une tyrphobionte, elle occupe des biotopes similaires (bas-marais à *Carex lasiocarpa* et le Sphagnetum magellanici). Elle est toujours associée à la tourbe gorgée d'eau des rigoles d'érosion ou à des groupements végétaux de cicamisation (Brunhes & Villepoux, 1990).

Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique de tourbière.

7.2.39. *Prionolapis hospes*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2

Statut: à préciser, au minimum tolérante.

Stations et milieux: A La Burtignière seulement, dans le Caricetum fuscae (Em 18: 1 ind.) et la pessière de ceinture (Em 21: 1 ind.).

7.2.40. *Rhipholophus bifurcatus*

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1

Statut: indéterminé.

Stations et milieux: A Praz Rodet seulement, dans le canal de dérivation des eaux (Em 4).

7.2.41. *Rhipidia maculata*

Nombre d'individus: 54 Occurrences: 3

Statut: Apparemment étrangère à la tourbière.

Stations et milieux: A La Burtignière, dans la mégaphorbiée de la ceinture de *Salix pentandra*, au Cachot 16.4, dans la mégaphorbiée sur le drain et dans la prairie sur tourbe de 13Sud.

Apport bibliographique: Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées dans plusieurs localités, marécageuses ou non, souvent en forêt.

7.2.42. *Tricyphona immaculata*

Nombre d'individus: 23 Occurrences: 10

Statut: Tolérante.

Stations et milieux: A La Burtignière, cette espèce est présente sur l'ensemble du transect, des ceintures de bas-marais alcalins et acides. Dans le marais abaissé du MR13Sud et la lande basse. C'est une espèce qui a trouvé sur certaines bordures de tourbières exploitées très humides, des milieux favorables à son développement (milieu de substitution ?).

Apport bibliographique: Elle est largement répandue sur le transect de Brunhes (1984) et pénètre jusque dans le haut-marais.

Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique des bords marécageux de torrents et de ruisseaux.

7.2.43. *Tricyphona schummeli*

Nombre d'individus: 26 Occurrences: 3

Statut: à préciser, mais elle marque une certaine affinité pour les tourbières.

Stations et milieux: Trouvée uniquement dans les stations brévinnières dans deux situations très

différentes. Au Cachot 16.4, dans la mégaphorbiée sur le drain et au Cachot 16.2, dans le Pino-Sphagnetum primaire très humide.

Apport bibliographique: Tyrphobionte selon Brunhes (1989). Geiger & al. (1994) la signalent dans les Pyrénées comme caractéristique de tourbière.

7.2.44. *Triclyphona unicolor*

Nombre d'individus: 77 Occurrences: 16

Statut: Tolérante.

Stations et milieux: A La Burtignière, elle est présente sur l'ensemble du transect, de la mégaphorbiée au Caricetum fuscae, tout comme *Molophilus medius*. Dans la vallée de La Brévine, elle est faiblement présente dans le marais abaissé du MR13Est et assez abondante dans celui du MR13Sud, avec un préférendum pour la zone où les eaux s'accumulent.

Apport bibliographique: Sur le transect de Brunhes (1984), elle ne pénètre que peu ou pas dans les groupements acides et semble apprécier les sols tourbeux relativement bien oxygénés ou mouillés, mais peu acides.

7.3. Conclusions

7.3.1. Généralités

Du point de vue diversité, les milieux et les faciès les plus humides sont les plus favorables aux Limoniidae. Beaucoup apprécient en effet les sols organiques gorgés d'eau, la boue comme on en trouve au bord des cours d'eau ou des lacs, et les végétaux en décomposition. Certaines larves ont une vie aquatique et recherchent cependant des milieux plus secs où effectuer leur nymphose (Alexander & Byers, in McAlpine & al., 1981).

La présence de canaux, de drains, de sources, d'une nappe d'eau relativement constante ou d'une végétation luxuriante permettant le maintien d'un microclimat humide au niveau du sol, conditionnant l'enrichissement de la faune en Limoniidae. Les mégaphorbiées sont particulièrement favorables.

Dans le tableau 7.2. figurent les différents sites étudiés, classés selon le nombre d'espèces.

La Burtignière est de loin le site le plus riche, tant du point de vue abondance que du point de vue diversité.

Stations	Nombre d'individus	Nombre d'espèces	Nombre d'ind./piège
La Burtignière:	520	27	20.8
V.Maix Rochat 13Sud:	168	14	6.7
Praz Rodet:	64	10	5.3
Le Cachot 16.4:	83	13	5.3
V.Maix Rochat 13Est:	25	5	1.5
Le Cachot 16.2:	59	2	2.3

Tableau 7.2: *Limoniidæ*. Nombre total d'individus, nombre d'espèces et moyenne des captures par piège à émergences pour chacune des stations.

Le tableau 7.3. permet de mettre en évidence le nombre d'espèces communes entre les différents transects. Les stations les plus humides comptent le plus d'espèces en commun.

	Burtignière	Praz Rodet	Cachot 16.2	Cachot 16.4	MR13Est	MR13Sud
Burtignière	27 sp.	6 sp.	1 sp.	4 sp. (+1 ?)*	2 sp.	8 sp.
Praz Rodet		10 sp.	2 sp.	2 sp.	1 sp.	7 sp.
Cachot 16.2			2 sp.	1 sp.	1 sp.	2 sp.
Cachot 16.4				13 sp.	2 sp. (+1 ?)*	3 sp. (+1 ?)*
13 Est					5 sp.	3 sp.
13Sud						14 sp.

Tableau 7.3: *Limoniidæ*. Parenté entre les stations: nombre d'espèces en commun.

En gras: Nombre ≥ 4

En italique: Nombre total d'espèces par station.

* (+1 ?) : Un individu femelle indéterminé appartenant au genre *Tricyphona* a été capturé au Cachot 16.4. et constituerait une espèce de plus en commun avec trois stations.

7.3.2. Dispersion au sein de nos données

Beaucoup d'espèces ne sont que faiblement représentées. Près d'un tiers n'a été capturé que dans un seul piège (13 espèces au total, 8 à la vallée de Joux et 5 dans la vallée de La Brévine) et un

autre tiers dans deux ou trois pièges (dont 10 comptant moins de 6 individus). On peut se référer au tableau 7.4. où figurent le nombre de pièges dans lesquels l'espèce apparaît (occurrence) et le nombre total d'individus par espèce.

Une forte proportion d'espèces n'a été capturée que dans l'une ou l'autre des vallées.

- 16 espèces n'ont été capturées que dans la vallée de Joux
- 12 uniquement dans la vallée de La Brévine (dont une hors tourbière: *Ormosia albitibia*).
- 16 sont communes au deux vallées (dont deux grâce à la série de pièges posés au coeur du haut-marais primaire du Cachot 16.2)

Une telle hétérogénéité rend difficilement interprétable nos données sans une bonne connaissance des espèces. L'analyse mathématique (AFC, groupements à liens complets et à liens intermédiaires) ne nous a pas permis d'aller au-delà des trivialités.

Limoniidae

	Occurrence	Nombre d'individus		Occurrence	Nombre d'individus
<i>Ormosia ruficauda</i>	43	151	<i>Dicranomyia stigmatica</i>	2	5
<i>Neolimnomyia nemoralis</i>	18	89	<i>Erioconopa diuturna</i>	2	5
<i>Tricyphona unicolor</i>	16	26	<i>Erioptera griseipennis</i>	2	4
<i>Molophilus medius</i>	15	116	<i>Molophilus flavus</i>	2	11
<i>Phylidorea fulvonervosa</i>	15	66	<i>Pedicia rivosa</i>	2	2
<i>Cheilotrichia imbuta</i>	13	23	<i>Phylidorea ferruginea</i>	2	2
<i>Phylidorea squalens</i>	12	35	<i>Prionotabis hospes</i>	2	2
<i>Tricyphona immaculata</i>	10	23	<i>Cheilotrichia staryi</i>	1	1
<i>Cheilotrichia cinarens</i>	9	121	<i>Dicranomyia autumnalis</i>	1	2
<i>Euphylidorea phaeostigma</i>	9	23	<i>Dicranomyia modesta</i>	1	1
<i>Erioptera flavata</i>	6	24	<i>Erioptera sordida</i>	1	16
<i>Molophilus occultus</i>	5	49	<i>Limonia macrostigma</i>	1	3
<i>Ormosia albitibia</i>	5	9	<i>Limonia trivittata</i>	1	2
<i>Ormosia nodulosa</i>	5	7	<i>Molophilus nodicornis</i>	1	2
<i>Dicranomyia distendens</i>	4	13	<i>Molophilus ochraeus</i>	1	5
<i>Molophilus ater</i>	4	10	<i>Molophilus propinquus</i>	1	1
<i>Molophilus obscurus</i>	4	20	<i>Neolimnomyia filata</i>	1	1
<i>Cheilotrichia mendii</i>	3	4	<i>Ormosia depilata</i>	1	4
<i>Dicranomyia mitis</i>	3	4	<i>Ormosia lineata</i>	1	1
<i>Limonia phragmitidis</i>	3	6	<i>Rhipidophus bifurcatus</i>	1	2
<i>Molophilus bifidus</i>	3	14			
<i>Neolimnomyia batava</i>	3	4			
<i>Rhipidia maculata</i>	3	54			
<i>Tricyphona schummeli</i>	3	77			
			Total des individus		1040

Tableau 7.4: Limoniidae. Individus capturés au piège à émergences. Nombre de pièges où l'espèce est présente (occurrence) et nombre d'individus par espèce.

N.B. Les 40 individus déterminés au genre ne figurent pas dans ce tableau.

7.3.3. Degré d'affinité aux tourbières acides

Le tableau 7.5. illustre les différents degrés d'affinité aux tourbières acides des espèces de Limoniidae capturées. Certaines espèces figurent avec un point d'interrogation lorsque nous avons de fortes présomptions, mais pas de certitudes. Les conclusions que nous tirons sont, nous le rappelons, valables pour le Haut-Jura.

<u>Affinité stricte aux tourbières:</u>	<i>Molophilus occultus</i>
<u>Fort affinité:</u>	<i>Euphylidorea phaeostigma</i> <i>Phylidorea squalens</i>
<u>Affinité pour les tourbières à l'échelle de la chaîne jurassienne:</u>	<i>Dicranomyia autumnalis</i> <i>Dicranomyia distendens</i>
Espèces présentant un intérêt, mais dont le statut n'est malheureusement pas certain. Elles sont toutes <u>au minimum tolérantes:</u>	<i>Ormosia ruficauda</i> <i>Molophilus nodicornis</i> <i>Tricyphona schummeli</i>
<u>Tolérantes:</u>	<i>Dicranomyia stigmaica</i> <i>Erioptera flavata</i> <i>Molophilus ater</i> <i>Molophilus flavus</i> <i>Molophilus medius</i> <i>Molophilus obscurus</i> <i>Molophilus propinquus</i> <i>Neolimnomyia nemoralis</i> <i>Ormosia nodulosa</i> <i>Phylidorea fulvonervosa</i> <i>Phylidorea ferruginea</i> <i>Tricyphona unicolor</i> <i>Tricyphona immaculata</i>
<u>Faiblement tolérantes:</u>	<i>Neolimnomyia batava</i> <i>Cheilotrichia imbuta</i>

Tableau 7.5 : Limoniidae. Degré d'affinité aux tourbières des différentes espèces capturées.

Pas d'affinité particulière: espèces apparemment étrangères aux tourbières acides.	<i>Cheilotrichia cinarens</i> <i>Dicranomyia mitis</i> <i>Dicranomyia modesta</i> <i>Erioptera sordida</i> ? <i>Limonia macrostigma</i> <i>Limonia phagmitidis</i> <i>Limonia trivittata</i> <i>Molophilus ochraceus</i> ? <i>Ormosia albiatiba</i> <i>Pedicia rivosa</i> <i>Rhipidia maculata</i>

Tableau 7.5 (suite): *Limoniidae*. Degré d'affinité aux tourbières des différentes espèces capturées.

Nous n'avons pas pu statuer sur les espèces suivantes: *Cheilotrichia mendli*, *C. staryi*, *Eriocnopa diuturna*, *Neolimnomyia filata*, *Ormosia depilata*, *O. lineata*, *Prionolabis hospes*, *Rhipidolophus bifurcatus*, *Erioptera griseipennis* et *Molophilus bifidus*.

Il faut souligner que *Euphytidorea phaeostigma* et *Phylidorea squalens*, deux espèces marquant une nette affinité pour les tourbières acides, peuvent coloniser les marais abaissés. La première semble cependant éviter les zones détrempées, alors que la seconde est nettement hygrophile.

Espèces dont la signification écologique pose problème

Deux espèces sont capables de vivre dans les zones centrales des tourbières intactes. Y sont-elles strictement liées (*Molophilus nodicornis*) ou sont-elles très hygrophiles et simplement tolérantes (*Tricyphona schummeli*) ?

Le cas d'*Ormosia ruficauda* suscite de multiples questions dont les réponses font considérer sa présence sous des angles bien différents. Cette espèce vit aussi bien dans des endroits détrempés (Cachot 16.4: drain ouvert) que plutôt secs (landes basses). Elle est présente à Praz Rodet, dans Em 9, mais c'est surtout dans le marais abaissé du Cachot 16.2 qu'elle est abondante, ainsi que dans la pinède primaire (Em 21) plutôt sèche.

- Est-elle liée aux sols tourbeux ou fréquente-t-elle d'autres milieux dans le Jura ?
- Sa présence est-elle synonyme d'une certaine dégradation physique de la tourbière (tourbe altérée par le piétinement du bétail, par l'exploitation, le drainage...) ?
- ou au contraire, est-ce une espèce de tourbière appréciant les zones pas trop acides où le pH avoisine 5. Elle aurait alors trouvé dans certains marais abaissés un milieu de substitution

favorable à son développement.

La question de milieu de substitution se pose également pour *Erioptera flavata* et *Tricyphona immaculata*:

- *E. flavata* est très hygrophile et fréquente les zones en bordures immédiates des hauts-marais non-exploités, canaux de dérivation et *Caricetum fuscae* humide. Est-elle simplement une espèce montagnarde tolérante ou est-elle réellement liée à la transition vers les hauts-marais acides ? A-t-elle finalement trouvé un habitat de substitution dans les zones d'anciennes creuses résultant de l'exploitation artisanale de la tourbe ? Ces faciès sont souvent très humides, voire détrempés et peu acides, tout comme les milieux qu'elle fréquente à la vallée de Joux ou en Auvergne.
- *T. immaculata* se rencontre sur l'ensemble des ceintures de végétation de La Burtignière, des alcalines aux légèrement acides, avec un préférendum pour la zone sous l'influence du canal. Elle apprécie les milieux à forte humidité où l'eau s'écoule ou s'écoule doucement. A-t-elle trouver un milieu de substitution dans l'encoche de Vers le Maix Rochat 13Sud ?

A la vallée de Joux, nous n'avons trouvé *Eriocoonopa diuturna* que dans les marais alcalins du *Caricetum davallinae*.

- N'était-ce qu'un habitat marginal pour elle ?
- Notre échantillonnage ne nous a-t-il pas permis de la découvrir dans d'autres milieux ?
- Est-ce une espèce comparable à *Tipula gimmerthali* qui a été éliminée dans le Jura de la majorité des tourbières, suite à la disparition des bas-marais de ceinture ?

7.3.4. Degré d'affinité et importance des tourbières pour les différentes espèces

A l'exception de quelques espèces sténocéces, les Limoniidae ne constituent pas dans le cadre de notre étude un matériel de choix. Ils sont trop sensibles aux conditions hydriques et la plupart d'entre eux préfèrent des milieux plutôt mésotrophes ou eutrophes. Mais il faut cependant relever que s'il est évident que la survie des espèces fortement liées aux tourbières dépend de la protection de ces dernières, le maintien d'espèces simplement tolérantes peut aujourd'hui dépendre de la présence de ces milieux. Des espèces peuvent ainsi devenir "tyrphodépendantes", car elles trouvent dans ces biotopes les seuls habitats encore favorables. Les marais abaissés où l'eau s'accumule sont ainsi des milieux importants pour de nombreuses espèces de Limoniidae.

Si l'environnement paysager d'un territoire ou, à plus petite échelle, d'une région est soumis à de fortes modifications, notamment suite aux drainages systématiques et la disparition des zones humides, ou encore à la disparition de plantes nectarifères (Gonseth, 1994), la survie d'espèces autrefois communes et sans affinité directe aux tourbières acides est fortement compromise.

8. Les Empidoidea - Généralités

Dans le cadre de ce travail, cette super-famille sera considérée en bloc dans le cadre des analyses. Il est cependant nécessaire de passer par une phase d'approche du groupe, afin de mieux connaître les espèces. Ce travail est indispensable, car il permet d'apprécier si l'information révélée à l'échelle des transects par l'analyse est extrapolable ou non à l'échelle régionale.

8.1. Quelques informations

Près de 3500 espèces d'Empididae au sens où les concevait Collin (1961) (= s.l.), ont été décrites dans le monde entier et plus de 500 sont connues en Europe occidentale. Les Dolichopodidae comptent actuellement quelques 6000 espèces dans le monde réparties en 150 genres, dont 1100 dans la région paléarctique et plus de 450 en France (Matile, 1993).

8.1.1. Les larves

En ce qui concerne l'écologie des espèces, on sait peu de choses sur les larves des Empidoidea, même si l'on possède des informations ponctuelles très intéressantes (viviparité chez *Ocydromia glabricula*, qui "parachute" ses larves dans les bouses de vaches, prédation sur les larves de Scolytidae chez certaines *Medetera* (Beaver, 1966, Grootaert & al., 1987, Smith, 1989, Rotheray & Shaw, 1989). Les formes larvaires n'ont souvent jamais été mises en évidence (Atelesidae), ou n'ont pas fait l'objet de descriptions fiables (Tachydromiinae).

Les larves d'Empidoidea sont apparemment toutes prédatrices, à l'exception de celles appartenant au genre *Thrypticus* (Dolichopodidae) qui vivent dans les tiges de Cyperaceae, de Poaceae ou de Juncaceae (Smith, 1989).

La plupart des larves d'Empididae s.l. sont terrestres (prairies, pâturages, litière forestière, bois pourri, champignons, bouses de vaches), mais les Hemerodromiinae et les Clinocerinae sont essentiellement aquatiques ou semi-aquatiques. Elles vivent dans la vase, les mousses, les algues ou le tuf. Les larves terrestres de Dolichopodidae vivent dans les sols humides, le bois en décomposition, les bouses, dans les exsudats de sève qui s'écoulent des plaies des feuillus, sous l'écorce. Beaucoup d'espèces sont également aquatiques ou semi-aquatiques. Certaines se développent même dans les sables des rivages marins ou dans la boue des estuaires (plusieurs espèces d'Hydrophorinae).

Les Empidoidea hibernent à l'état larvaire, sauf exception (*Stilpon gramineum* chez les Tachydromiinae (Chvála, 1975). *Campsicnemus* sp. (Pollet, & al., 1986) chez les Dolichopodidae). Il n'y a le plus souvent qu'une génération annuelle dans les pays froids et

tempérés, mais certaines espèces peuvent présenter une deuxième génération automnale (*Hercostomus aerosus*, Pollet, 1990).

8.1.2. Les imagos

Les Empidoidea adultes sont prédateurs et/ou nectarivores, rarement pollinophages.

- Les Atelestidae semblent être prédateurs (petite trompe fortement sclerotisée dirigée vers l'avant), bien qu'on n'ait jamais pu observer sur le terrain un tel comportement. On ne possède pas de données précises sur leur biologie. Souvent capturés au filet dans les herbes basses et dans le feuillage des arbres, on ne les a jamais observés sur des fleurs. Ils peuvent être abondants lorsque les habitats sont favorables. Vols en essaim (Chvála, 1983).
- Les Microphoridae sont prédateurs, mais on les trouve aussi sur les fleurs et ils se nourrissent sans doute également de nectar et de pollen. Les femelles ont plusieurs fois été observées en train de se nourrir d'insectes pris dans des toiles d'araignées. Les mâles forment de petits "essaims" avant le couché du soleil, mais on n'a jamais observé de comportement d'offrande (Chvála, 1983).
- Les Hybotidae, à l'exception des *Euthyneura* sp. qui se nourrissent exclusivement de nectar et de pollen, ont des moeurs prédatrices très actives. Les *Hybos* mâles et femelles chassent en vol des insectes qu'ils immobilisent dans le puissant étau de leurs pattes postérieures (Diptères, mais aussi Hyménoptères et Staphylinidae dont ils sont capables de percer les téguments grâce à leur trompe fortement sclerotisée). Les *Bicellaria* chassent à l'affût et s'envolent pour capturer leurs proies à l'aide de leurs pattes postérieures allongées. Les Tachydromiinae, qui chassent sur un substrat (sol, tronc, feuillage...) sont très agiles et attaquent des proies aussi grosses qu'eux, qu'ils immobilisent dans leurs pattes ravisseuses. Les comportements de vol en essaims sont rares au sein de cette famille, et si certaines espèces le pratiquent, c'est occasionnellement et de manière peu spectaculaire.
- Les Empididae sont entièrement nectarivores (sous-genre *Empis*) ou ont partiellement ou totalement conservé des moeurs prédatrices. Le comportement de prédation apparaît au moins avant l'accouplement. Le mâle offre à la femelle une proie qu'il a capturée en vol ou au sol. La proie peut être donnée telle quelle ou emmaillotée dans de la soie. Elle constitue alors pour la femelle l'unique source de protéines à laquelle elle aura accès par voie nutritionnelle (elle a accumulé suffisamment de réserves à l'état larvaire). Ce comportement de don est devenu parfois si ritualisé que la femelle se contente d'une enveloppe vide ou d'un simple débris végétal (*Hilara* sp.). Les Empididae forment des essaims d'accouplement, notamment à la surface des eaux. Ils semblent glisser comme sur un miroir, ce qui leur a valu leur nom allemand de "Tanzfliegen". Selon les cas, ce sont les mâles ou les femelles qui constituent l'essaim.

- Les Dolichopodidae sont tous prédateurs à l'état adulte, bien qu'on les observe rarement avec une proie (sauf les *Medetera* sp.). Ils capturent de petits insectes à téguments mous (Thysanoptères, Collembolles, Homoptères et Diptères) qu'ils "mastiquent" (d'Assis Fonseca, 1978). Ils se déplacent avec agilité sur les feuilles, les troncs ou le sol ou "patinent" à la surface de l'eau. Les imagos ne forment pas d'essaim, mais certains Dolichopodinae mâles accomplissent une parade au cours de laquelle, par exotisme, ils exhibent leurs tarses ornementés.

8.2. Liste brute des espèces d'Empidoidea

Nous avons capturé 5467 Empidoidea, repartis en 138 taxons, dont 121 correspondent à une espèce connue. Certaines sont nouvelles pour la science et en cours de description. Il s'agit de *Platypalpus lyrifer* n.sp., de *Drapetis hirsuticercis* n.sp. et d'*Achalcus nigropunctatus* n.sp. Quatorze taxons restent en suspens. Ils n'ont pu être déterminés ou attribués à une espèce décrite: ils sont simplement numérotés ou notés "sp."

Afin de rendre compte de l'importance relative et de la diversité des différentes familles d'Empidoidea dans nos récoltes, nous avons construit le tableau suivant:

Familles	Nombre d'individus	Nombre d'espèces
Atelestidae	3	1
Microphoridae	11	1
Hybotidae	2015	54
Empididae	1844	43
Dolichopodidae	1591	39
Total	5457 individus	138 espèces

Tableau 7.6: *Empidoidea*. Nombre d'individus récoltés et nombre d'espèces identifiées pour chaque famille.

La nomenclature utilisée est celle du Catalogue of Palearctic Diptera, Volume 6 (Soós & Papp, 1989) pour les Atelestidae (Chvála), Microphoridae (Chvála), Hybotidae (Chvála & Kovalev) et Empididae Chvála & Wagner) et Volume 7 (Soós & Papp, 1991) pour les Dolichopodidae (Negrebov).

1. Atelestidae:

- *Atelestus pulicarius* (Fallén, 1816)

3. Hybotidae:

- *Bicellaria austriaca* Tuomikoski, 1955
- *Bicellaria intermedia* Lundbeck, 1910
- *Bicellaria sulcata* (Zetterstedt, 1842)
- *Drapetis assimilis* (Fallén, 1815)
- *Drapetis completa* V. Kovalev, 1972
- *Drapetis exilis* Meigen, 1922
- *Drapetis fumipennis* Strobl, 1906
- *Drapetis hirsuticercis* n. sp.
- *Drapetis parilis* Collin, 1926
- *Drapetis pusilla* Loew, 1859
- *Elaphropeza ephippiata* (Fallén, 1815)
- *Euthyneura gyllenhalii* (Zetterstedt, 1838)
- *Euthyneura myrtilli* Macquart, 1836
- *Hybos femoratus* (Müller, 1776)
- *Hybos grossipes* (Linnaeus, 1767)
- *Ocydromia glabricula* (Fallén, 1816)
- *Ocydromia melanopleura* Loew, 1840
- *Oedalea zetterstedti* Collin, 1926
- *Platypalpus agilis* (Meigen, 1922)
- *Platypalpus albocapillans* (Fallén, 1815)
- *Platypalpus alpinus* Chvála, 1971
- *Platypalpus boreoalpinus* Frey, 1943
- *Platypalpus candicans* (Fallén, 1815)
- *Platypalpus ciliaris* (Fallén, 1816)
- *Platypalpus calceatus* (Meigen, 1822)
- *Platypalpus cruralis* (Collin, 1961)
- *Platypalpus exilis* (Meigen, 1822)
- *Platypalpus infectus* (Collin, 1926)

2. Microphoridae:

- *Microphor holasericeus* (Meigen, 1804)

- *Platypalpus laticinctus* Walker, 1851
- *Platypalpus longicornis* (Meigen, 1822)
- *Platypalpus luteicornis* (Meigen, 1838)
- *Platypalpus lyrifer* n. sp.
- *Platypalpus major* (Zetterstedt, 1842)
- *Platypalpus minutus* (Meigen, 1804)
- *Platypalpus nigritarsis* (Fallén, 1816)
- *Platypalpus pallidicoxa* (Frey, 1913)
- *Platypalpus pallidiventris* (Meigen, 1822)
- *Platypalpus pectoralis* (Fallén, 1815)
- *Platypalpus vegrandis* Frey, 1943
- *Stilpon graminum* (Fallén, 1815)
- *Symballophthalmus dissimilis* (Fallén, 1815)
- *Symballophthalmus fuscitarsis* (Ztt., 1859)
- *Tachydromia aemula* (Loew, 1864)
- *Tachydromia arrogans* (Linnaeus, 1761)
- *Tachydromia costalis* (von Roser, 1840)
- *Tachydromia umbrarum* Haliday, 1833
- *Tachypeza nubila* (Meigen, 1804)
- *Trichina bilobata* Collin, 1926
- *Trichina clavipes* Meigen, 1830
- *Trichina elongata* Haliday, 1833
- *Trichinomyla flavipes* (Meigen, 1830)

Individus indéterminés:

- *Platypalpus* n°1: 1 individu
- *Platypalpus* n°2: 1 individu
- *Platypalpus* n°3: 1 individu

4. Empididae:

- *Empis tessellata* Fabricius, 1794
- *Empis nitida* Meigen, 1804
- *Empis chioptera* Meigen, 1804
- *Empis gooti* Chávila, 1994
- *Empis nigripes* Fabricius, 1794
- *Empis nuntia* Meigen, 1838
- *Empis staegeri* Collin, 1963
- *Empis digramma* Meigen in Gistl, 1835
- *Empis stercorea* Linnaeus, 1761
- *Empis trigramma* Wd. in Meigen, 1822
- *Hilara albitarsis* von Roser, 1840
- *Hilara chonica* (Fallén, 1816)
- *Hilara galactoptera* Strobl, 1910
- *Hilara litorea* (Fallén, 1816)
- *Hilara maura* (Fabricius, 1776)
- *Hilara matronella* Straka, 1976
- *Hilara nitidula* Zetterstedt [1838]
- *Hilara scrobiculata* Loew, 1873
- *Phyllodromia melanocephala* (Fabricius, 1794)
- *Ragas unica* Walker, 1837
- *Rhamphomyia cinarens* (Meigen, 1804)
- *Rhamphomyia culicina* (Fallén, 1816)
- *Rhamphomyia flava* (Fallén, 1816)
- *Rhamphomyia galactoptera* Strobl, 1893
- *Rhamphomyia hybotina* (Zetterstedt, [1838])
- *Rhamphomyia longipes* (Meigen, 1804)
- *Rhamphomyia montana* Oldenberg, 1915
- *Rhamphomyia obscura* (Zetterstedt, [1838])
- *Rhamphomyia pilifer* Meigen, 1838
- *Rhamphomyia plumipes* (Meigen, 1804)
- *Rhamphomyia poissoni* (Tréhen, 1966)
- *Rhamphomyia stigmata* Macquart, 1827
- *Rhamphomyia sulcata* (Meigen, 1804)
- *Rhamphomyia trigemina* Oldenberg, 1927
- *Rhamphomyia umbripes* Becker, 1887
- *Rhamphomyia unguiculata* Frey, 1913
- *Rhamphomyia vesiculosa* (Fallén, 1816)

Individus indéterminés:

- *Empis* n°1: 18 individus
- *Empis* n°3: 1 individu
- *Empis* n°4: 1 individu
- *Hilara* n°1: 1 individu
- *Rhamphomyia* n°1: 3 individus
- *Rhamphomyia* n°2: 2 individus

5. Les Dolichopodidae:

- *Achalcus cinereus* (Haliday in Walker, 1851)
- *Achalcus flavicollis* (Meigen, 1824)
- *Achalcus nigropunctatus* n. sp.
- *Achalcus vaillanti* Brunhes, 1986
- *Campsicnemus* sp.
- *Chrysatus gramineus* (Fallén, 1823)
- *Chrysatus neglectus* (Wiedermann, 1817)
- *Diaphorus nigricans* Meigen, 1824
- *Dolichopus annulipes* Zetterstedt, 1838
- *Dolichopus lepidus* Staeger, 1842
- *Dolichopus longitarsis* Stannius, 1831
- *Dolichopus nigricornis* Meigen, 1824
- *Dolichopus pennatus* Meigen, 1824
- *Dolichopus picipes* Meigen, 1824
- *Dolichopus planitarsis* Fallén, 1823
- *Dolichopus plumipes* (Scopoli, 1763)
- *Dolichopus popularis* Wiedermann, 1817
- *Dolichopus rupestris* Haliday, 1833
- *Dolichopus tanythrix* Loew, 1869
- *Dolichopus trivialis* Haliday, 1832

- *Dolichopus unguatus* (Linnæus, 1758)
- *Dolichopus urbanus* Meigen 1824
- *Dolichopus vitripennis* Meigen 1824
- *Hercostomus aerosus* (Fallén, 1823)
- *Hercostomus cupreus* (Fallén, 1823)
- *Medetera jacula* (Fallén, 1823)
- *Medetera truncorum* Meigen, 1824
- *Medetera* n°1
- *Medetera* n°2
- *Medetera* n°3
- *Micromorphus* sp.
- *Neurigono suturalis* (Fallén, 1823)
- *Rhaphium longicorne* (Fallén, 1823)
- *Rhaphium monotrichum* Loew, 1850
- *Sympicnus aeneicoxa* (Meigen, 1824)
- *Sympicnus desoutteri* Parent, 1925
- *Sympicnus pulicarius* (Fallén, 1823)
- *Sympicnus spicularis* Gerstäcker, 1864
- *Xanthochlorus tenellus* (Wiedermann, 1817)

8.3. Les Empidoidea en Suisse

En Suisse, la faune des Empidoidea est peu connue. Lorsqu'on consulte les deux Catalogue des Diptères Paléarctiques (volume 6 et 7), seul un peu plus du tiers de nos espèces sont signalées en Suisse, alors que 90% d'entre elles le sont dans au moins un de nos pays limitrophes. Il faut cependant relever qu'il existe de nombreux cas où l'espèce a bel et bien été observée dans notre pays, sans pour autant que cela figure dans les Catalogues. Ainsi, le travail de Keiser (1947), au Parc national (Grisons) notamment, ne figure pas dans la bibliographie du volume consacré aux Atelestidae, Microphoridae, Hybotidae et Empididae.

Actuellement, seul le genre *Rhamphomyia* (Empididae) semble avoir été relativement bien inventorié. Certains genres sont bien représentés (les *Dolichopus* ou le sous-genre *Xanthempis*), mais cela ne signifie pas que l'ensemble du groupe soit bien connu dans le pays. Les espèces citées sont souvent relativement communes et faciles à déterminer. Le Catalogue des Diptères de Suisse permettra une première mise au point, mais il ne paraîtra que dans quelques années.

Actuellement, il n'y a donc que peu de documents auxquels se référer et il est parfois difficile d'apprécier la fiabilité des déterminations, surtout lorsqu'on a affaire à des documents assez anciens.

9. Empidoidea - Listes détaillées

9.1. Introduction

Ces listes détaillées ne s'adressent à nouveau qu'aux personnes désirant trouver rapidement des informations sur certaines espèces en particulier, sinon il est possible de passer directement aux conclusions (sous-chapitres 10.1, 10.2 et 10.3).

Nous avons essayé de rassembler un maximum d'informations pour chacun des taxons. Nous articulons notre propos en deux temps. Tout d'abord, nous parlons de la situation telle que nous l'avons observée (nombre d'individus capturés, nombre de pièges où l'espèce apparaît, période d'émergence et milieux préférentiels), puis dans un alinéa intitulé "Apport bibliographique", nous mentionnerons les milieux où l'espèce a été observée en Europe par d'autres chercheurs.

De plus, nous avons déterminé du matériel capturé au piège à émergences en 1986 sur différentes landes de la tourbière du Bois-des-Lattes, à Martel-Dernier (NE) (Mulhauser, 1989). Nous possédons également quelques données sur la tourbière de La Chaux-des-Breuleux, marais se situant à cheval sur le canton du Jura et le canton de Berne (chasse à vue et filet fauchoir, Aeby, 1990). Nous avons effectué quelques chasses au filet fauchoir au Cachot 16.2, dans quelques tourbières des Vosges (France) et à la Forêt de Chaux, dans le Jura français. Nous avons ainsi obtenu quelques données ponctuelles, qui se sont révélées fort utiles. A ce propos, il est utile de souligner à quel point il est difficile d'inventorier les Empididae (s.l.) en utilisant le filet fauchoir. Seuls les genres *Hybos*, *Bicellaria* et certains *Empis* sont régulièrement capturés par ce biais. Rares sont les *Platypalpus*. Les Dolichopodidae, et surtout les *Dolichopus* et *Hercostomus*, font par contre toujours partie des récoltes.

Grâce aux piégeages complémentaires de 1993, nous avons constaté que 49 espèces trouvées sur sol tourbeux se reproduisaient également sur sol brun. Ceci nous a permis à nouveau de mieux interpréter la présence de certaines espèces sur nos transects. Nous ne discuterons pas en détail le cas des espèces trouvées uniquement sur sol brun et loin des milieux tourbeux.

N.B. Les renseignements phénologiques, sauf spécification contraire, ne concernent que nos résultats.

9.2. Les espèces uniquement trouvées sur sol brun

Douze espèces n'ont été trouvées que sur sol brun. Il s'agit de:

- *Atelesus pulicarius* (lisière d'Abieti-Fagetum, à *Chaerophyllum aureum*)
- *Bicellaria intermedia* (Abieti-fagetum, même avec *Vaccinium myrtillus* et pâturage boisé abandonné)
- *Empis tessellata* (pâturage abandonné)
- *Platypalpus exilis* (Abieti- Fagetum et lisière): espèce forestière
- *P. laucincus* (lisière à *C. aureum*)
- *P. major* (Abieti- Fagetum et lisière)
- *Rhamphomyia poissoni* (Abieti- Fagetum)

- *Tachydromia costalis* (prairie grasse sur sol brun)
- *Neurigona sunuralis* (lisière à *C. aureum*)
- *Xanthochlorus tenellus* (lisière à *C. aureum*)
- *Rhamphomyia* n°2: espèce proche de *R. hirtimana*. (Abieti Fagetum et pâturage abandonné)
- *Medetera* n°3: une seule femelle indéterminée.

Dans le Catalogue des Diptères paléarctiques, *B. intermedia* et *P. laticinctus* ne sont pas signalés en France et *T. costalis* n'est pas signalée en Suisse.

9.3. Microphoridae

9.3.1. *Microphor holosericeus*

Nombre d'individus: 14 Occurrences: 11 Période d'émergence: mai à mi-juillet, surtout fin mai.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce faiblement tolérante, sans affinité particulière pour les hauts-marais.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (lisière, prairie de fauche et pâturage abandonné).

Stations et milieux: Le Cachot 16.2: prairie de fauche

Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain

MR13Est: pâturage sur tourbe

MR13Sud: contact entre la prairie de fauche et le marais abaissé, le marais abaissé tout proche (Em 11), ainsi que sur la lande.

Apport bibliographique: Selon Chvála (1983), *M. holosericeus* fréquente les prairies des zones de plaine proches de l'eau ou des forêts à feuilles caduques.

Émergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Un imago capturé au piège à émergences dans un champ de maïs (Prescher, 1992).

9.4. Hybotidae

9.4.1. *Bicellaria austriaca*

Nombre d'individus: 252 Occurrences: 37 Période d'émergence: mi-juin à fin août.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant une certaine affinité pour les tourbières. Optimum en forêt (Sphagno-

Piceetum et Pino-Sphagnetum primaire et secondaire). Présente sur les landes à *Calluna vulgaris* (MR13Sud) et dans le marais abaissé du Cachot 16.2. *Bicellaria austriaca* apparaît comme une espèce montagnarde, plutôt acidophile et forestière.

Essentiellement sur sol tourbeux. Quelques rares individus sur sol brun (forêt, avec ou sans *V. myrtilus* et pâturage abandonné).

Stations et milieux: A La Burtignière, comme à Praz Rodet, *B. austriaca* est présente dans le Sphagno-Piceetum. Elle pénètre dans le Pino-Sphagnetum de la Burtignière, mais est absente de celui de Praz Rodet.

Au Cachot 16.2, elle apparaît dans le faciès à *Eriophorum vaginatum*, dès que la zone n'est plus fauchée (Em 9). Elle est surtout présente au pied du mur et dans le Pino-Sphagnetum, aussi bien sous sa forme altérée et plutôt sèche (Em 19-20-21), que dans celle du centre de la tourbière, très humide.

Au Cachot 16.4, elle est abondante dans la pinède secondaire, mais apparaît dans les pièges situés juste en lisière (Em 11 et 12).

Elle est absente du transect "Vers le Maix Rochat 13Est". Par contre, à "Vers le Maix Rochat 13Sud", elle est présente dans les landes, ainsi que dans Em 15.

Problème d'identification: La séparation entre *Bicellaria austriaca* et *B. intermedia* n'est pas toujours aisée et une erreur de détermination reste possible. De même, on ne peut se fier à 100% aux données issues de la littérature. Tous les individus que nous avons trouvés en tourbière semblent appartenir à *B. austriaca* (vérification avec P. Grootaert).

Selon Basset (1985), c'est *B. intermedia* qui est présente sur la tourbière du Cachot 16.2. C'est à Chvála, grand spécialiste du groupe, que la détermination des Empididae avait été confiée. Or, dans la collection de référence de l'Université, on ne trouve pas l'écriture de Chvála sur les étiquettes des *Bicellaria*, mais celle de Basset. Le seul livre dont nous disposions au Laboratoire au moment où Basset a effectué son travail de licence, était l'ouvrage de Collin (1961), dans lequel *B. austriaca* ne figure pas ! Basset ne pouvait être que certain de sa détermination (*B. intermedia*) et il n'a vraisemblablement pas soumis ce taxon à vérification. Nous avons repris les individus de la collection de référence et il s'agit bien du même taxon que nous avons récolté, soit selon nous, de *B. austriaca*.

Apport bibliographique: Chvála (1983) nous apprend que l'espèce a été décrite à partir de nombreux spécimens provenant des montagnes d'Europe Centrale (Autriche). L'espèce a souvent été amalgamée à *B. intermedia*. *B. austriaca* est une espèce continentale très commune en altitude. Si l'espèce est peu fréquente en Scandinavie (limitée au sud de la Suède et au Danemark), c'est nettement l'espèce de *Bicellaria* la plus commune d'Europe centrale.

Bicellaria intermedia est signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne.

Keiser (1947) signale *B. intermedia* au Parc National et la considère comme une espèce forestière appréciant une forte humidité. Elle est absente des milieux secs.

Emeis (1970) aboutit aux mêmes conclusions (forêts de feuillus et de Conifères). Meyer & Heydemann (1990) notent également la présence de *B. austriaca* en forêt.

Recherches complémentaires: A Martel-Derniet, *B. austriaca* est très abondante dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Betula pubescens* (émergences).

9.4.2. *Bicellaria sulcata*

Nombre d'individus: 276 Occurrences: 46 Période d'émergence: mi-mai à mi-août.
Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, sans affinité particulière pour les hauts-marais.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (prairie, forêt, lisière, pâturage). *B. sulcata* est très est abondante dans les mégaphorbiées et les zones à forte productivité végétale. Si elle apprécie l'humidité, elle dédaigne les zones détrempées. *B. sulcata* est occasionnellement capable de se reproduire en tourbière, mais elle n'a pas d'affinité pour ce milieu. Elle apparaît comme une ubiquiste, plutôt prairiale.

Stations et milieux: A La Burtignière, *B. sulcata* est essentiellement présente dans le pâturage et dans la mégaphorbiée (Aconito-Filipenduletum). Un petit nombre d'individus se maintient dans les ceintures de bas-marais alcalins. Elle est absente du Caricetum fuscae et on trouve encore deux individus sur la tourbière. A Praz Rodet, on la trouve dans le pâturage et sur la tourbière.

Au Cachot 16.2, *B. sulcata* se développe dans la prairie de fauche et pénètre faiblement dans le marais abaissé à *E. vaginatum*. Elle est absente des zones centrales humides de la tourbière.

Au Cachot 16.4 elle est très abondante dans la mégaphorbiée.

MR13Est, elle est présente sur l'ensemble du transect à l'exception de la lande et des zones les plus maigres du pâturage.

MR13Sud, un seul individu dans la prairie de fauche.

Problème d'identification: Séparer *Bicellaria sulcata* et *B. vana* est moins ardu qu'identifier *B. austriaca* et *B. intermedia*: Néanmoins il est difficile de se fier à 100% à toutes les déterminations.

Apport bibliographique:

Selon Chvátal (1983), *B. sulcata* est moins commune en Europe que *B. vana*, mais elle est largement répandue.

B. sulcata est signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (2 individus).

Selon Erneis (1970), *B. sulcata*, difficile à distinguer de *B. vana*, préfère les habitats ouverts (bords de route, prairies, lisière de forêt, marais).

B. vana est signalée (filet fauchoir) aux abords de dolines dans les pâturages du Mont d'Amin (Redard, 1985) et par A. Ducommun (comm.pers) dans des pâturages jurassiens situés à 750m d'altitude (région de Court).

9.4.3. *Drapetis assimilis*

Nombre d'individus: 1

Occurrences: 1

Période d'émergence: août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les hauts-marais.

Station et milieu: Cachot 16.4: prairie de fauche.

Apport bibliographique: Collin (1961) signale les imagos comme communs sur les troncs d'arbres.

Signalé au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) dans différents habitats : rives de lac (zones de bas-marais), champs d'orge et prairies de fauche. C'est dans ces dernières que *D. assimilis* est le plus abondant.

9.4.4. *Drapetis completa*

Nombre d'individus: 9

Occurrences: 8

Période d'émergence: juillet - août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce tolérante.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (pâturage abandonné).

Stations et milieux: La Burtignière et Praz Rodet: 1 exemplaire dans chaque Pino-Sphagnetum.

Au Cachot 16.2, nous le retrouvons dans le marais abaissé et dans la bande à *Luzula multiflora*. Il est présent dans la prairie de fauche du Cachot 16.4 et dans celle de MR13Sud.

Apport bibliographique: aucun

9.4.5. *Drapetis exilis*

Nombre d'individus: 7

Occurrences: 7

Période d'émergence: juillet à mi-septembre.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Statut à préciser. Il s'agit peut-être dans le Jura d'une espèce propre aux ceintures naturelles de bas-marais.

Stations et milieux: La Burtignière: ceinture de bas-marais alcalins et acides.

Praz Rodet: Caricetum fuscae.

Apport bibliographique: Signalé sur les trones (Chvála, 1975).

9.4.6. *Drapetis fumipennis*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin mai.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les hauts-marais.

Stations et milieux: MR13Est, un individu dans le pâturage sur tourbe (Em 6).

Apport bibliographique: Stark (enmm.pers.) signale en ex-Allemagne de l'Est un accroissement des populations dans les champs de céréales.

9.4.7. *Drapetis hirsuticercis* n. sp.

Nombre d'individus: 21 Occurrences: 15 Période d'émergence: début juillet à fin août.

Statut: Espèce sans affinité pour les hauts-marais. Faiblement tolérante.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (pâturages abandonné ou non).

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage, faciès à petits *Carex*, Caricetum davallianae et zone d'influence du canal de dérivation des eaux.

Praz Rodet: pâturage et canal de dérivation des eaux.

Cachot 16.2: mur d'exploitation effondré

Cachot 16.4: prairie de fauche sur tourbe (bande fleurie humide)

MR13Sud: prairie de fauche sur tourbe

Remarque: Cette espèce fera l'objet d'une description par A.Stark.

9.4.8. *Drapetis parilis*

Nombre d'individus: 19 Occurrences: 12 Période d'émergence: début juillet à fin septembre.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité réelle pour les tourbières. Elle apprécie l'humidité, même élevée.

Sol tourbeux et sol brun (prairie de fauche et surtout lisière à *C. aureum*).

Stations et milieux: La Burtignière: faciès à petits *Carex*, mégaphorbiée sous Saulaie, *Caricetum fuscae*.

Praz Rodet: *Sphagno-Piceetum*.

Cachot 16.2: prairie de fauche, bande à *Luzula multiflora*, marais abaissé, mur effondré et *Sphagnetum magellanicum*.

MR13Est: pâturage gras et humide sur tourbe.

MR13Sud: prairie de fauche

Apport bibliographique: Chvátal (1975) observe des imagos sur les feuilles des arbres et des buissons.

D. parilis est signalé au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) dans des champs d'orge et sur les rives d'un lac (zones de bas-marais).

9.4.9. *Drapetis pusilla*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 8 Période d'émergence: juin, puis août et début septembre.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité réelle pour les tourbières. Elle apprécie l'humidité, même élevée.

Sol tourbeux et sol brun (pâturage, prairie et lisière).

Stations et milieux: Praz Rodet: pâturage humide et *Caricetum fuscae* peu acide et très humide.

Cachot 16.2: marais abaissé (1 individu) et *Sphagnetum magellanicum* (1 individu).

MR13Sud: bande encore fauchée très humide entre la prairie de fauche et le marais abaissé (Em 9).

Apport bibliographique: Plusieurs individus sur les branches d'un chêne (Collin, 1961).

Quelques imagos capturés au piège à émergences dans un champ de maïs et dans un champ de pommes de terre en Allemagne (Prescher, 1992).

9.4.10. *Elaphropeza ephippiata*

Nombre d'individus: 5 Occurrences: 3 Période d'émergence: juillet - début août et octobre.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité réelle pour les tourbières.

Sol tourbeux et surtout sol brun (lisière).

Stations et milieux: Cachot 16.4: prairie de fauche

Apport bibliographique: signalée par Ducommun (1989) sur le Plateau suisse. Piégée à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), notée comme taxon constant dans ces milieux.

Émergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Ereïs (1970) signale l'espèce dans les forêts de feuillus et forêts mixtes, ainsi que dans les arbrisseaux des marais de transition. Elle est fréquemment notée sur les rives de lac (zones de bas-marais) par Meyer & Heydemann (1990).

9.4.11. *Euthyneura gyllenhalii*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce au minimum tolérante.

Stations et milieux: Dans le Sphagno-Piceetum, un individu à la Burtignière et un à Praz Rodet.

Apport bibliographique: Selon Chvála (1983), l'espèce n'est pas du tout commune en Europe centrale, quoique largement répandue. C'est une espèce plutôt montagnarde.

Ereïs (1970) signale un seul exemplaire sur le bord d'un étang.

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, un individu dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphalges, reboisé par *Betula pubescens* (émergences).

Une seule mention pour la Belgique provenant des Hautes-Fagnes (Grootaert, 1980).

9.4.12. *Euthyneura myrtilli*

Nombre d'individus: 14 Occurrences: 8 Période d'émergence: mi-juin à mi-juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant apparemment une forte affinité pour les tourbières (zones plutôt sèches).

Sur sol tourbeux uniquement.

Stations et milieux: La Burtignière: Pino-Sphagnetum (1 individu).

Cachot 16.2: marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* (7 individus).

MR13Sud: lande (6 individus).

Apport bibliographique: Collin (1961) la dit surtout commune en Ecosse. Sa répartition est plutôt nordique, bien qu'elle soit connue en Europe centrale.

Les adultes se nourrissent exclusivement de nectar et de pollen. On les trouve fréquemment en tourbière sur *Ledum palustre*. Les larves se développent probablement dans le bois pourri (Chvála, 1983).

E.myrtilli est signalé dans un haut-marais au Schleswig-Holstein, mais aussi en forêt (Meyer & Heydemann, 1990)

9.4.13. *Hybos femoratus*

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 3 Période d'émergence: juillet - août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce ne marquant pas d'affinité pour les tourbières acides, mais appréciant une forte humidité. Elle pourrait être tolérante.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière (mégaphorbiée sous *Saulaie* et *Caricetum davallianae*).

Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain.

Apport bibliographique: 2 individus signalés par Keiser (1947) au Parc National. Un sur des feuilles d'*Adénostyle*, l'autre sur dans une zone humide à Linaigrette.

Selon Emeis (1970), *H. femoratus* fréquente différents habitats, mais surtout les forêts de feuillus. On le rencontre également dans les marais de transition, les hauts-marais, les landes embuissonnées et les prairies humides. Il évite les endroits secs. Il est signalé par Meyer & Heydemann (1990) dans les zones de bas-marais bordant un lac.

Signalé par Tréhen (1971) dans un habitat particulièrement humide (rives de ruisseau).

9.4.14. *Hybos grossipes*

Nombre d'individus: 5 Occurrences: 4 Période d'émergence: mi-juin à mi-

juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant apparemment une forte affinité pour les hauts-marais. Peut-être exclusivement dans de tels milieux dans le Jura.

Sur sol tourbeux. En milieux primaires et secondaires dont la régénération est avancée.

Stations et milieux: La Burtignière: *Sphagno-Piceetum* et *Pino-Sphagnetum*.

Praz Rodet: *Pino-Sphagnetum*

Cachot 16.2: Pino-Sphagnetum

Apport bibliographique: 1 exemplaire signalé par Keiser (1947) au Parc National dans l'herbe.

Signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*.

Signalé par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne.

La répartition de *H. gossipes* atteint le cercle polaire (Chvála, 1983).

Quelques individus (Emeis, 1970) en forêt et dans les prairies humides.

Recherches complémentaires: A Marlet-Demier, dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Betula pubescens* (émergences), dans un stade de recolonisation par *Pinus uncinata* (tapis de sphaignes continu) et marais abaissé non boisé.

Nous avons plusieurs fois capturé au filet fauchoir *H. grossipes* en forêt claire (clairière dans une pessière de ceinture humide dans les Vosges, Pino-Sphagnetum à La Chaux-des-Breuleux). Quelques individus proviennent de landes à *Calluna vulgaris* colonisées par des bouleaux (Bois des Lanes) ou des épicéas (Chaux-des-Breuleux).

9.4.15. *Ocydromia glabricula*

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Signalée par Ringdahl (1957) à Arosa (Canton des Grisons).

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières. Coprophile.

Sur sol tourbeux et sol brun (lisière).

Station et milieu: MR13Sud: prairie sur tourbe

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (1 individu).

Signalée par Keiser (1947) au Parc National (2 individus).

Emeis (1970) considère l'espèce comme très commune, mais elle se limite à la forêt.

O. glabricula est une espèce vivipare. Les larves sont larguées en vol au-dessus des bouses de vaches ou autres déjections où elles poursuivent leur développement.

Quelques adultes capturés au piège à émergences dans un champ de blé en Allemagne (Prescher, 1992) et en forêt au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990).

9.4.16. *Ocydromia melanopleura*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol tourbeux, sous les arbres, où le bétail se réfugie.

Stations et milieux: Praz Rodet: Sphagno-Piceetum.

Apport bibliographique: Tout comme *O. glabricula*, *O. melanopleura* est probablement vivipare. Chvála (1983) a plusieurs fois observé en collection à sec de petites larves fixées à l'extrémité de l'abdomen de femelles.

9.4.17. *Oedalea zetterstedti*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 3 Période d'émergence: fin mai à mi-juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce forestière tolérante.

Sur sol brun (forêt) et sur tourbe.

Station et milieu: Praz Rodet: pessière de ceinture (Em 9)

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National (1 individu).

Les larves se développeraient dans le bois en décomposition. Les adultes se tiennent dans la végétation basse, souvent dans les forêts à feuilles caduques (Chvála, 1983 et Meyer & Heydemann, 1990).

9.4.18. *Platypalpus agilis*

Nombre d'individus: 26 Occurrences: 12 Période d'émergence: juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, évitant les sols très humides. Milieux ouverts et clairiérés.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (lisière à *C. aureum* et prairie de fauche).

Stations et milieux: Cachot 16.2: prairie de fauche, bande à *Luzula multiflora* et pinède sèche.

Cachot 16.4: prairie de fauche, lisière de pinède secondaire et pinède secondaire

Apport bibliographique: signalé au Cachot 16.2 sur *Pinus uncinata* par Basset (1985).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Signalé par Keiser (1947) au Parc National (prairies et champs).

Au Schleswig-Holstein (Erneis, 1970), il est commun et marque une préférence pour les paysages ouverts. Meyer & Heydemann (1990) le signale dans un champ d'orge.

Selon Bährmann & Stark (1990), *P. agilis* est une espèce dont les imagos affectionnent les arbustes, mais il fréquente aussi des milieux herbacés à végétation basse.

9.4.19. *Platypalpus albocapillatus*

Nombre d'individus: 3 Occurrences: 3 Période d'émergence: août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: Cachot 16.2 : prairie de fauche humide (Em 6) et zone occasionnellement fauchée où *Eriophorum vaginatum* est implanté (Em 8).

Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National, en lisière de forêt.

Chvála (1975) pense que les mentions provenant du centre de l'Europe résultent de fausses identifications. Nous avons soumis nos exemplaires à P. Grootaert, qui à son grand étonnement, n'a pu que confirmer notre diagnostic. *P. albocapillatus* est en effet essentiellement une espèce côtière (Grootaert, 1981 et Meyer & Heydemann, 1990), mais que l'on trouve aussi le long des rivières ou des lacs dans les régions les plus septentrionales de Scandinavie (Chvála, 1975).

9.4.20. *Platypalpus alpinus*

Nombre d'individus: 8 Occurrences: 3 Période d'émergence: juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun (pâturage abandonné ou non).

Stations et milieux: La Burignière: pâturage (1 individu).

Apport bibliographique: Signalé en Auvergne (Grootaert, 1983), l'espèce est commune dans les Alpes (Chvála, 1971). Tous les pays alpins sont cités, à l'exception de la Suisse. L'espèce a également été signalée en Belgique.

9.4.21. *Platypalpus boreoalpinus*

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 6 Période d'émergence: juin,

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant une affinité pour les tourbières, mais évite apparemment les zones les plus acides.

Sur sol tourbeux. Uniquement à la vallée de Joux.

Stations et milieux: La Burignière: *Caricetum davallianae* (zones à sphaignes), zone d'influence

du canal d'écoulement et *Caricetum fuscae*

Praz Rodet: *Caricetum fuscae*.

Apport bibliographique: Signalé au Cachot 16.2 sur *Pinus uncinata* par Basset (1985), mais après contrôle de la collection de référence, nous avons constaté qu'il ne s'agissait pas de *P. boreoalpinus*, mais de son espèce jumelle *P. lyris* n.sp.

9.4.22. *Platypalpus calceatus*

Nombre d'individus: 42 Occurrences: 17 Période d'émergence: mi-juillet à mi-septembre.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce prairiale tolérante. Lorsque *P. calceatus* est présent en tourbière, il semble indiquer une altération du marais.

Essentiellement sur sol brun (pâturages humides, prairie de fauche et lisière), mais aussi sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage humide.

Praz Rodet: pâturage humide.

Cachot 16.2: prairie de fauche (1 individu) et pinède primaire sèche (1 individu).

Cachot 16.4: prairie de fauche, mégaphorbiée et lisière de pinède secondaire.

MR13Est: marais abaissé (1 individu) et lande (1 individu).

MR13Sud: limite entre zone agricole et marais abaissé (1 individu), marais abaissé (1 individu).

Apport bibliographique: signalé par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (1 individu).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Selon Bährmann & Stark (1990), *P. calceatus* marque une préférence pour les milieux herbacés, mais on le rencontre aussi dans les prairies sèches ou humides et en lisière de forêt. C'est en fait une ubiquiste.

Emeis (1970) le signale dans les forêts de bouleaux, les forêts marécageuses, sur les chemins sableux et les herbes des plages.

9.4.23. *Platypalpus candicans*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: fin juin - début juillet.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun (refus de pâturage humide) et sol très riche en matière organique (présence d'horizons histiques développés).

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus) et mégaphorbiée.

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National (1 individu).

Selon Bährmann & Stark (1990), plus de la moitié des individus qu'ils ont capturés proviennent de milieux boisés, mais *P. candicans* fréquente également les prairies humides.

Emeis (1970) le dit commun dans les endroits ombragés en forêt de feuillus, dans les marais de transition et les prairies humides, ce qui est confirmé par Meyer & Heydemann (1990).

Un individu dans un champ de blé (Prescher, 1992).

9.4.24. *Platypalpus ciliaris*

Nombre d'individus: 14 Occurrences: 5

Période d'émergence: juillet - août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce forestière tolérante.

Sur sol tourbeux et sol brun (Abieti-Fagetum).

Stations et milieux: Praz Rodet: pessière de ceinture (seulement dans Em 9 où il est abondant)

Cachot 16.4: mégaphorbiée, lisière et pinède secondaire.

Apport bibliographique: signalé par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (15 individus).

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, un individu dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Benula pubescens* (émergences).

Selon Emeis (1970), *P. ciliaris* aime l'humidité et l'ombre. Il l'a trouvé sur la végétation basse des forêts de feuillus ou mêlées de Conifères, ce qui est confirmé par Meyer & Heydemann (1990). Les remarques de Chvátla (1975) sont identiques.

9.4.25. *Platypalpus cruralis*

Nombre d'individus: 22 Occurrences: 9

Période d'émergence: juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante.

Sur sol brun (pâturage, forêt et lisière) et sur sol tourbeux ou riche en matière organique

(présence d'horizons histiques développés).

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage humide et Aconito-Filipenduletum (1 individu).

Praz Rodet: pâturage humide, Caricetum fuscae et pessière de ceinture.

Apport bibliographique: aucun

9.4.26. *Platypalpus infectus*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 4 Période d'émergence: juin à mi-août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières. Espèce de milieux ouverts.

Sol brun (prairie de fauche) et sol tourbeux.

Station et milieu: Cachot 16.2: prairie de fauche (productivité plus faible)

Marais abaissé à *E. vaginatum* aux Bois-des-Lattes

Apport bibliographique: Selon Bährmann & Stark (1990), la plupart des individus ont été trouvés dans des champs de céréales, mais l'espèce fréquente également différents types de prairies.

9.4.27. *Platypalpus longicornis*

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 9 Période d'émergence: fin juillet à début septembre.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce prairiale faiblement tolérante

Sur sol brun (pâturage et lisière) et sol tourbeux.

Stations et milieux: Praz Rodet: pâturage humide.

Cachot 16.2: prairie de fauche, bande à *Luzula multiflora* et marais abaissé.

Cachot 16.4: prairie de fauche.

MR13Sud: lande.

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (3 individus).

Selon Emeis (1970), c'est une espèce eurytope (landes, hauts-marais, prairies, forêts) au Schleswig-Holstein, ce qui est confirmé par Meyer & Heydemann (1990).

Selon Chvála (1975), *P. longicornis* apprécie l'ombre, mais il fréquente aussi les prairies.

Selon Bährmann & Stark (1990), c'est essentiellement une espèce de prairies humides. *P.*

longicornis est plus fréquent dans le nord de l'ex-Allemagne de l'Est qu'au sud.

9.4.28. *Platypalpus luteicornis* (= *P. difficilis* Frey)

Nombre d'individus: 90 Occurrences: 33 Période d'émergence: mai à mi-juillet. Très abondant en juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste tolérante.

Sur sol brun (pâturage abandonné ou non, forêt et lisière) et sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage humide, mégaphorbiée, faciès à petits *Carex*, *Caricetum davallianae* (Em 7-13 et 14) et *Sphagno-Piceetum*.

Praz Rodet: pâturage humide et *Sphagno-Piceetum*.

Cachot 16.2: prairie de fauche, bande à *Luzula multiflora* et marais abaissé jusqu'au pied du mur.

MR13Est: pâturage gras sur sol tourbeux, marais abaissé et lande.

MR13Sud: bande faisant le contact entre agriculture et marais abaissé et landes

Apport bibliographique: signalé au Cachot 16.2 sur *Pinus uncinata* par Basset (1985).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Recherches complémentaires: A Martel-Demier, quatre individus dans un stade de recolonisation de *Pinus uncinata* (tapis de sphaignes continu) (émergences).

P. luteicornis est signalé en forêt caducifoliée par Meyer & Heydemann (1990) au Schleswig-Holstein.

Selon Chvála (1975), l'espèce en Europe centrale est essentiellement montagnarde.

9.4.29. *Platypalpus lyrisfer* n.sp.

Nombre d'individus: 162 Occurrences: 36 Période d'émergence: juin - juillet. Surtout juin.

Statut: Espèce marquant une affinité pour les tourbières. Il est particulièrement abondant en milieux ouverts, là où l'acidité n'est pas trop forte. Il aime l'humidité, mais pas les zones détrempées en permanence. Il supporte par contre les inondations printanières et automnales, pour autant qu'elles ne durent pas trop longtemps. Les marais abaissés constituent un tréfilu de substitution pour cette espèce qui trouve en milieux primaires son optimum dans le *Caricetum fuscae*. La présence de sphaignes n'est pas déterminante.

Stations et milieux: La Burrignière: bas-marais alcalins du *Caricetum davallianae*, abondant dans Em 13 (sphaignes), zone d'influence du canal à *Carex paniculata* et *Caricetum fuscae*.

Praz Rodet: canal d'écoulement (Em 3), *Caricetum fuscae* (abondant), absent de la pessière, présent dans la pinède.

Le Cachot 16.2: Pino-Sphagnetum humide, prairie de fauche (Em 6), marais abaissé et mur effondré.

MR13Sud: marais abaissé (abondant) et zone de contact entre prairie de fauche et marais abaissé (Em 9).

Apport bibliographique: l'espèce est présente dans la collection de référence de Basset, sous le nom de *P. boreoalpinus*, espèce jumelle, qui diffère par ses seules génitalia.

La description de cette espèce est en cours, en collaboration étroite avec le Dr. P. Grootaert.

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, six individus dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum*, mousses et sphaignes (émergences).

9.4.30. *Platypalpus minutus*

Nombre d'individus: 8 Occurrences: 6 Période d'émergence: juin -juillet.
Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce prairiale sans affinité pour les tourbières.

Sol brun (pâturage et prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieux: Praz Rodet: pâturage humide.

Cachot 16.2: prairie de fauche.

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National (prairies de fauche).

Une des espèces les plus communes (Emeis, 1970), *P. minutus* marque une préférence pour les habitats ouverts.

Selon Bährmann & Stark (1990), *P. minutus* se profile comme une espèce eurytope, il apprécie l'humidité et marque une préférence pour les milieux boisés. Il ne dédaigne cependant pas les prairies humides et les prairies à humidité variable.

Stark & Wetzel (1987) le signalent comme abondant dans un champ de céréales.

Nombreux adultes ont été capturés au piège à émergences dans diverses cultures (blé, maïs et pommes de terre) en Allemagne (Prescher, 1992) et dans un champ d'orge et des prairies de fauche par Meyer & Heydemann (1990) au Schleswig-Holstein.

9.4.31. *Platypalpus nigrirarsis*

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 3 Période d'émergence: juin - juillet.
Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce tolérante, peut-être faiblement acidophile.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: Cachot 16.2: prairie de fauche et bande à *Luzula multiflora*.

Cachot 16.4: prairie de fauche.

MR13Sud: lande (Em 16: abondant)

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National dans les pâturages et prairies humides.

Erneis (1970) l'a trouvé dans les landes sèches et jusque sur le haut-marais, sur les plages et les lieux incultes. Le plus souvent dans des milieux secs (ce que Meyer & Heydemann (1990) confirment), contrairement à plusieurs auteurs.

Bährmann & Stark (1990) font également de *P. nigrirarsis* une espèce préférant les milieux secs, et soulignent son goût pour les prairies sèches et mésophiles. L'espèce fréquente également les chemins relativement secs en forêt, mais évite sinon les milieux boisés.

Un imago capturé au piège à émergences dans un champ de maïs (Prescher, 1992).

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, trois individus dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Betula pubescens* (émergences).

9.4.32. *Platypalpus pallidicoxa*

Nombre d'individus: 64 Occurrences: 24 Période d'émergence: fin mai à mi-juillet.
Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste fortement tolérante.

Sur sol brun (pâturage, prairie de fauche) et sol tourbeux ou riche en matière organique (présence d'horizons histiques)

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage, Aconito-Filipenduletum, faciès à petits *Carex* (présentant encore des éléments du Trollio-Cirsietum), bas-marais alcalins du Caricetum davallianae, Caricetum fuscae et pessière de ceinture.

Cachot 16.2: prairie de fauche, pinède primaire sèche et Pino-Sphagnetum humide.

Cachot 16.4: prairie de fauche et pinède secondaire sèche.

MR13Est: pâturage sur tourbe, landes, zone humide entre zone agricole et marais abaissé.

MR13Sud: prairie de fauche, zone humide entre zone agricole et marais abaissé, marais abaissé.

Apport bibliographique: Chvála (1975) le considère comme largement répandu en Europe, mais jamais commun.

9.4.33. *Platypalpus pallidiventris*

Nombre d'individus: 17 Occurrences: 12 Période d'émergence: mi-juin à septembre.
Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste faiblement tolérante, sans affinité particulière pour les tourbières.

Sur sol brun (prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieu: Cachot 16.2: prairie de fauche et pinède primaire sèche (1 individu).

Cachot 16.4: prairie de fauche et pinède secondaire sèche.

Apports bibliographiques: signalé par Ducommun (1989) sur le Plateau suisse. Piégé à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), noté comme taxon constant.

Signalé par Keiser (1947) au Parc National (prairies et lisière de forêt).

Émergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Emeis (1970) le dit très commun et fréquent (forêts et milieux ouverts). C'est une espèce euryèce selon Meyer & Heydemann (1990). On trouve souvent les imagos sur les feuilles des arbres et des buissons (Chvála (1975).

Stark & Wetzel (1987) le signalent comme abondant dans un champ de céréales.

Selon Bähmann & Stark (1990), plus de 50% des individus trouvés ex-Allemagne de l'Est proviennent de milieux boisés. Parmi les habitats prairiaux, *P. pallidiventris* marque une préférence pour les prairies sèches, mais c'est en fait une ubiquiste.

Plusieurs adultes capturés au piège à émergences dans diverses cultures (blé, maïs et pommes de terre) en Allemagne (Prescher, 1992).

9.4.34. *Platypalpus pectoralis*

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1 Période d'émergence: juillet.
Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce forestière au moins tolérante. Est-elle limitée aux forêts des tourbières dans le Jura (forestière acidophile?).

Sur sol tourbeux.

Station et milieu: Praz Rodet: pessière (Em 9).

Apport bibliographique: Selon Bährmann & Stark (1990), en accord avec Chvála (1975), *P. pectoralis* est une espèce forestière affectionnant l'ombre. Il profite de la présence de bouquets arbustifs pour coloniser même les prairies sèches. Il est également signalé en forêt par Meyer & Heydemann (1990).

Recherches complémentaires: Dans un marais abaissé reboisé au Bois des Lanes.

9.4.35. *Platypalpus vegrandis*

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 5 Période d'émergence: juillet à mi-août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun (pâturage et prairie de fauche) et sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: marais alcalins (faciés à petits Carex, 1 individu).

Praz Rodet: pâturage humide et bord du canal de Praz Rodet.

Cachot 16.4: prairie de fauche.

Apport bibliographique: Selon Grootaert (1983), *P. vegrandis* serait assez commun dans les régions montagneuses d'Europe.

Selon Bährmann & Stark (1990), les quelques individus capturés proviennent de milieux prairiaux.

9.4.36. *Platypalpus n°1, n°2 et n°3*

Nombre d'individus: 1 pour chacun Occurrence: 1

N°1 La Burtignière: mégaphorbiée (début juin)

N°2 Praz Rodet: pâturage (fin mai)

N°3 Aconito-Filipenduletum de la Burtignière (mi-juillet)

9.4.37. *Stilpon graminum*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: mai - juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun acide (pâturage abandonné) et sol tourbeux calcique.

Stations et milieux: La Burtignière: 1 exemplaire dans le Caricetum davallianae.

Apport bibliographique: Selon Chvála (1975), *S. graminum* est fréquent sur les touffes d'herbes,

les laïches coupées (Collin, 1961) et les mousses. Il est signalé dans des bas-marais par Meyer & Heydemann (1990).

9.4.38. Symbalophthalmus dissimilis

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 4 Période d'émergence: fin mai à mi-juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce montagnarde apparemment faiblement tolérante.

Sur sol brun (un individu dans la lisière) et sol tourbeux

Station et milieux: La Burtignière: mégaphorbiée et zone d'influence du canal à *Carex paniculata*.

Cachot 16.2: marais abaissé (1 individu).

Appon bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National (1 individu, dans la végétation herbacée humide).

Selon Chvátla (1975), *S. dissimilis* est une espèce à répartition nordique et les mentions provenant de l'Europe centrale ou du sud seraient erronées.

9.4.39. Symbalophthalmus fuscitarsis

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin - début juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce vraisemblablement sans affinité pour les tourbières.

Station et milieu: Cachot 16.4: mégaphorbiée sur le drain.

Appon bibliographique: Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

9.4.40. Tachydromia aemula

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 5 Période d'émergence: mi-juillet et août.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (prairie de fauche).

Stations et milieux: La Burtignière: bas-marais (faciès à petits *Carex*).

Cachot 16.2: prairie de fauche, là où la productivité est moindre.

Apport bibliographique: Signalé par Meyer & Heydemann (1990) au Schleswig-Holstein dans des jeunes polders, mais aussi dans différents bas-marais et dans une prairie de fauche.

9.4.41. *Tachydromia arrogans*

Nombre d'individus: 28 Occurrences: 15 Période d'émergence: fin mai à mi-septembre.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste tolérante. Elle évite cependant les zones détrempées.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (pâturage et prairie de fauche).

Stations et milieux: La Burtignière: bas-marais alcalins (faciès à petits *Carex*) et pinède primaire.
Praz Rodet: Caricetum fuscae, pessière de ceinture et pinède primaire.

Cachot 16.4: prairie de fauche et pinède secondaire.

MR13Est: pâturage sur tourbe.

MR13Sud: prairie de fauche.

Apport bibliographique: signalée par Ducommun (1989) sur le Plateau suisse. Piégée à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), notée comme taxon constant.

Plusieurs adultes capturés au piège à émergences dans diverses cultures (blé, maïs et pommes de terre) en Allemagne (Prescher, 1992).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Elle est largement répandue au Schleswig-Holstein (Emeis, 1970), des forêts aux dunes.

Selon Chvátla (1975), on l'observe souvent sur les toncs d'arbres, les grumes de bois, les souches et les pierres. *T. arrogans* apprécie les biotopes ombragés, plutôt humides.

9.4.42. *Tachydromia umbrarum*

Nombre d'individus: 18 Occurrences: 11 Période d'émergence: juin à août.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour la tourbière. Faiblement tolérante.

Stations et milieux: Cachot 16.4: prairie de fauche.

MR13Est: pâturage sur tourbe.

MR13Sud: pâturage sur tourbe, bande faisant contact entre prairie et marais abaissé, marais abaissé (Em 11).

Apport bibliographique: Chvála (1975) observe souvent les imagos sur les troncs, les clôtures, les poteaux téléphoniques, etc..

Plusieurs adultes capturés au piège à émergences dans des cultures (blé et pommes de terre) en Allemagne (Prescher, 1992).

Signalé dans des gravières par Meyer & Heydemann (1990) au Schleswig-Holstein.

9.4.43. *Tachypeza nubila*

Nombre d'individus: 95 Occurrences: 36 Période d'émergence: mi-juin à fin septembre. Surtout abondant en juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce très tolérante, dont l'optimum est en forêt et en lisière.

Sur sol brun (forêt, avec ou sans *V. myrtillus*, lisière, prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burignière: pessière et Caricetum fuscae

Präz Rodet: pessière, Caricetum fuscae et Pino-sphagnetum.

Le Cachot 16.2: marais abaissé, pied du mur, mur effondré et pinède sèche.

Le Cachot 16.4: lisière et pinède secondaire.

MR13Est: marais abaissé et lande.

MR13Sud: prairie de fauche, marais abaissé et lande.

Apport bibliographique: Selon Emeis (1970), elle est commune et répandue au Schleswig-Holstein, de l'été à novembre. On rencontre fréquemment les imagos sur les troncs de *Fagus sylvatica* et occasionnellement sur ceux de Conifères. Les forêts de feuillus constituent son habitat préférentiel. Meyer & Heydemann (1990) la considèrent plutôt comme une espèce de marais, mais évitant les milieux détrempés. Ils la signalent cependant également dans différentes forêts, y compris de tourbière.

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, un individu dans une zone de tourbe nue et trois dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Benula pubescens* (émergences).

9.4.44. *Trichina bilobata*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser.

Sur tourbe calcaïque uniquement.

Station et milieu: La Burignière: Caricetum davallianae avec sphaignes (Em 13)

Apport bibliographique: Commune et largement répandue en Europe (Chvála, 1983).

9.4.4S. *Trichina clavipes*

Nombre d'individus: 580 Occurrences: 59 Période d'émergence: fin juin à début août.
Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant une forte affinité pour les tourbières, mais non exclusive. Elle est très abondante dans les milieux secondaires. Optimum sur tourbe, dans les marais abaissés et en lisière.

Essentiellement sur sol tourbeux, quelques individus sur sol brun (lisière et pâturage abandonné)

Stations et milieux: La Burignière: Caricetum davallianae (Em 13-14).

Praz Rodet: pessière de ceinture.

Le Cachot 16.2: prairie de fauche, mais surtout marais abaissé. Mur effondré et pinède sèche. *Sphagnetum magellanicum*.

Le Cachot 16.4: mégaphorbiée, lisière et pinède secondaire.

MR13Est: pâturage sur tourbe, mais surtout marais abaissé, remblai et lande.

MR13Sud: prairie de fauche, contact humide entre zone agricole et marais abaissé (abondante), marais abaissé et landes.

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National (3 individus).

Toutes les mentions d'Ernis (1970) proviennent de hauts-marais.

Imagos sur *Rhamnus alpina*, sur un plateau calcaire du Jura français (Pernot-Visentin, 1973).

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, six individus dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Betula pubescens* (émergences) et deux dans un marais abaissé non boisé.

Meyer & Heydemann (1990) considèrent *T. clavipes* comme une espèce de marais évitant les zones détrempées.

9.4.46. *Trichina elongata*

Nombre d'individus: 17 Occurrences: 11 Période d'émergence: juin à mi-juillet.
Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante. Plutôt forestière.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (lisière et pâturage abandonné).

Stations et milieux: La Burtignière: Caricetum davallianae (Em 9 et 13), mégaphorbiée sous Saulaie, Caricetum fuscae et Pino-Sphagnetum.

Le Cachot 16.2: pinède primaire sèche

Le Cachot 16.4: pinède secondaire.

Apport bibliographique: aucun

9.4.47. *Trichinomyia flavipes*

Nombre d'individus: 65 Occurrences: 17 Période d'émergence: début août à mi-septembre.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce essentiellement forestière, marquant une certaine affinité pour les tourbières, car acidophile.

Sur sol tourbeux et sur sol brun (forêt, surtout avec sous-bois à *V. myrtillus*).

Stations et milieux: La Burtignière: pessière et pinède.

Praz Rodet: Caricetum fuscae et pessière.

Le Cachot 16.2: prairie de fauche (1 individu dans un creux où la productivité est faible, marais abaissé, pied du mur et pinède).

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne.

Selon Emeis (1970), *T. flavipes* apprécie l'humidité. Il l'a trouvée sur les feuilles des buissons et sur la strate herbacée en forêt.

Selon Chvála (1983), elle apprécie les milieux ombragés. On peut la capturer dans la végétation basse, en lisière de forêt.

9.5. Empididae

9.5.1. *Empis chioptera* (sous-genre: *Empis*)

Nombre d'individus: 39 Occurrences: 10 Période d'émergence: mai et début juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste tolérante. Les émergences en plein coeur de la tourbière nous ont surprise.

Sol tourbeux et surtout sol brun (pâturage abandonné ou non, prairie de fauche, lisière et forêt).

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage.

Cachot 16.2: Pino-Sphagnetum

Cachot 16.4: prairie de fauche.

Apport bibliographique: Signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*.

Signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (10 individus).

En chasse sur *Rhamnus alpina*, sur un plateau calcaire du Jura français (Pernot-Visentin, 1973).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Emeis (1970) signale l'espèce dans les clairières, aux lisières des forêts de feuillus et dans les prairies humides.

Chvála (1994) signale cette espèce que du sud de la Scandinavie. Les mentions les plus au sud de son aire de répartition concernent la Suisse.

9.5.2. *Empis gooti* (s.-g. *Empis*)

Nombre d'individus: 5 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce vraisemblablement sans affinité pour la tourbière. Récemment décrite, la présence de *E. gooti* mérite d'être soulignée.

Sol tourbeux uniquement.

Station et milieux: Cachot 16.4: prairie de fauche.

Apport bibliographique: Chvála décrit cette espèce dans son ouvrage de 1994. Elle est actuellement connue de Suède, de Slovaquie, de Bohême et de Hollande.

9.5.3. *Empis nigripes* (s.-g. *Empis*)

Nombre d'individus: 89 Occurrences: 19 Période d'émergence: fin mai et début juillet, très abondant en juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce étrangère à la tourbière, bien que très à l'aise dans les prairies humides. *E. nigripes* ne pénètre absolument pas dans le marais.

Sol tourbeux et sol brun (pâturage et prairie de fauche).

Stations et milieux: La Burtignière: Aconito-Filipenduletum.

Praz Rodet: pâturage humide.

Cachot 16.2: prairie de fauche.

Cachot 16.4: prairie de fauche et mégaphorbiée sur le drain.

MR13Est: pâturage sur tourbe (1 individu)

MR13Sud: prairie de fauche.

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (2 individus).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Emeis (1970) considère *E. nigripes* comme une des espèces les plus fréquentes au Schleswig-Holstein. Il aime l'humidité et l'ombre. Il est signalé sur des rives de cours d'eau par Meyer & Heydemann (1990).

Deux imagos capturés au piège à émergences dans un champ de blé en Allemagne (Prescher, 1992).

9.5.4. *Empis nitida* (s.-g. *Anacrostichus*)

Nombre d'individus: 29 Occurrences: 16 Période d'émergence: mai à début juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce faiblement tolérante, sans affinité pour les tourbières. Elle apprécie les zones où la strate herbacée tend vers la mégaphorbiée.

Essentiellement sur sol tourbeux ou fortement organique (présence d'horizons histiques). Un individu sur sol brun.

Stations et milieux: La Burtignière: mégaphorbiées (Aconito-Filipenduletum et sous Saulaie), Caricetum davallianae et canal à *Carex paniculata*.

Praz Rodet: pâturage

Cachot 16.4: prairie de fauche humide et mégaphorbiée sur drain.

MR13Est: pâturage sur tourbe très productif creux humide (Em 9) et marais abaissé altéré

MR13Sud: prairie de fauche.

Apport bibliographique: Emeis (1970) signale au Schleswig-Holstein cette espèce printanière comme rare.

Chvála (1994) signale *Empis nitida* comme relativement commun en Europe centrale, où on l'observe en nombre sur les fleurs d'arbres fruitiers et particulièrement sur celles de pommiers.

9.5.5. *Empis nuntia* (s.-g. *Empis*)

Nombre d'individus: 34 Occurrences: 9 Période d'émergence: juin - juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce ubiquiste faiblement tolérante.

Essentiellement sur sol brun (prairie de fauche, pâturage et forêt), mais aussi sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus)

Cachot 16.2: mur effondré.

Cachot 16.4: lisière sur le seuil de la tourbière (Em 11).

MR13Est: pâturage gras sur tourbe.

MR13Sud: prairie de fauche.

Apport bibliographique:

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Chvála (1994) considère *E. nuntia* comme une espèce très commune, presque autant que *E. nigripes* en Europe centrale.

Cette espèce est signalée dans une forêt caducifoliée par Meyer & Heydemann (1990).

9.5.6. *Empis staegeri* (s.-g. *Empis*)

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Indéterminé. Apparemment sans affinité.

Station et milieu: MR13Est: Un individu dans le pâturage sur tourbe, où la productivité est forte.

Apport bibliographique: Chvála (1994) signale *E. staegeri* dans le sud de la Scandinavie. Cette espèce printanière n'est pas rare. Il la signale également en Bohême et en Slovaquie.

9.5.7. *Empis n°1* (s.-g. *Leptempis* ?)

Il ne nous a pas été possible de déterminer cette espèce. Elle figure cependant ici, puisqu'elle compte suffisamment d'individus pour être prise en compte dans les analyses.

Nombre d'individus: 18 Occurrences: 5 Période d'émergence: mai à août.

Statut: Espèce sans affinité particulière pour la tourbière. Faiblement tolérante.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage surtout refus.

Cachot 16.2: mur de tourbe effondré.

Cachot 16.4: prairie de fauche et seuil de la tourbière (Em 11).

9.5.8. *Empis digramma* (s.-g. *Xanthempis*)

Nombre d'individus: 6 Occurrences: 5 Période d'émergence: fin mai et juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour la tourbière.

Sur sol brun (lisière et pâturage) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage.

Praz Rodet: sur le canal (Em 3).

Cachot 16.2: prairie de fauche (Em 6).

Cachot 16.4: pinède (Em 14)

MR13Est: pâturage gras

Apport bibliographique: signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*.

Signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (8 individus).

Emeis (1970) le signale en forêt et au bord des chemins.

9.5.9. *Empis stercorea* (s.-g. *Xanthempis*)

Nombre d'individus: 7 Occurrences: 6 Période d'émergence: juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières. Elle affectionne les zones humides où la végétation est haute.

Sur sol riche en matière organique, tourbeux et sur sol brun (lisière à *C. aureum*).

Stations et milieux: La Burtignière: mégaphorbiée.

Praz Rodet: sur le canal (Em 3).

Cachot 16.2: prairie de fauche.

MR13Est: marais abaissé (Em 12 et 14)

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (7 individus).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Selon Emeis (1970), c'est le plus commun des *Xanthempis*. Forêts de feuillus et prairies humides. C'est une espèce hygrophile selon Meyer & Heydemann (1990).

Un individu pris au piège à émergences dans un champ de blé (Prescher, 1992).

9.5.10. *Empis trigramma* (s.-g. *Xanthempis*)

Nombre d'individus: 23 Occurrences: 3 Période d'émergence: mi-mai et début juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour la tourbière.

Surtout sur sol brun (prairie de fauche, lisière) et sur tourbe

Stations et milieux: Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain et seuil de la tourbière (Em 11: piège en situation mixte).

Apport bibliographique: Signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*.

Signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (2 individus).

Signalée par Keiser (1947) au Parc National (1 individu).

Emergences signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Signalée par Emeis (1970) dans la strate basse des forêts de feuillus, alors que Lundbeck (1912) le trouve plutôt en paysages ouverts, ce qui est confirmé par Meyer & Heydemann (1990)..

9.5.11. *Hilara albitarsis*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: mi-juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Indéterminé.

Station et milieu: MR13Est : pâturage sur tourbe (Em 6)

Apport bibliographique: aucun

9.5.12. *Hilara chorica*

Nombre d'individus: 19 Occurrences: 3 Période d'émergence: juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Station et milieu: Uniquement dans l'Aconito-Filipenduletum de la Burtignière.

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National (1 individu).

Selon Emeis (1970), c'est une espèce très abondante partout, ce qui est confirmé par Meyer & Heydemann (1990).

Tréhen (1971) signale des émergences dans les bordures de ruisseaux dont le drainage est suffisant. Absente des humus forestiers.

Selon Bährmann (1991), on la trouve près des cours d'eau, dans les lisières humides, les zones de hauts-marais, les prairies et dans les forêts enrésinées.

9.5.13. *Hilara galactoptera*

Nombre d'individus: 31 Occurrences: 12 Période d'émergence: mi-mai à mi-juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières. Faiblement tolérante.

Surtout sur sol brun (lisière à *C. aureum* où elle est abondante, forêt, prairie de fauche et pâturage), ainsi que sur sol tourbeux ou fortement organique (présence d'horizons histiques).

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus) et Aconito-Filipenduletum.

Praz Rodet: pessière de ceinture (1 individu).

Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain et seuil de la tourbière (Em 10-11).

Apport bibliographique: Collin (1961) note l'espèce comme commune dans les grands arbres, mais il en a également attrapé dans son jardin.

Selon Bährmann (1991), on la trouve en forêt, dans des zones relativement sèches.

9.5.14. *Hilara litorea*

Nombre d'individus: 102 Occurrences: 34 Période d'émergence: fin juin à mi-août, abondante en juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité particulière pour les tourbières.

Sur sol brun (pâturages humides ou abandonné, lisière) et sol tourbeux et riche en matière organique. Les émergences ont essentiellement lieu en milieux ouverts. Dans le nord de l'Europe, les adultes ont été observés en forêt et en lisière. Soit les imagos se déplacent, soit l'optimum écologique n'est pas le même en Europe centrale.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage et Aconito-Filipenduletum.

Praz Rodet: pâturage.

Cachot 16.2: prairie de fauche, bande occasionnellement fauchée, marais abaissé et pinède sèche.

Cachot 16.4: prairie de fauche (bande fleurie, 1 individu).

MR13Est: pâturage, marais abaissé.

MR13Sud: bande faisant contact entre la prairie et le marais abaissé (1 individu) et lande basse.

Apport bibliographique: Collin (1961) la donne comme commune en Grande-Bretagne et signale

sa présence en Irlande.

Selon Emels (1970), il s'agit d'une espèce forestière. Elle vole au-dessus des chemins de forêt en essaim.

Bährmann (1991) la signale en forêt et le long de lisières humides.

9.5.15. *Hilara maura*

Nombre d'individus: 3 Occurrences: 3 Période d'émergence: juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante, mais sans affinité pour les tourbières

Sur sol brun (pâturages humides) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus)

Praz Rodet: pâturage et Pino-Sphagnetum.

Apport bibliographique: signalée par Ducommun (1989) sur le Plateau suisse. Piégée à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), notée comme taxon accessoire.

C'est l'espèce la plus commune du genre en Grande-Bretagne (Collin, 1961). On peut l'observer par milliers sur les eaux.

Elle est considérée comme une forestière hygrophile par Meyer & Heydemann (1990).

Selon Tréhen (1971), elle n'est pas très hygrophile.

9.5.16. *Hilara matronella* (= *H. matrona* Strobl, 1892)

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 5 Période d'émergence: fin juin à août.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières. Mégaphorbiées humides.

Sur sol tourbeux et fortement organique (présence d'horizons histiques).

Stations et milieux: La Burtignière: Aconito-Filipenduletum.

Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain et seuil (Em 11: piège en situation mixte).

Apport bibliographique: Collin (1961) signale *H. matrona* en Ecosse. Il note que l'espèce du continent que Strobl nomme improprement *H. matrona* devra être rebaptisée.

Bährmann (1991) signale cette espèce dans les forêts humides.

9.5.17. *Hilara nitidula*

Nombre d'individus: 15 Occurrences: 9 Période d'émergence: fin mai et

juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce faiblement tolérante sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun (pâturages humides) et sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage.

Praz Rodet: pâturage et pessière de ceinture.

Cachot 16.2: prairie de fauche.

MR13Est: pâturage.

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National au l'étage subalpin. Milieux prairiaux.

Selon Bährmann (1991), elle fréquente des prairies fraîches, mais aussi des forêts plus sèches.

9.S.18. *Hilara scrobiculata*

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1 Période d'émergence: juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A déterminer. Au minimum tolérante.

Sur sol tourbeux.

Station et milieu: Sphagno-Piceetum de la Burtignière.

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National (hygrophile).

Collin (1961) ne la signale qu'en Ecosse.

9.S.19. *Phyllodromia melanocephala*

Nombre d'individus: 1260 Occurrences: 65 Période d'émergence: mi-juin à fin août, très abondant en juillet.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce marquant une forte affinité pour les tourbières. C'est une espèce acidophile et forestière.

Nous n'avons trouvé qu'un seul individu de *P. melanocephala* sur sol brun (pâturage de La Burtignière). Très présente sur nos six transects, c'est l'espèce que nous avons le plus abondamment récoltée.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (1 individu), Caricetum davallianae (Em 13: sphaignes, 3 individus), zone d'influence du canal (1 individu). Caricetum fuscae, Sphagno-

Piceetum et Pino-Sphagnetum où elle est très abondante.

Praz Rodet: Caricetum fuscae, domine dans le Sphagno-Piceetum et le Pino-Sphagnetum.

Cachot 16.2: elle apparaît dans le marais abaissé dès Em 9, avec un maximum au pied du mur et dans la pinède. Elle colonise également les associations plus humides du centre de la tourbière, et particulièrement le Pino-Sphagnetum.

Cachot 16.4: dès que l'on est sur le seuil de la tourbière l'espèce est présente. Optimum en forêt.

MR13Est: deux individus dans Em 9, trois sur le remblai, dans le marais abaissé et sur la lande.

MR13Sud: dès Em 8, puis le marais abaissé sauf où c'est détrempé. Très abondante sur les landes.

Apport bibliographique: signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*. Très abondant.

Signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (1 individu).

Emeis (1970) la considère comme une espèce aimant l'humidité. Il l'a trouvée dans tous les types de forêts, mais aussi dans les marais à sphaignes et les landes à Ericacées. Signalée sur les bords de route par Meyer & Heydemann (1990).

Tréhen (1971) signale en Bretagne *P. melanocephala* dans les humus à dégradation lente et particulièrement dans un mor forestier.

Emergences de quelques individus sur les rives d'un ruisseau en Allemagne (Wagner, 1980 et Meyer & Heydemann, 1990).

C'est une espèce forestière (P. Grootaert, comm.pers.) tout ce qu'il y a de plus commune dans le nord de l'Europe.

Recherches complémentaires: A Martel-Dernier, *P. melanocephala* est abondante dans un stade de recolonisation de *Pinus uncinata* où le tapis de sphaignes est continu et dans un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et sphaignes, reboisé par *Betula pubescens* (émergences). Un seul individu dans la zone de tourbe nue.

Nous avons trouvé plusieurs individus dans la forêt de Chaux (Jura français) qui repose sur substrat siliceux morainique. Les sols acides de cette forêt conviennent à *Phyllodromia melanocephala*, alors qu'elle est absente des Abieti-Fagetum des hautes vallées jurassiennes.

Remarque: Pour autant que *P. melanocephala* y soit présente, il serait très intéressant de faire une étude de la répartition de cette espèce au pied du Jura neuchâtelois dans les associations forestières que sont le Carici-Fagetum (sur sol neutre: rendzine) et le Luzulo-Fagetum (sur sol morainique acide).

9.5.20. *Ragas unica*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: mi-juin.
Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Le seul pays limitrophe où l'espèce est signalée est l'Autriche.

Statut: A préciser. L'espèce est au minimum tolérante.

Sol tourbeux.

Station et milieu: Praz Rodet: Pino-Sphagnetum.

Apport bibliographique: Selon Collin (1961), l'espèce est peu signalée sur le Continent et elle n'est pas commune en Grande-Bretagne.

9.5.21. *Rhamphomyia cinarens* (sous-genre: *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: fin mai - début juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Indéterminé. Il peut s'agir d'une espèce propre aux ceintures alcalines, comme d'une espèce de zones humides appréciant simplement l'humidité. Apparemment sans affinité particulière pour les hauts-marais.

Station et milieu: La Burtignière: Caricetum davallianae (faciès à petits Carex)

Apport bibliographique: aucun

9.5.22. *Rhamphomyia culicina* (s.-g. *Holoclera*)

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: début septembre.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Indéterminé. Apparemment sans affinité particulière pour les hauts-marais.

Sol tourbeux.

Station et milieu: Le Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain.

Apport bibliographique: Emeis (1970) n'a trouvé qu'un seul individu au Schleswig-Holstein.

9.5.23. *Rhamphomyia flava* (s.-g. *Holoclera*)

Nombre d'individus: 4 Occurrence: 3 Période d'émergence: fin juin - début juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité particulière pour les hauts-marais. Apprécie les mégaphorbiées et par conséquent l'ombre et l'humidité.

Sur sol brun (lisière à *C. aureum*) et sol tourbeux et riche en matière organique.

Station et milieu: La Burrignière: Aconito-Filipenduletum

Le Cachot 16.4: mégaphorbiée sur drain.

Apport bibliographique: Emeis (1970) considère *R. flava* comme rare au Schleswig-Holstein. Signalée dans des forêts et sur les rives d'un étang.

9.5.24. *Rhamphomyia galactoptera* (s.-g. *Aclonempis*)

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les hauts-marais.

Sur sol brun.

Station et milieu: La Burrignière: pâturage.

Apport bibliographique: aucun

9.5.25. *Rhamphomyia hybotina* (s.-g. *Lundstoemiella*)

Nombre d'individus: 12 Occurrence: 4 Période d'émergence: juillet - août.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce au minimum tolérante et acidophile.

Sur sol brun acide (pâturage abandonné) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burrignière: pessière de ceinture.

Praz Rodet: Caricetum fuscae.

Apport bibliographique: signalée au Parc National par Keiser (1947) qui la considère comme une espèce boréale (végétation herbacée humide).

Selon Emeis (1970), *R. hybotina* est liée à la Callune qu'elle butine. Il la qualifie de "relique post-glaciaire".

9.5.26. *Rhamphomyia longipes* (s.-g. *Aclonempis*)

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin - début juillet.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce forestière au minimum tolérante. Peut-être liée à un substrat acide.

Sur sol tourbeux.

Station et milieu: La Burtignière: pessière de ceinture.

Apport bibliographique: Selon Emeis (1970), *R. longipes* est une espèce commune dans les forêts, les haies et le bord des étangs.

9.5.27. *Rhamphomyia montana* (s.-g. *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 6 Occurrence: 4 Période d'émergence: fin juin - début juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce forestière apparemment acidophile, au minimum tolérante.

Sur sol brun (forêt avec sous-bois de *V. myrtillus*) et sol tourbeux.

Stations et milieux: Le Cachot 16.2: Pino-Sphagnetum humide.

Le Cachot 16.4: pinède secondaire.

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (2 individus).

Signalée par Keiser (1947) au Parc National (2 individus à l'étage subalpin).

9.5.28. *Rhamphomyia obscura* (s.-g. *Pararhamphomyia*)

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: mi-juin.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce fortement liée aux hauts-marais

Sol tourbeux uniquement

Station et milieu: Le Cachot 16.2: Sphagnetum magellanici.

Apport bibliographique: Emeis (1970) a trouvé cette espèce en abondance dans un marais en régénération (tapis de sphaignes, *Eriophorum* et *Andromeda*), ainsi que une zone plus sèche à *Molinia coerulea*. Kroegeus (1939, in Emeis 1970) considère cette espèce comme caractéristique des hauts-marais acides.

9.5.29. *Rhamphomyia pilifer* (s.-g. *Pararhamphomyia*)

Nombre d'individus: 2 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin - début juillet

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: A préciser. Espèce au minimum tolérante. Il est possible que *R. pilifer* soit dans le Jura une espèce propre aux bas-marais acides.

Sur sol tourbeux.

Station et milieu: Praz Rodet: Caricetum fuscae.

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (1 individu).

Selon Emcis (1970), trouvée en forêt mixte.

9.S.30. *Rhamphomyia plumipes* (s.-g. *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 5 Période d'émergence: mai.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce très hygrophile, sans affinité particulière pour les tourbières acides. Peut-être faiblement tolérante. Il n'est pas exclu que cette espèce soit propre aux ceintures alcalines des tourbières non exploitées et qu'elle ait trouvé un milieu de substitution dans certains marais abaissés.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: zone d'influence du canal et Caricetum davallianae.

Praz Rodet: zone d'influence du canal (Em 3).

MR13Sud: marais abaissé (Em 15).

Apport bibliographique: Signalée au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) sur les rives d'un lac (zones de bas-marais). Ils la considèrent comme une espèce hygrophile.

9.S.31. *Rhamphomyia stigmosa* (s.-g. *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 12 Occurrences: 2 Période d'émergence: fin mai et juin.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce tolérante. Il est possible que *R. stigmosa* soit une espèce propre aux ceintures naturelles de bas-marais.

Sur sol riche en matière organique, tourbeux ou non.

Stations et milieux: La Burtignière: bas-marais alcalins, mégaphorbiées, zone d'influence du canal à *Carex paniculata*.

Praz Rodet: Caricetum fuscae.

MR13Sud: marais abaissé (Em 12).

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (19 individus).

Ringdahl (1957) signale plusieurs mâles en essaim à la surface des eaux sur de petits ruisseaux et de petites mares à Arosa.

Signalée au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) sur les rives d'un lac (zones de bas-marais).

9.5.32. *Rhamphomyia sulcata* (s.-g. *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 4 Période d'émergence: mai.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce étrangère à la tourbière.

Sur sol brun: lisière, pâturage abandonné et prairie de fauche.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus)

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National.

Selon Erneis (1970), *R. sulcata* est commune sur les *Salix* en fleurs, dans différentes forêts de feuillus y compris l'Aulnaie, les haies, les prairies et fossés humides. Meyer & Heydemann (1990) la signalent sur les bords de route, mais aussi dans un haut-marais et dans une forêt caducifoliée.

Signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) sur *Pinus uncinata*.

Emergence signalées par A. Ducommun (comm.pers) dans les pâturages sur sol brun de la région de Court (Jura).

Les larves de *R. sulcata* peuvent apparaître en nombre dans les champs fraîchement labourés (Smith, 1968, in Smith, 1989).

9.5.33. *Rhamphomyia trigemina* (s.-g. *Holoclera*)

Nombre d'individus: 23 Occurrences: 3 Période d'émergence: juillet.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce étrangère aux tourbières.

Sur sol brun.

Station et milieu: La Burtignière: pâturage (surtout refus)

Apport bibliographique: aucun

9.5.34. *Rhamphomyia umbripes* (s.-g. *Aclonempis*)

Nombre d'individus: 10 Occurrences: 6 Période d'émergence: mai.

Signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières.

Sur sol brun (pâturage, lisière) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage

Praz Rodet: pâturage

Le Cachm 16.4: prairie sur tourbe (bande fleurie)

V.MaixRochat 13Est: pâturage sur tourbe

Apport bibliographique: signalée par Volkart (1991) dans un haut-marais du canton de Lucerne (2 individus).

9.5.35. *Rhamphomyia unguiculata* (s.-g. *Pararhamphomyia*)

Nombre d'individus: 38 Occurrences: 6 Période d'émergence: deuxième quinzaine de juin à mi-juillet.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. L'Allemagne est le seul pays limitrophe cité.

Statut: Espèce liée aux tourbières (zones à sphaignes).

Sur sol tourbeux. Uniquement à la vallée de Joux.

Stations et milieux: La Burtignière: Caricetum fuscae et Pino-Sphagnetum.

Praz Rodet: Caricetum fuscae, Sphagno-Piceetum et Pino-Sphagnetum.

Apport bibliographique: Emeis (1970) a trouvé un couple dans un petit marais à sphaignes. Frey (référence non citée, in Emeis, 1970) la signale dans les régions boisées subboréales de la Laponie où elle est commune dans les marais.

9.5.36. *Rhamphomyia vesiculosa* (s.-g. *Rhamphomyia*)

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: deuxième quinzaine de mai.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Espèce à répartition nordique. Peut-être en Autriche et en Allemagne.

Statut: A préciser. Espèce peut-être liée aux transitions naturelles, mais sans affinité pour les zones acides.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: Em 15

Praz Rodet: Em 3

Apport bibliographique: aucun

9.6. Dolichopodidae

Le Catalogue of Palearctic Diptera consacré aux Dolichopodidae comporte malheureusement de nombreuses lacunes et même des erreurs. L'ouvrage ne fait pas l'unanimité parmi les spécialistes.

Les différentes informations bibliographiques que nous avons glanées sont essentiellement extraites des travaux de Pollet (Belgique, surtout la Flandre), de Meuffels (Pays-Bas), de Emeis (Allemagne, Schleswig-Holstein), de Parent (Faune de France) et de Vaillant et Brunhes (France, Auvergne). Les données que nous possédons sur les individus capturés au piège à émergences proviennent de documents non-publiés de Brunhes (France, Auvergne), de Tayoub & al. (1990, France: Nord) et d'un article de Wagner (1980, Allemagne). Ce dernier ne donne malheureusement aucune précision sur la nature exacte du milieu, on sait seulement qu'il a travaillé sur les rives et dans le ruisseau cinq années de suite.

Pour la Suisse, nous disposons du travail de Redard (1985) au Mont d'Amin (Canton de Neuchâtel), du travail de Keiser au Parc National (Canton des Grisons) et de celui de Ducommun sur le Plateau suisse, entre les lacs de Neuchâtel et Bière. Nous avons de plus déterminé le matériel de Mulhauser (1989), récolté au piège à émergences dans les landes de Martel-Dernier, à la tourbière du Bois-des-Lattes (Canton de Neuchâtel).

9.6.1. *Achalcus cinereus*

Nombre d'individus: 17 Occurrences: 4 Période d'émergence: mi-mai à fin-juin et fin août à octobre.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité pour les marais acides, mais intéressante sur le plan faunistique.

Sol brun et sol riche en matière organique (présence d'horizons histiques). *A. cinereus* semble apprécier les sols humides, mais oxygénés (fluctuations importantes de la nappe).

Station et milieux: La Burtignière: pâturage, Aconito-Filipenduleum et surtout zone d'influence du canal à *Carex paniculata*, sous onvert peu dense de *Betula pubescens*.

Apport bibliographique: Selon Pollet & al. (1988), *A. cinereus* est présent de l'Autriche à la

Suède, roais il est plutôt rare. En fait, il ne semble pas avoir d'habitat spécifique, bien qu'on le trouve principalement dans les forêts humides (Parent, 1938 et Pollet & al., 1988) et les marais. Il fréquente également les prairies humides (prairie à *Phalaris arundinacea*, Pollet & Decler, 1989) et les dunes. Lundbeck (1912) l'a trouvé au bord de l'eau parmi les roseaux.

Au Schleswig-Holstein (Meyer & Heydemann, 1990), *A. cinereus* est considéré comme une espèce hygrophile, caractéristique des bords humides de cours d'eau et les rives des lacs (zones de bas-marais).

A. cinereus est signalé dès l'arrière automne jusqu'au premier printemps et selon les régions, on le trouve même en hiver (Collart, 1953 in Pollet, & al., 1987). Un individu fraîchement éclos a été observé début septembre, ce qui suppose un développement larvaire estival (Pollet & al., 1992). Nos récoltes indiquent qu'il y a vraisemblablement eu reproduction à l'intérieur de nos pièges, puisque nous avons capturé les deux générations.

9.6.2. *Achalcus flavicollis*

Nombre d'individus: 13 Occurrences: 8 Période d'émergence: fin juin à fin août, surtout juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France. Signalé en Suisse par Pollet & al. (1989b).

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité pour les marais acides, mais intéressante sur le plan faunistique.

Sols riches en matière organique (présence d'horizons histiques), humides et oxygénés (hydromull).

Station et milieux: La Burtignière: Aconito-Filipenduletum, bas-marais à petits Carex, mégaphorbiée sous Saulaie, zone d'influence du canal à *Carex paniculata*, sous couvert peu dense de *Betula pubescens*.

Apport bibliographique: signalée par Brunhes (comm.pers.) en Auvergne, à la tourbière de Chambedaze, dans une magnocariçaie à *Carex rostrata*.

Au Schleswig-Holstein (Meyer & Heydemann, 1990), *A. flavicollis* est considéré comme une espèce hygrophile, caractéristique des bords humides de cours d'eau et les rives des lacs (zones de bas-marais). Elle y est cependant plus strictement liée que *A. cinereus*.

Selon Pollet & al. (1992b), *A. flavicollis* préfère des habitats plus ouverts que *A. cinereus*, tels prairies, roselières (fauchées ou non, Pollet & Decler, 1989), marais boisés, lisière de forêt et bords de rivière. La présence de petites poches d'eau entre les Carex semble très importante (Pollet, comm.pers.). *A. flavicollis* est actif durant l'été et le plus abondant en début juillet, alors qu'on ne voit plus *A. cinereus*, ce qui correspond à nos observations.

9.6.3. *Achalcus nigropunctatus* n.sp.

Nombre d'individus: 7 Occurrences: 4 Période d'émergence: fin juin à fin juillet.

Jusqu'à présent, on ne connaissait qu'un individu mâle provenant de France et un d'Allemagne (Pollet, comm.pers.)

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité pour les marais acides, mais très intéressante sur le plan faunistique.

Sols riches en matière organique (présence d'horizons histiques), humides et oxygénés (fluctuations importante de la nappe ou suintement).

Station et milieu: La Burtignière: Aconito-Filipenduletum, mégaphorbiée sous Saulaie, zone d'influence du canal à *Carex paniculata*, sous couvert peu dense de *Benula pubescens*.

Apport bibliographique: un individu dans un groupement à *Cladium mariscus*, dans un marais de plaine de l'Ain (Brunhes & Villepoux, 1988).

9.6.4. *Achalcus vaillanti*

Nombre d'individus: 45 Occurrences: 3 Période d'émergence: juillet à fin septembre.

Décrite pourtant en 1986 par Brunhes, cette espèce ne figure pas dans le Catalogue des Diptères paléarctiques (Soós & Papp, 1991). Pollet (comm.pers.) la considère comme une bonne espèce et ne met pas en doute la description de Brunhes.

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité pour les marais acides, mais intéressante sur le plan faunistique.

Sols très humides, voire détrempés.

Station et milieu: La Burtignière: zone d'influence du canal à *Carex paniculata*, sous couvert peu dense de *Benula pubescens*.

Praz Rodet: un individu sur le canal.

Apport bibliographique: signalé par Brunhes (1986) en Auvergne, à la tourbière de Chambadaze, dans une magnocariçaie à *Carex rostrata* et un marais de transition mésotrophe. Trouvé en roselière par Pollet (comm.pers.) en Belgique.

9.6.5. *Chrysotus gramineus*

Nombre d'individus: 357 Occurrences: 49 Période d'émergence: mi-juillet à mi-septembre, surtout août.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce très commune et tolérante. Trouve son optimum dans les prairies de fauche humides.

Sol brun (pâturages humides, prairie de fauche et lisière) et sol tourbeux ou riche en matière organique (présence d'horizons histiques).

Stations et milieux: Présent sur l'ensemble des six transects et sur sol brun. Les effectifs sont cependant bien moindres sur sol brun.

La Burtignière: essentiellement pâturage, un individu respectivement dans la mégaphorbiée (Em 4), le Caricetum davallinae (Em 15) et le Pino-Sphagnetum.

Praz Rodet: essentiellement pâturage, un individu dans le Sphagno-Piceetum.

Cachot 16.2: très abondant dans la prairie de fauche et au pied du mur. Quelques individus dans le marais abaissé.

Cachot 16.4: très abondant dans la prairie de fauche. Quelques individus dans la mégaphorbiée et sur le seuil de la tourbière (Em 10).

MR13Est: pâturage jusqu'à la barrière. Un individu sur la lande.

MR13Sud: abondant dans la prairie de fauche. Présent jusque dans la zone de contact avec le marais abaissé. Un individu dans Em 15.

Apport bibliographique: Espèce eurytope très abondante en Belgique, marquant cependant une préférence pour les milieux à strate herbacée bien développée (Pollet & Decler, 1989), en situation humide comme sèche.

C. gramineus est considéré comme espèce euryèce au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann, 1990.

C. gramineus est signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata* et sur le tronc.

Piégé à l'émergence en cultures ouvertes (maïs) sur le Plateau suisse, noté comme taxon accessoire par Ducommun (1989).

Wagner (1980) a capturé en abondance *C. gramineus* au piège à émergences sur les rives d'un ruisseau.

Signalé par Keiser (1947) au Parc National partout où l'humidité est bonne, surtout dans les pâturages.

9.6.6. *Chrysotus neglectus*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: août.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: A préciser. Espèce ne marquant apparemment pas d'affinité pour les marais acides.

Station et milieux: MR13Sud: prairie de fauche (Em 6).

Apport bibliographique: *C. neglectus* est considéré comme espèce euryèce au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann, 1990.

Signalé par Keiser (1947) au Parc National, *C. neglectus* marque une préférence pour les prairies de fauche.

Signalé par Ducommun sur le Plateau suisse. Piégé à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), noté comme taxon accidentel.

9.6.7. *Diaphorus nigricans*

Nombre d'individus: 14 Occurrences: 10 Période d'émergence: juillet à mi-août.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce marquant une affinité pour les tourbières et affectionnant les milieux secondaires plutôt secs et ouverts.

Sur sol tourbeux uniquement.

Stations et milieux: Le Cachot 16.2: marais abaissé et mur effondré. Un individu dans la prairie de fauche (Em 6).

MR13Est: un individu sur la lande.

Apport bibliographique: Pollet & De Bruyn (1987) donnent *D. nigricans* comme espèce caractéristique des bords de marais oligotrophes. Elle y trouve son optimum, ainsi que dans les landes à bruyères, bien que l'on puisse la rencontrer dans d'autres milieux (Pollet, 1991).

Emeis (1964) le signale dans un marais de transition et un marais envahi par la bruyère.

Recherches complémentaires: Présent dans les zones de tourbe nue à Martel-Dernier (émergences).

9.6.8. *Dolichopus annulipes*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin mai.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Cette espèce n'est connue, selon le Catalogue, que dans les pays scandinaves et au Danemark.

Statut: Espèce semblant marquer une nette affinité pour les marais acides.

Sur sol tourbeux non perturbé ou en phase de régénération avancée.

Stations et milieux: Praz Rodet: un individu dans le Caricetum fuscae.

Apport bibliographique: Signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata*.

Rampazzi (comm.pers.) la considère comme tyrphobionte au sud des Alpes (Tessin).

Recherches complémentaires: Présent dans une zone à tapis de sphaignes continu, recolonisée par *Pinus uncinata* et un marais abaissé à *Eriophorum vaginatum*, mousses et sphaignes (émergences).

9.6.9. *Dolichopus lepidus*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: fin juin à mi-juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Signalé par Ringdahl (1957) à Arosa (Grisons) et au Mont d'Amin (Neuchâtel) par Redard (1985). Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce marquant une affinité certaine pour les marais acides.

Sur sol tourbeux non perturbé uniquement.

Stations et milieux: Praz Rodet: Caricetum fuscae

Cachot 16.2: Sphagnetum magellanici.

Apport bibliographique: Signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata*.

Capturé au piège à émergences dans le Canton de Neuchâtel, au Mont d'Amin (1300m), dans des mares eutrophes, de pH neutre ou très faiblement acide, situées au fond de dollines (Redard, 1985). *D. lepidus* y est signalé comme rare. Dans le même milieu se reproduit d'ailleurs *Leucorrhinia dubia* (Odonata), qui est une espèce normalement considérée comme tyrphobionte dans le Jura (exuvies, trouvées par G.Blandenier en 1995 et déterminées par moi-même).

Selon Emeis (1964), *D. lepidus* se rencontre presque exclusivement dans les marais.

Toujours au Schleswig-Holstein, *D. lepidus* est signalé dans un haut-marais par Meyer & Heydemann (1990) qui se contentent de le noter comme hygrophile.

Émergences au bord d'un étang et dans une Aulnaie à sphaignes (Tayoub & al. 1990).

Pollet (1991) considère *D. lepidus* comme espèce sténotope des landes à bruyères humides et des marais oligotrophes, tout comme *D. tanythrix* et *Rhaphium longicorne*.

9.6.10. *Dolichopus longitarsis*

Nombre d'individus: 3 Occurrences: 2 Période d'émergence: mi-juin à fin juillet.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: A préciser. Espèce apparemment tolérante.

Sol tourbeux ou riche en matière organique (présence d'horizons histiques).

Stations et milieux: La Burtignière: zone d'influence du canal à *Carex paniculata*.

MR13Est: lande

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National, dans les marais et près des sources.

Emeis (1964) considère cette espèce comme sciaphile et hygrophile (forêt et marais de transition densément boisé).

Signalé dans un marais de plaine dans un groupement à *Cladium mariscus* et dans une Caricaie eutrophe à hautes herbes (Brunhes & Villepoux, 1988).

9.6.11. *Dolichopus nigricornis* (= *D. discifer*)

Nombre d'individus: 52 Occurrences: 29 Période d'émergence: juin à mi-août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Le statut de *D. nigricornis* est difficile à interpréter. Il s'agit vraisemblablement dans le Jura d'une espèce liée à la présence des tourbières, mais il n'est pas très exigeant quant à la qualité du milieu.

Son écologie semble quelque peu différente dans le nord de son aire de répartition où il apparaît comme forestier. Nous le trouvons aussi bien en milieux ouverts que boisés.

Uniquement sur sol tourbeux ou riche en matière organique (présence d'horizons histiques). Sols neutres et acides.

Stations et milieux: Présent sur l'ensemble des transects.

La Burtignière: zone d'influence du canal et pessière de ceinture.

Praz Rodet: pessière de ceinture et pinède.

Cachot 16.2: Prairie de fauche, marais abaissé, mur effondré, surtout pied du mur et pinède sèche et humide du centre du marais.

Cachot 16.4: Prairie de fauche (Trollio-Cirsietum) et mégaphorbiée.

MR13Est: un individu sur la lande

MR13Sud: zone de contact humide entre prairie de fauche et marais abaissé, marais abaissé et lande.

Apport bibliographique: Signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata*.

Signalé en Auvergne par Brunhes (non publié) à la tourbière de Chambédaze, dans un haut-marais acide (piège à émergences).

Capturé en bordure de tourbière au filet fauchoir (Vaillant & Brunhes, 1980).

Selon Emeis (1964), *D. nigricornis* apprécie l'ombre et l'humidité. Il l'a capturé au filet dans les milieux très divers (forêt, marais, landes à bruyères).

Toujours au Schleswig-Holstein, *D. nigricornis* est signalé dans différents milieux forestiers et dans les haut-marais par Meyer & Heydemann (1990) qui le considèrent comme une espèce plutôt xérophile, mais liée aux marais. Le choix du terme "xérophile" ne nous semble pas correct. Dans le cadre de l'article, il permet seulement de séparer les espèces qui ne fréquentent pas des milieux très humides de celles à hygrophilie très marquée.

Selon Pollet & al., (1987), *D. nigricornis* est en Flandre une espèce forestière. Il a également été capturé aux pièges colorés dans des forêts acides (Aulnaie à sphaignes, Chênaie-Bétulaie et bord d'étang) dans le Nord (Tayoub & al., 1990).

Wagner (1980) a capturé *D. nigricornis* au piège à émergences sur les rives d'un ruisseau. Effectifs variant de 0 à plus de 200 individus selon les années (5 ans de piégeage). Cet auteur ne précise malheureusement pas l'importance de la surface inventoriée, ni la taille, ni le nombre de pièges utilisés.

Recherches complémentaires: Présent en bordure de drain sur une lande de la tourbière de la Chaux-des-Breuleux (capture au filet).

Au Cachot 16.2, nous avons trouvé deux imagos sur des tapis de sphaignes, un dans un lande humide en régénération et un en lisière d'une forêt secondaire de *Pinus uncinata*.

Dans les Vosges, nous avons capturé des imagos dans une pessière de ceinture, sur une lande à *Vaccinium uliginosum* (tourbière de Lispach) et sur un drain latérale à faible écoulement en bordure d'une zone à *Molinia coerulea* (tourbière du Machais).

9.6.12. *Dolichopus pennatus*

Nombre d'individus: 4 Occurrences: 3 Période d'émergence: mi-juin à fin juillet

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Signalé à Arosa (Grisons) par Ringdahl (1957) et par Keiser (1947). Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières acides, appréciant les sols marécageux.

Sol à horizons histiques développés ou tourbe

Stations et milieux: La Burtignière: zone d'influence du canal.

MR13Est: creux à la limite entre pâturage et marais abaissé (zone d'écoulement temporaire).

MR13Sud: prairie de fauche

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National, dans deux zones marécageuses (2 individus seulement).

Redard (1985) l'a capturé au filet fauchoir sur deux mares du Mont d'Amin (Suisse, canton de Neuchâtel), à 1300m d'altitude. L'espèce y est rare et considérée comme accidentelle.

Brunel & al. (1990) ont capturé des imagoes en abondance au piège jaune au bord d'un ruisseau de la vallée de la Somme (France) et considèrent *D. pennatus* comme une espèce d'eau courante bien oxygénée.

Emeis (1964) le dit très lié aux sols marécageux riches en humus. Il est hôte caractéristique des Aulnaies, prairies à *Juncus* sp., bord de ruisseaux, marais, zones humides en forêt.

Pollet (1992) considère *D. pennatus* comme une espèce forestière. Elle apprécie l'humidité et l'ombre (Pollet & Grootaert, 1987).

9.6.13. *Dolichopus picipes*

Nombre d'individus: 12 Occurrences: 4 Période d'émergence: mi-juin à mi-juillet.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France, bien qu'elle ne soit pas notée (signalé par Parent, 1938).

Statut: A préciser. Dans le Jura, *D. picipes* est peut-être propre aux ceintures de bas-marais alcalins. Il se peut cependant qu'il ne s'agisse que d'une espèce de zones humides.

Sol tourbeux et sol à horizons histiques développés.

Stations et milieux: La Burtignière: Caricetum davallianae et zone d'influence du canal.

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National, dans un unique marais à 1650m d'altitude.

Signalé en Auvergne par Brunhes (non. publié), à la tourbière de Chambedaze, dans un marais de transition mésotrophe.

Emeis (1964) le mentionne de forêts caducifoliées (Aulnaie, Chênaie à Charmes) et de tourbières (replat de sphaignes) du Schleswig-Holstein.

Pollet & al. (1989b) ont trouvé *D. picipes* dans des prairies marécageuses bordant des forêts humides et au bord d'un ruisseau. Cette espèce est signalée dans le même type de stations par Meyer & Heydemann au Schleswig-Holstein (1990).

Wagner (1980) a capturé au piège à émergences un seul individu sur les rives d'un ruisseau.

9.6.14. *Dolichopus planitarsis*

Nombre d'individus: 17 Occurrences: 9 Période d'émergence: mi-mai à fin

juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce sans affinité particulière pour les tourbières acides. Apprécie les zones marécageuses.

Sol tourbeux et à horizons histiques développés.

Stations et milieux: La Burtignière: mégaphorbiée, mais surtout *Caricetum davallianae* et zone d'influence du canal.

MR13Est: pâturage gras (Em 5).

Apport bibliographique: Signalé en Auvergne par Brunhes (non publié), à la tourbière de Chambédaze, dans une magnocariçaie à *Carex rostrata*.

Emels (1964) n'a capturé que deux individus (Chênaie à Charmes et Cariçaie).

Signalé dans un marais de plaine alcalin (Brunhes & Villepoux, 1988) dans une Cladiaie et dans une Phragmitaie à *Carex* et à Aulnes.

Recherches complémentaires: Nous avons capturé un individu au filet fauchoir dans une forêt secondaire claire à *Pinus uncinata* du Cachot 16.2.

9.6.15. *Dolichopus plumipes*

Nombre d'individus: 91 Occurrences: 27 Période d'émergence: juin à mi septembre.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans toute l'Europe et en Amérique du Nord.

Statut: Espèce sans affinité pour les tourbières acides.

Sur sol brun (prairie de fauche, lisière) et sol tourbeux ou riche en matière organique. *D. plumipes* est particulièrement abondant dans les prairies de fauche humides.

Stations et milieux: La Burtignière: mégaphorbiée (*Aconito-Filipenduletum*).

Cachot 16.2: prairie de fauche. Nous avons capturé au filet fauchoir plusieurs imagos sur les landes et dans les forêts secondaires claires à *Pinus uncinata* plutôt sèches.

Cachot 16.4: prairie de fauche et mégaphorbiée, lisière (Em 12) et pinède (Em 14).

MR13Est: pâturage sur tourbe (2 individus).

MR13Sud: prairie de fauche (abondant).

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National dans les marais et les pâturages humides (abondant). Il n'est cependant pas strictement lié à ce type de biotope. Keiser l'a également capturé dans les prairies de fauche.

Signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985).

Signalé comme abondant (émergences) dans les rives des mares du Mont d'Amin (Redard, 1985).

Signalé par Ducommun sur le Plateau suisse. Piégé à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), noté comme accidentel.

Wagner (1980) a capturé *D. plumipes* au piège à émergences sur les rives d'un ruisseau. Effectifs très variables selon les années (de 0 à 150 individus).

Tayoub & al. (1990) signalent des émergences dans une Aulnaie à sphaignes et des imagos sur le même site et dans une Chênaie à Bouleau tout proche.

Pollet & al. (1988) considèrent les habitats oligotrophes comme peu favorables à *D. plumipes*. L'espèce est très commune en Belgique, marquant cependant une préférence pour les habitats ouverts (Pollet & al., 1989b). Le caractère eurytope de cette espèce est maintes fois souligné par Pollet et Meuffels. Elle est également donnée comme très commune au Schleswig-Holstein (Emeis, 1964) et euryèce (Meyer & Heydemann, 1990).

9.6.16. *Dolichopus popularis*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin - juillet.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce apparemment sans affinité pour les tourbières acides.

Sol riche en matière organique (horizons histiques développés)

Stations et milieux: La Burtignière: Mégaphorbiée

Le Cachot 16.4: Mégaphorbiée

Apport bibliographique: Pollet (1992) considère *D. popularis* comme un espèce avant tout forestière. Elle fréquente des habitats relativement oligotrophes comme mésotrophes (Pollet, comm.pers.).

Tayoub & al. (1990) signalent des émergences au bord d'un étang, dans une Aulnaie à sphaignes, et des imagos également en Chênaie à Bouleau.

Selon Emeis (1964), l'espèce est abondante sur les emplacements humides que l'on trouve dans les Chênales à Charmes. Elle fréquente également les marais de transition embuissonnés.

Meyer & Heydemann (1990) soulignent l'hygrophilie de cette espèce.

Wagner (1980) a capturé au piège à émergences quelques rares individus sur les rives d'un ruisseau.

9.6.17. *Dolichopus rupestris*

Nombre d'individus: 47 Occurrences: 9 Période d'émergence: fin juin à fin août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce des landes de tourbières. Dans le Jura, vraisemblablement confinée à ce type de milieu. Nous avons capturé des imagos au filet fauchoir dans une forêt claire de *Pinus uncinata* se développant sur une lande plutôt sèche à *Vaccini: m uliginosum*.

Sol tourbeux.

Stations et milieux: Cachot 16.2: mur effondré.

Cachot 16.4: prairie de fauche (l'individu).

MR13Est: lande.

MR13Sud: landes, surtout la lande haute.

Apport bibliographique: Espèce montagnarde et nordique. Egalement présente en Amérique du Nord et en Alaska.

Emeis (1964) le signale dans les landes sèches et humides du Schleswig-Holstein.

Recherches complémentaires: Abondant dans les zones de tourbe nue à Martel-Dernier (émergences).

D.rupestris est signalé au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) dans un haut-marais. Ils considèrent que cette espèce apprécie la proximité d'eau stagnante.

9.6.18. *Dolichopus tanythrix*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: juillet.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes. Signalé en France par Parent, nous l'avons trouvé en abondance dans plusieurs tourbières des Vosges.

Statut: Espèce caractéristique des tourbières acides. L'espèce est vraisemblablement plus présente que ne le suggèrent nos récoltes. Nous n'avons pas inventorié les milieux les plus favorables.

Sol tourbeux.

Station et milieux: MR13Sud: lande (Em 20).

Apport bibliographique: Pollet & al., (1987) signalent en Flandre *D. tanythrix* comme espèce sténotope des landes à bruyère et des marais oligotrophes (Pollet & al., 1989a et Pollet, 1991). Parent (1938) le dit sporadique, mais abondant dans ses habitats.

Emeis (1964) le signale dans un haut-marais, mais aussi dans une forêt de feuillus. Il considère l'espèce comme rare.

Recherches complémentaires: Dans les Vosges (Tourbière du Machais), nous l'avons capturé en

abondance au filet fauchoir sur des gouilles à *Scheuchzeria palustris* et sur des zones à *Carex limosa* et *Carex rostrata* où la tourbe nue est largement apparente et où l'eau s'écoule faiblement.

9.6.19. *Dolichopus trivialis*

Nombre d'individus: 24 Occurrences: 14 Période d'émergence: mi-juillet à fin août.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité particulière pour les tourbières. Faiblement tolérante. Selon nos récoltes, elle fréquente essentiellement des habitats ouverts et les lisières.

Sur sol brun (pâturage, lisière à *C. aureum*) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage

Cachot 16.2: Prairie de fauche et pied du mur

Cachot 16.4: prairie de fauche et mégaphorbiée.

MR13Est: pâturage

MR13Sud: marais abaissé (Em 13).

Apport bibliographique: Selon Pollet & al. (1989b), *D. trivialis* occupe principalement des habitats boisés plutôt secs.

Wagner (1980) a capturé au piège à émergences quelques rares individus sur les rives d'un ruisseau.

9.6.20. *Dolichopus unguatus*

Nombre d'individus: 11 Occurrences: 10 Période d'émergence: fin juin à fin août.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce ne marquant pas d'affinité pour les tourbières. Si les larves de développent dans les prairies avoisinantes, les adultes fréquentent régulièrement la tourbière (observations personnelles). Dans le Jura, c'est une espèce de milieux prairiaux à forte productivité végétale.

D. unguatus constitue un des exemples d'espèces fréquentant des milieux différents selon la zone de son aire de répartition (forestière dans le nord de l'Europe et de milieux ouverts dans le Jura).

Sur sol brun (pâturage, prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage.

Cachot 16.2: Prairie de fauche

Cachot 16.4: Prairie de fauche et mégaphorbiée

MR13Est: pâturage.

MR13Sud: Prairie de fauche

Apport bibliographique: signalé au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata*.

Présent dans les rives des mares du Mont d'Amin (Jura neuchâtelais), largement répandu (Redard, 1985).

Signalé par Ducommun (1988) sur le Plateau suisse. Piégé à l'émergence en cultures ouvertes (maïs), noté comme accidentel.

Signalé par Keiser (1947) au Parc National, où l'espèce marque une préférence pour les prairies de fauche à hautes herbes. Elle fréquente également les pâturages et les prés humides. Son abondance chute dans les régions boisées et l'on peut observer aussi quelques individus sur les pierres des ruisseaux et volant au-dessus de l'eau.

Signalé en Auvergne par Brunhes (non publié), à la tourbière de Chambedaze, dans une magnocariçaie à *Carex rostrata*. Capturé au filet en abondance sur une tourbière acide (Vaillant & Brunhes, 1980).

Tayoub & al. (1990) signalent des imagos sur l'ensemble de leurs sites (France, Nord), au bord de l'étang et en forêt.

Au Schleswig-Holstein (Emeis, 1964), c'est au contraire une espèce affectionnant les zones boisées, mais que l'on trouve également dans les marais et les landes. C'est l'espèce la plus commune avec *D. plumipes*. Meyer & Heydemann (1990) la signalent toujours comme euryèce. Wagner (1980) a capturé au piège à émergences quelques rares individus sur les rives d'un ruisseau.

L'espèce est très commune en Belgique et préfère également les zones boisées humides (Pollet, 1992), particulièrement lorsque la végétation herbacée est bien développée (Pollet & Grootaert, 1987). Le caractère eurytope de cette espèce est maintes fois souligné par Pollet, mais il considère les habitats oligotrophes comme peu favorables à *D. unguatus* (cf. Pollet & al., 1988). Dans de nombreuses régions d'Europe, c'est l'espèce la plus commune de la famille (Pollet & al., 1989b).

9.6.21. *Dolichopus urbanus*

Nombre d'individus: 61 Occurrences: 19 Période d'émergence: juin - juillet

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce tolérante, appréciant une forte humidité (zones à battements de nappe importants, écoulement, suintement) et trouvant son optimum dans des zones à forte productivité végétale.

Sol brun et sol à horizons histiques développés et sol tourbeux

Stations et milieux: La Burtignière: refus de pâturage, mégaphorbiée (*Aconito-Filipenduletum*), mégaphorbiée sous Saulaie et zone d'influence du canal.

MR13Est: pâturage gras et surtout marais abaissé.

MR13Sud: prairie de fauche et marais abaissé (Em 11).

Apport bibliographique: 2 individus signalés par Keiser (1947) au Parc National dans les zones très humides et ombragées, à végétation herbacée dynamique.

Pollet & al., (1989b) citent *D. urbanus* comme très commun dans le nord de l'Europe et très abondant dans les Hautes-Fagnes en Belgique. Il fréquente également les forêts humides et les prairies à *Filipendula ulmaria*, souvent en compagnie de *D. picipes*. On le rencontre également en tourbière.

Signalé au Schleswig-Holstein par Meyer & Heydemann (1990) sur les rives d'un lac (zones de bas-marais), mais aussi dans un haut-marais.

9.6.22. *Dolichopus vitripennis*

Nombre d'individus: 167 Occurrences: 20 Période d'émergence: mi-juin à début août.
Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce marquant une affinité certaine pour les tourbières, ou au moins tolérante. Elle semble cependant absente des zones centrales et préfère des milieux secondaires peu acides et pas trop humides. *D. vitripennis* est une des espèces-clés dans notre problématique. Sa présence pourrait indiquer une survivance de la faune caractéristique des bas-marais acides du *Caricetum fuscae* dans les zones agricoles dont l'exploitation est modérée. Mais il se peut qu'il s'agisse simplement d'une espèce de zones humides, mais non détrempées. Il serait très intéressant de savoir si cette espèce est également présente dans les marais du Plateau, notamment sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Toutes les données comparatives que nous possédons proviennent de pays ou de régions reposant sur substrat siliceux (roche-mère acide).

Uniquement sur sol tourbeux.

Stations et milieux: Praz Rodet: *Caricetum fuscae* (1 individu).

Cachot 16.2: prairie de fauche zone de moindre productivité, bande à *Luzula multiflora* (moins) et marais abaissé.

MR13Sud: prairie de fauche et limite entre prairie et marais abaissé.

Apport bibliographique: 1 seul individu signalé par Keiser (1947) au Parc National (végétation palustre).

D'Assis Fonseca (1978) note *D. vitripennis* comme espèce commune des marais d'Ecosse, d'Angleterre et d'Irlande.

Parent (1938) le signale dans les Pyrénées, la Savoie, la Bretagne, Cotentin et la Haute-Saône. Selon Emeis (1964), *D. vitripennis* est caractéristique des hauts-marais tourbeux ouverts et des landes à *Erica*, envahies par *Molinia*. Cela est confirmé par Pollet & al. (1989a), qui considèrent l'espèce comme caractéristique des landes à *Erica* et des marais oligotrophes en Flandre. Pollet (1991) la signale encore en bordure de marais oligotrophes, sur sol sableux.

Recherches complémentaires: Abondant dans les zones de tourbe nue ou colonisées par *Trichophorum caespitosum* à Martel-Dernier (émergences).

9.6.23. *Hercostomus aerosus*

Nombre d'individus: 74 Occurrences: 38 Période d'émergence: juin à début août.
Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Commun dans toute l'Europe.

Statut: Espèce faiblement tolérante, aimant l'humidité, mais pas les zones détrempées. Les imagos fréquentent la tourbière. Au Cachot 16.2, nous en avons capturé au filet fauchoir dans les forêts secondaires claires à *Pinus uncinata* se développant sur une lande plutôt sèche à *Vaccinium uliginosum*.

Nous ne l'avons que peu trouvé en forêt (3 individus) et pas du tout dans les landes.

Sol brun (pâturages humides) et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: Pâturage (refus), Caricetum davallianae.

Praz Rodet: pâturage et pessière.

Cachot 16.2: prairie de fauche, bande à *Luzule* et marais abaissé

Cachot 16.4: prairie de fauche (1 individu).

MR13Est: pâturage et surtout creux près de la barrière (Em 9), marais abaissé.

MR13Sud: Prairie de fauche et bande entre prairie de fauche et marais abaissé.

Apport bibliographique: 1 seul individu signalé par Keiser (1947) au Parc National sur une lisière humide à végétation dense.

Signalé en Auvergne par Brunhes (comm.pers.), à la tourbière de Chambedaze, dans la mégaphorbiée de ceinture (Aulnaie).

Emeis (1964) considère *H. aerosus* comme une espèce forestière (forêts de feuillus, surtout Aulnaies, et forêts de conifères). Meyer & Heydemann (1990) confirment ses dires et note également la présence d'*H. aerosus* dans les hauts-marais. Il n'apprécie cependant pas les sols détrempés.

Tayoub & al. (1990) signalent des imagos au bord d'un étang et en forêt (émergences dans un faciès à ronces d'une Chênaie à Bouleau).

Pollet & al. (1988) ont capturé en abondance *H. aerosus* au filet dans des tourbières et des landes

à bruyères en Belgique. L'espèce est abondante dans les forêts humides et claires (Pollet & Grootaert, 1987). Elle évite les sols calcaires et est très commune sur les sols sableux acides (Pollet, 1991). Dans les pays du BENELUX, l'espèce est considérée comme eurytope, même si landes à bruyères et forêts constituent ses habitats de prédilection (Pollet & al., 1992a).

Wagner (1980) a capturé au piège à émergences quelques rares individus sur les rives d'un ruisseau.

Selon Pollet (1990), c'est une espèce estivale, plus tardive que *H. cupreus*.

9.6.24. Hercostomus cupreus

Nombre d'individus: 31 Occurrences: 14 Période d'émergence: juin- juillet.

Noo signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce tolérante, apparemment moins hygrophile que *H. aerosus*.

Uniquement sur sol tourbeux.

Stations et milieux: Cachot 16.2: prairie de fauche à moindre productivité, bande à *Luzula multiflora* (surtout), Em 9, pied de mur et mur effondré.

Cachot 16.4: Em S et seuil (Em 12)

MR13Est: lande

MR13Sud: lande

Apport bibliographique: Selon Pollet & al., (1989b), *H. cupreus* occupe principalement des habitats boisés. Elle fréquente les forêts caducifoliées claires (Pollet & al. 1989a), mais aussi celles de conifères et landes à bruyères boisées (Pollet & al., 1992a).

Selon Emeis (1964), *H. cupreus* fréquente différents types de forêts, les lisières, les prairies et les marais. Il aime davantage l'ensoleillement que *H. aerosus*.

Meyer & Heydemann (1990) considèrent *H. cupreus* comme une espèce forestière hygrophile.

Wagner (1980) a piégé à l'émergence *H. cupreus* en abondance au bord d'un ruisseau.

Tayoub & al. (1990) signalent *H. cupreus* dans les mêmes milieux que *H. aerosus*.

Pollet (1990) considère *H. cupreus* comme une espèce printanière.

9.6.25. Medetera jacula

Nombre d'individus: 494 Occurrences: 44 Période d'émergence: oui-juillet à octobre.

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présente dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce ubiquiste et très tolérante. *Medetera jacula* est abondante dans des ouïeux très différents. C'est le Dolichopodidae que nous avons le plus fréquemment capturé. Il faut relever le fait que, si l'espèce émerge en abondance dans les prairies, beaucoup d'adultes vont chasser en

forêt.

Sur sol brun (prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieux: Praz Rodet: Pino-Sphagnetum (2 individus)

Cachot 16.2: Prairie de fauche, Em 9, puis on assiste à une chute des effectifs. Elle est à nouveau abondante dans le mur effondré et dans la pinède sèche et colonise même le Sphagnetum magellanicum.

Cachot 16.4: prairie de fauche, mégaphorbiée, seuil et pinède secondaire.

MR13Est: Em 5, remblai, marais abaissé et lande.

MR13Sud: prairie de fauche, marais abaissé (Em 11) et landes.

Apport bibliographique: signalée par Keiser (1947) au Parc National sur les pierres et les murs ensoleillés des maisons et les feuilles des buissons.

Signalée au Cachot 16.2 par Basset (1985) dans la couronne de *Pinus uncinata* et sur le tronc.

C'est l'espèce de *Medetera* la plus commune au Schleswig-Holstein (Emeis, 1964). Elle est fréquente sur les troncs d'arbres, mais rare dans la végétation. Meyer & Heydemann (1990) la signalent comme très abondante dans les gravières.

Pollet & al., (1987) la signalent comme commune en Flandre, sur les troncs d'arbres (*Populus* sp., *Quercus* sp.).

Recherches complémentaires: Présente dans les zones de tourbe nue à Martel-Dernier (émergences).

9.6.26. *Medetera truncorum*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin - juillet

Non signalée en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: A préciser. Espèce ubiquiste et tolérante.

Sur sol brun (prairie de fauche) et sol tourbeux.

Stations et milieux: Praz Rodet: Caricetum fuscae et Pino-Sphagnetum.

Apport bibliographique: Pollet & al., (1987) la qualifient de commune en Flandre, sur les troncs d'arbres (*Populus* sp., *Quercus* sp.).

Emeis (1964) la signale sur le vieux murs, les troncs et les herbes sèches sur le bord des chemins. Meyer & Heydemann (1990) la signalent comme très abondante dans les gravières.

Remarque concernant le genre *Medetera*: Plusieurs femelles faisant partie du complexe *M. jacula*, *petrophiloides*, *truncorum*, *dendrobaena* et *saxatilis* n'ont pu être déterminées avec

certitude. Elles ne figurent donc pas dans ce travail.

9.6.27. *Rhaphium longicorne*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes. Signalé en France par Parent (1938), nous l'avons trouvé dans les tourbières des Vosges.

Statut: Espèce marquant une forte affinité pour les tourbières.

Uniquement sur sol tourbeux.

Stations et milieux: Cachot 16.2: Sphagnetum magellanici et Pino-Sphagnetum humide. Nous l'avons capturé en abondance au filet fauchoir sur une lande humide en pleine régénération (tapis de sphaignes et polytrics, avec *Betula nana*)

Apport bibliographique: signalé par Brunhes (comm.pers.) en Auvergne, à la tourbière de Chambedaze, dans une magnocariçaie à *Carex rostrata*. L'espèce est d'ailleurs fréquente dans les tourbières du Massif Central.

Signalé dans un haut-marais au Schleswig-Holstein par Meyer et Heydemann (1990). L'espèce n'affectionne pas les zones détrempées.

Pollet (1991) considère *Rhaphium longicorne* comme espèce sténotope des marais oligotrophes, tout comme *D. tanythrix* et *D. lepidus*.

9.6.28. *Rhaphium monotrichum*

Nombre d'individus: 2 Occurrences: 2 Période d'émergence: juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes. Signalé par Parent dans les Alpes françaises.

Statut: A préciser. Apparemment sans lien à la tourbière. Espèce plutôt montagnarde ?

Sol à horizons histiques développés.

Stations et milieux: Praz Rodet: canal (Em 3 et 4). Zones détrempées.

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National.

Marais eutrophes selon Pollet (comm.pers.).

Au Schleswig-Holstein (Meyer & Heydemann, 1990), *R. monotrichum* fréquente les rives des cours d'eau.

Un exemplaire au bord d'un lac de tourbière (Vaillant & Brunhes, 1980).

9.6.29. *Sympicnus aeneicoxa*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: fin juin.

Signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: A préciser. Apparement sans lien à la tourbière. Espèce montagnarde ?

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: MR13Sud: prairie de fauche

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National dans l'herbe, entre 1300 et 1800m.

Pollet & al., (1989b) signalent *S. aeneicoxa* dans des prairies marécageuses. En Belgique, c'est une espèce montagnarde. Emeis (1964) la cite dans des roselières colonisées par les Aulnes et des prairies à *Juncus* sp.. C'est une espèce hygrophile qui supporte bien les habitats salés (Meyer & Heydemann, 1990).

9.6.30. *Sympicnus desoutteri*

Nombre d'individus: 1 Occurrence: 1 Période d'émergence: mi-juillet.

Cette espèce ne figure pas dans le Catalogue. Il s'agit manifestement d'un oubli. Elle a été décrite en 1925 par Parent qui la signale dans le nord de la France et en Angleterre. D'Assis Fonseca (1978) la dit très commune sur l'ensemble des Iles britanniques.

Statut: A préciser. Apparement sans lien à la tourbière.

Sur sol tourbeux.

Stations et milieux: MR13Sud: prairie de fauche (Em 4)

Apport bibliographique: Emeis (1964) le considère comme eurytope, tout comme Pollet (comm.pers.) et Meyer & Heydemann (1990).

9.6.31. *Sympicnus pulicarius* (= *S. annulipes*, Meigen, 1824)

Nombre d'individus: 7 Occurrences: 7 Période d'émergence: juillet à mi-août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes, dont la France.

Statut: Espèce sans lien à la tourbière.

Sur sol brun et sol tourbeux.

Stations et milieux: La Burtignière: pâturage (refus).

Cachot 16.2: prairie de fauche (Em 6).

Cachot 16.4: prairie de fauche et mégaphorbiée.

Apport bibliographique: signalé par Keiser (1947) au Parc National surtout dans les prairies de fauches et les pâturages.

Parent (1938) le dit surtout abondant en plaine et Emeis (1964) le considère comme eurytope.

Pollet & al. (1988) considèrent les habitats oligotrophes comme peu favorables à *S. pulicarius*.

C'est par ailleurs une espèce très commune en Belgique.

9.6.32. *Sympicenus spiculatus*

Nombre d'individus: 14

Occurrences: 5

Période d'émergence: mi-juillet à fin

août.

Non signalé en Suisse dans le Cat.Pal.Dipt. Présent dans les pays limitrophes (Autriche, Italie).

Parent (1938) le signale dans les Hautes-Pyrénées.

Statut: A préciser. Apparemment sans lien à la tourbière. Espèce de milieux humides.

Sur sol à horizons histiques développés et sur tourbe calcique.

Stations et milieux: La Burtignière: Aconito-Filipenduletum, Caricetum davallianae et zone d'influence du canal.

Apport bibliographique: Deux mentions pour la Belgique (Pollet, comm.pers.). Peu commune sur les Îles Britanniques (d'Assis Fonseca, 1978).

10. Conclusions - Empidoidea - généralités

Ce qui nous a frappé d'emblée, c'est la différence de sensibilité, et par conséquent d'information apportée par les différentes familles. Les Dolichopodidae fournissent le plus d'espèces vraiment caractéristiques de tourbière, que ce soit de milieux primaires ou de landes résultant de l'exploitation. Le gradient milieu ouvert - milieu forestier ne les touche que peu. Ils sont par contre très révélateurs du gradient milieu agricole - tourbière. En cela, ils constituent un matériel bioindicateur plus facile à appréhender que les autres Empidoidea. En effet, les Hybotidae et les Empididae réagissent très fortement au gradient milieu ouvert - milieu boisé, ce qui masque souvent la nature réelle du lien qui unit une espèce aux marais acides. Sans piègeages complémentaires, nous nous serions complètement fourvoyée, d'autant plus que la documentation sur l'écologie des espèces est nettement moins étoffée que celle sur les Dolichopodidae.

Nous avons plusieurs fois constaté une différence de comportement chez certaines espèces dans le nord de leur aire de répartition avec ce que nous avons observé. *Phyllodromia melanocephala*

et *Hilara litorea*, espèces considérées comme forestières dans le nord, colonisent largement les milieux ouverts sur nos lieux d'étude. Il peut y avoir deux raisons à cela: soit les imagos, sur lesquels portent généralement les études, s'éloignent de leur lieu de ponte et fréquentent d'autres milieux pendant leur période de maturation sexuelle, leurs activité de chasse ou de cour, soit il y a effectivement déplacement de l'optimum écologique des espèces. De plus, ces deux facteurs ne sont pas inconciliables.

Une étude sur les adultes constitueraient un travail passionnant compte tenu des informations que nous possédons déjà sur les lieux d'émergence.

Sur la base de nos différentes informations, nous avons classé les différentes espèces d'Empidoidea en fonction de leur degré d'affinité aux tourbières acides. Nous avons construit trois tableaux, un par famille. Les Atelestidae et les Microphoridae, représentés chacun par un unique taxon, figurent dans le même tableau que les Hybotidae.

Nous avons capturé une majorité d'espèces sans affinité marquée pour les tourbières, qui regroupent des espèces étrangères, faiblement tolérantes et tolérantes.

10.1. Conclusions - Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae

10.1.1. Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes

Dans le tableau 7.7., nous avons classé les espèces d'Hybotidae, ainsi que *Atelestus pulicarius* et *Microphor holocericeus* en fonction de leur degré d'affinité au milieu tourbeux acides.

<u>Affinité stricte aux tourbières:</u> 1) Optimum dans le Caricetum fuscae. 2) Les marais abaissés constituent un milieu de substitution au Caricetum fuscae.	<i>Platypalpus boreoalpinus</i> <i>Platypalpus lyrifer n. sp.</i>
<u>Forte affinité:</u> Espèces acidophiles uniquement en tourbière dans le Jura. 1) forêts humides, primaires ou secondaires 2) milieux ouverts plutôt secs et surtout secondaires (pinède primaire sèche, marais abaissés, landes)	<i>Hybos grossipes</i> <i>Euthyneura myrtilli</i>
<u>Espèces marquant une affinité certaine pour les tourbières, mais non exclusives.</u> 1) Forestières acidophiles: 2) Optimum dans les marais abaissés. Présence en forêt et sur les landes:	<i>Bicellaria austriaca</i> <i>Trichinomyia flavipes</i> <i>Trichina clavipes</i>
Espèces marquant une affinité pour les tourbières, mais dont le statut n'est pas clair. Elles sont <u>au minimum tolérantes.</u>	<i>Euthyneura gyllenhali</i> <i>Platypalpus pectoralis</i> <i>Drapetis exilis</i>

Tableau 7.7. Degré d'affinité aux tourbières des différents Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae capturés.

Tolérantes: Espèces ubiquistes, faisant partie de la faune régionale, également présentes sur sol brun. 1) Espèces forestières: 2) Espèces de milieux ouverts ou clairiérés: 3) Ubiquistes: 4) Espèces peu capturées ou ne pouvant être attribuées à un milieu donné:	<i>Oedalea zetterstedti</i> <i>Platypalpus ciliaris</i> <i>Tachydromia arrogans</i> <i>Tachypeza nubila</i> <i>Trichina elongata</i> <i>Bicellaria sulcata</i> <i>Platypalpus agilis</i> <i>Platypalpus calceatus</i> <i>Platypalpus longicornis</i> <i>Platypalpus nigrirarsis</i> (que sur tourbe) <i>Platypalpus luteicornis</i> <i>Platypalpus pallidicoxa</i> <i>Platypalpus pallidiventris</i> <i>Platypalpus cruralis</i> <i>Drapetis completa</i> <i>Drapetis parilis</i> <i>Drapetis pusilla</i>
Faiblement tolérantes:	<i>Microphor holocericeus</i> <i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp. <i>Symbalophthalmus dissimilis</i> (montagnarde) <i>Tachydromia umbrarum</i>

Tableau 7.7 (suite): Degré d'affinité aux tourbières des différents Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae capturés.

Pas d'affinité: espèces étrangères aux tourbières acides.	
1) Espèces prairiales, également sur sol brun:	<i>Platypalpus infectus</i> <i>Platypalpus minutus</i> <i>Platypalpus vegrandis</i> <i>Tachydromia aemula</i>
2) Espèces peu capturées ou ne pouvant être attribuées à un milieu donné:	<i>Drapetis assimilis</i> <i>Drapetis fumipennis</i> <i>Elaphropeza ephippiata</i> <i>Stilpan graminum</i> <i>Ocydromia glabricula</i> <i>Ocydromia melanopleura</i>
3) Espèces uniquement rencontrées sur sol brun.	
a) Espèces plutôt forestières :	<i>Atelestus pulicarius</i> <i>Bicellaria intermedia</i> <i>Platypalpus exilis</i>
b) Espèces de mégaphorbiées:	<i>Platypalpus candicans</i> <i>Platypalpus laticinctus</i> <i>Platypalpus major</i>
c) Espèces de milieux ouverts:	<i>Platypalpus alpinus</i> <i>Tachydromia costalis</i>

Tableau 7.7 (suite et fin): Degré d'affinité aux tourbières des différents Hybotidae, Atelestidae et Microphoridae capturés.

10.1.2. Espèces non classées

Il ne nous a pas été possible d'attribuer un statut à quatre espèces:

- *Hybos femoratus*
- *Trichina bilobata*
- *Platypalpus albocapillatus*
- *Symballophthalmus fuscitarsis*

Elles semblent cependant n'avoir aucune affinité pour les tourbières, à l'exception de *Hybos femoratus*. Cette espèce apprécie les milieux très humides. Il n'est pas exclu qu'elle puisse se reproduire en tourbière dans les milieux détrempés résultant de l'exploitation (fossés).

Un seul individu de *Trichina bilobata* a été capturé dans le piège Em 13 de la Burtignière. Cette espèce est commune et largement répandue en Europe (Chvála, 1983), mais cela ne nous donne pas d'indication sur son statut dans le Jura.

Platypalpus albocapillatus est considéré comme une espèce côtière dans le nord de l'Europe. Notre identification a été vérifiée par le Dr. P. Grootaert. La présence de *P. albocapillatus* sur la mégaphorbiée du drain du Cachot 16.4, ainsi que dans les pièges Em 6 et Em 8 du Cachot 16.2 constitue une surprise faunistique et écologique.

Symballophthalmus fuscitarsis n'a été capturé qu'à un exemplaire dans la mégaphorbiée sur le drain du Cachot 16.4. Il ne nous est donc pas possible d'émettre un diagnostic sur cette espèce.

10.1.3. Difficultés d'interprétation

Le genre *Drapetis* est particulièrement difficile à cerner. Les données sont éclatées et un préférendum ne se dégage que rarement. Les espèces semblent extrêmement plastiques.

Il est possible que *Drapetis exilis* soit une espèce propre aux ceintures namrelles de bas-marais. Il est en tout cas au minimum tolérant puisqu'il colonise le *Caricetum fuscae*.

Euthyneura gyllenhali est probablement une espèce strictement liée aux tourbières dans le Jura.

Platypalpus pectoralis pourrait faire partie de ces espèces forestières acidophiles qui trouvent dans le Jura des sites favorables en tourbière.

10.1.4. Localisation des espèces et premières conclusions

Les marais abaissés - milieux de substitution

L'un des éléments les plus importants apportés par les Hybotidae est la présence d'une espèce ayant trouvé dans les marais abaissés à *Eriophorum vaginatum* un milieu de substitution à une partie de ceux qu'elle occupe dans la transition naturelle. Il s'agit de *Platypalpus lyrifer* n. sp. Cette espèce est présente à la Burtignière sur l'ensemble des associations de ceintures avec un préférendum pour les situations faiblement acides (*Caricetum fuscae* et zone à sphaignes dans le *Caricetum davallianae*). Elle ne pénètre que peu dans le *Sphagno-Piceetum*, mais on le retrouve dans le *Pino-Sphagnetum* très ouvert de Praz Rodet. *P. lyrifer* est présent dans les marais

abaissés du Cachot 16.2 et de MR13Sud, dès qu'il y a déprise agricole. Nous n'avons trouvé qu'un individu au coeur de la tourbière (pinède). Son espèce jumelle, *Platypalpus boreoalpinus*, qui fréquente pourtant les mêmes milieux bien qu'en nombres restreints, n'a pas été trouvée dans la vallée de La Brévine. Nous émettons à ce propos trois hypothèses :

1. Cette espèce était présente dans les bas-marais aujourd'hui disparus des tourbières inventoriées. Elle n'a pas trouvé de milieux de substitution.
2. *Platypalpus boreoalpinus* atteint dans la vallée de Joux la limite de son aire d'extension. Il n'a pas colonisé la vallée de La Brévine pour des raisons biogéographiques.
3. Les milieux inventoriés dans la vallée de La Brévine n'ont pas permis de découvrir *Platypalpus boreoalpinus* bien qu'il colonise les tourbières en question.

Si la première hypothèse est la bonne, la disparition des ceintures naturelles de bas-marais sonnerait le glas de *Platypalpus boreoalpinus*.

Espèces caractéristiques des tourbières acides

Nous n'avons piégé *Hybos grossipes* qu'en milieux primaires (pessière et pinèdes claires), mais nous savons par des données complémentaires qu'il émerge également dans des forêts secondaires et que les adultes volent aussi sur les landes boisées. C'est en fait une forestière acidophile, mais elle n'en constitue pas moins une indicatrice régionale de valeur, car ses larves affectionnent les milieux très humides. Seules les tourbières réussissent dans le Haut-Jura l'adéquation acidité - forte humidité.

Euthyneura myrtilli apprécie des milieux plus secs et a été favorisée par l'exploitation. Elle est surtout présente dans les milieux secondaires.

Espèces marquant une affinité pour les tourbières

Trois espèces trouvent une tourbière leur milieu de prédilection: *Bicellaria austriaca*, *Trichina clavipes* et *Trichinomyia flavipes*. On peut discuter la position de cette dernière dans notre tableau, car c'est une forestière acidophile que l'on trouve en abondance en forêt, là où la litière d'épicéa a acidifié les premiers horizons et où *Vaccinium myrtillus* croît en abondance. C'est son acidophilie qui nous l'a fait finalement classer comme une espèce davantage liée aux tourbières dans le Jura et non pas simplement comme tolérante.

Sur les zones de transition d'origine secondaire, la présence constante de *Trichina clavipes* fait contraste avec ce qu'on observe à la vallée de Joux, où nous ne l'avons trouvée que dans le pessière de Praz Rodet et dans le bas-marais alcalin colonisé par les sphaignes de La Burtignière. Cette espèce se rencontre également sur sol brun, mais elle préfère les milieux plutôt acides. La façon dont elle occupe le terrain n'est pas sans rappeler celle du Limoniidae *Ormosia ruficauda*,

capturé à la vallée de Joux uniquement dans la pessière de Praz Rodet et qui est très présent sur les différents contacts étudiés dans la vallée de La Bréviné. Tout comme *Trichina clavipes*, il trouve son optimum dans les marais abaissés et évite les prairies de fauche où le mode d'exploitation est très intensif.

Gradients superposés, un exemple

Les deux *Bicellaria* (*B. sulcata* et *B. austriaca*) ont un comportement opposé qui illustre bien la supersposition de gradients. La première est une espèce essentiellement prairiale et l'optimum de la seconde se situe en forêt. Lorsque l'une cède le pas, l'autre apparaît : le gradient milieu nuvert - milieu boisé se confond au gradient milieu agricole - tourbière.

Signes d'altération des marais acides

Les espèces classées comme faiblement tolérantes ou étrangères aux tourbières acides dénotent une altération des marais abaissés ou des zones de haut-marais qu'elles colonisent.

10.2. Conclusions - Empididae

10.2.1. Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes

Dans le tableau 7.8., nous avons classé les espèces d'Empididae en fonction de leur degré d'affinité aux milieux tourbeux acides, résumant ainsi l'ensemble de l'information que nous possédons sur les différentes espèces.

<u>Affinité stricte aux tourbières:</u>	<i>Rhamphomyia obscura</i> <i>Rhamphomyia unguiculata</i>
<u>Affinité pour les tourbières acides:</u> espèce acidophile à optimum forestier. Uniquement en tourbière dans le Jura où elle colonise également les milieux ouverts.	<i>Phylodromia melanocephala</i>

Tableau 7.8: Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes des différentes espèces d'Empididae capturées.

Espèces marquant une affinité pour les tourbières, mais dont le statut n'est pas clair. Elles sont <u>au minimum tolérantes</u>. Espèces souvent forestières et acidophiles.	
1) signalées sur sol brun acide, mais majoritairement en tourbière:	<i>Rhamphomyia hybotina</i> <i>Rhamphomyia montana</i>
2) pessière de la Burtignière:	<i>Rhamphomyia longipes</i> <i>Hilara scrobiculata</i>
3) Pino-Sphagnetum ou Caricetum fuscae de Praz Rodet:	<i>Ragas unica</i> <i>Rhamphomyia pilifer</i>
<u>Tolérantes:</u> Espèces ubiquistes, faisant partie de la faune régionale, également présentes sur sol brun.	<i>Empis chioptera</i> <i>Hilara litorea</i>
<u>Faiblement tolérantes:</u> 1) Espèces faisant partie de la faune régionale, également présentes sur sol brun.	<i>Empis nuntia</i> <i>Hilara galactoptera</i> <i>Hilara maura</i>
2) Espèces uniquement sur sol tourbeux.	<i>Empis nitida</i>
a) hygrophiles:	<i>Empis nitida</i>
b) sans préférence:	<i>Hilara nitidula</i> <i>Empis n°1</i>
<u>Pas d'affinité:</u> espèces étrangères aux tourbières acides.	
1) Espèces prairiales, également sur sol brun.	<i>Empis nigripes</i> <i>Empis stercorea</i> <i>Empis digramma</i> <i>Rhamphomyia umbripes</i>

Tableau 7.8: Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes des différentes espèces d'Empididae capturées.

Pas d'affinité (suite): espèces étrangères aux tourbières acides.	
2) Espèces hygrophiles de mégaphorbiée.	<i>Empis trigramma</i> <i>Hilara chorica</i> <i>Hilara matronella</i> <i>Rhamphomyia flava</i>
3) Espèces uniquement rencontrées sur sol brun.	
a) Espèces plutôt forestières:	<i>Rhamphomyia poissoni</i>
b) Espèces de milieux ouverts:	<i>Empis tessellata</i> <i>Rhamphomyia galactoptera</i> <i>Rhamphomyia sulcata</i> <i>Rhamphomyia trigemina</i>

Tableau 7.8: Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes des différentes espèces d'Empididae capturées.

10.2.2. Espèces non-classées

Neuf espèces d'Empididae ne figurent pas dans le tableau. Nous les avons subdivisées en trois groupes.

a) Cinq espèces n'ont apparemment pas d'affinité pour les tourbières, mais compte tenu de leurs faibles effectifs et du manque de renseignements en notre possession, nous avons préféré ne pas les intégrer à notre tableau:

- *Empis gooti*
- *Empis staegeri*
- *Hilara albitarsis*
- *Rhamphomyia culicina* (mégaphorbiée)

Empis gooti a été décrite tout récemment par Chvála (1994) et constitue une mention faunistique importante puisque l'espèce n'est actuellement connue que de Suède, de Slovaquie, de Bohême et de Hollande.

b) Une espèce nouvelle de *Rhamphomyia* (*Rhamphomyia* n°2, proche de *R. hirtimana* et qui sera décrite par M. Barták) n'a été capturée que sur sol brun, mais sur des sol bruns acides. Nous

réservons donc notre diagnostic.

c) Le dernier groupe d'espèces pose à nouveau la question: "S'agit-il d'espèces propres aux bas-marais alcalins ou simplement des espèces de zones humides ?":

- *Rhamphomyia stigmosa*
- *Rhamphomyia plumipes*
- *Rhamphomyia vesiculosa*
- *Rhamphomyia cinarescens*

Deux d'entre elles (*R. cinarescens* et *R. vesiculosa*) n'ont été trouvées que dans la vallée de Joux, à deux exemplaires et il n'est pas possible d'émettre un avis. Les deux autres taxons font l'objet du paragraphe suivant.

10.2.3. Difficultés d'interprétation

Milieux de substitution aux ceintures naturelles de bas-marais alcalins ?

R. plumipes et *R. stigmosa* posent un problème intéressant. Elles comptent chacune dix individus dans les ceintures de bas-marais de la vallée de Joux et un individu dans la vallée de La Brévine à MR13Sud (Em 15 pour *R. plumipes* et Em 12 pour *R. stigmosa*). S'il s'agit d'espèces caractéristiques des ceintures alcalines, on peut parler de milieux de substitution dans certains marais abaissés, pour autant que ceux-ci soient suffisamment humides et pas trop acides. Or, lorsqu'on examine de plus près l'emplacement de ces deux pièges, on constate une altération due à des infiltrations en provenance du champ (*Polygonum bistorta*, *Deschampsia caespitosa*). Un site dégradé et altéré servirait de milieu de substitution à des espèces de ceintures alcalines qui n'auraient de salut que dans ces milieux, puisque leurs habitats larvaires d'origine ont totalement disparu de la vallée de La Brévine. Mais il se peut tout à fait que ces deux espèces se rencontrent dans différents bas-marais jurassiens, notamment autour des lacs, et que *R. plumipes* et *R. stigmosa* soient en fait des espèces de zones humides, marquant une faible tolérance pour les marais acides.

10.2.4. Localisation des espèces et premières conclusions

Espèces caractéristiques des tourbières acides

Deux espèces de *Rhamphomyia* sont très liées aux tourbières acides:

- *R. obscura*, que nous n'avons trouvée que dans le *Sphagnetum magellanicum*
- *R. unguiculata*, qui se développe en abondance dans le *Caricetum fuscae* et le *Pino-Sphagnetum*, mais dédaigne la pessière, probablement trop sèche.

Le genre *Rhamphomyia*, riche en représentants, fournit d'ailleurs plusieurs taxons intéressants. Il mériterait à lui seul une étude plus approfondie.

Empis borealis, espèce très caractéristique des tourbières acides, n'a pas été piégée bien que nous ayons observé très localement plusieurs imagos en essaim (femelles) sur le *Sphagnetum magellanici* relativement boisé du Cachot 16.2, ainsi que devant un grand bouleau situé au bord d'un ancien fossé d'exploitation.

Tout comme les Hybotidae, les Empididae comptent des espèces forestières acidophiles:

- *Rhamphomyia hybotina*: pessière et *Caricetum fuscae* dans la vallée de Joux et pâturage abandonné des Essarts
- *R. montana*: Pinède primaire et secondaire, *Abieti-Fagetum* avec *Picea abies* et *V. myrtilus*
- *Phylodromia melanocephala*

R. hybotina et *R. montana* se rencontrent également sur sol brun acide. Dans le Jura, leur optimum écologique se situe vraisemblablement en tourbière.

Phylodromia melanocephala joue un rôle important dans le cadre de notre problématique. A La Burignière, elle est présente dans Em 13 (*Sphognum rubellum* dans le *Caricetum davallianae*, dans Em 17 (1 seul individu) et se fait véritablement abondante dans le *Caricetum fuscae* et les associations forestières (*Sphagno-Piceetum* et *Pino-Sphagnetum*). A Praz Rodet, on la retrouve dans ces trois associations. Dans les contacts résultant de l'exploitation, elle colonise le milieu dès que l'impact agricole diminue (fauchage occasionnel ou effectué à la main, creux sous le fil de fer barbelé du pâturage). D'un point de vue botanique, c'est également à ces emplacements que les premières plantes marquant une préférence pour les sols légèrement acides font leur apparition (*Carex fusca*, *Potentilla erecta* et *Luzula multiflora*). Sur la base de ces observations, *P. melanocephala* apparaît comme une excellente indicatrice de la limite du marais acide. Il convient cependant de nuancer le propos. S'arrêter un instant sur l'historique de notre démarche vaut la peine.

De la petite histoire de *Phylodromia melanocephala*

P. melanocephala est une espèce facilement identifiable et la plus abondante dans notre matériel, si bien que très tôt, nous avons repéré l'intérêt qu'elle pouvait présenter. Nous en avons parlé avec enthousiasme à P. Grootaert lors de notre première rencontre en 1992... et avons appris que c'est une espèce forestière vraiment très commune en Belgique et dans le Nord. Sur cette remarque, nous avons décidé d'entreprendre en 1993 une nouvelle série de piégeage dans des milieux ne reposant pas sur tourbe, mais dont la structure ou la vocation rappelle ceux rencontrés en tourbière.

Lors d'une excursion à la Forêt de Chaux (Jura français), nous avons capturé plusieurs individus au filet fauchoir dans la Chênaie à *Pteridium aquilinum* qui repose sur substrat siliceux morainique. Tout devenait clair, les sols acides de cette forêt convenaient à *Phyllodromia melanocephala*, alors qu'elle est absente des Abieti-Fagetum des hautes vallées jurassiennes. *Phyllodromia melanocephala* est donc une espèce à une valeur indicatrice locale, mais certaine, puisque cette forestière colonise des milieux plus ouverts (marais abaissés et landes). Son hydrophilie relative et son goût pour les humus bruts (Tréhen, 1971) ne lui permettent apparemment pas de coloniser les sols bruns acides que l'on rencontre sur les anticlinaux déboisés du Haut-Jura et on ne la trouve qu'en tourbière.

Espèces caractéristiques des zones agricoles:

Empis nigripes est avec *Dolichopus plumipes* l'Empidoidea le plus caractéristique des prairies de fauche sur tourbe.

10.3. Conclusions - Dolichopodidae

Plusieurs espèces très caractéristiques des tourbières acides n'ont pas été trouvées sur nos transects.

- *Dolichopus albiceps*, signalé par Matthey (1971) sur les gouilles du *Sphagnetum magellanici* du Cachot 16.2.
- *Campsicnemeus compedius*
- *Hydrophorus nebulosus*, abondant dans les zones de tourbe nue des landes de Martel-Dernier (émergences), présent à la Chaux-des-Breuleux sur un drain (filet)), également signalé par Matthey (1971) sur les gouilles du *Sphagnetum magellanici* du Cachot 16.2.
- *Campsicnemeus alpinus*, espèce caractéristique des landes à Ericacées et des zones de tourbe nue (abondant à Martel-Dernier).

10.3.1. Degré d'affinité aux tourbières à sphaignes

Dans le tableau 7.9., nous avons classé les espèces de Dolichopodidae en fonction de leur degré d'affinité aux milieux tourbeux acides, résumant ainsi l'ensemble de l'information que nous possédons sur les différentes espèces.

Affinité stricte aux tourbières:	<i>Dolichopus annulipes</i> <i>Dolichopus lepidus</i> <i>Dolichopus tanythrix</i> <i>Rhaphium longicorne</i>

Forte affinité: zones secondaires plutôt sèches, landes.	<i>Dolichopus rupestris</i> <i>Diaphorus nigricans</i>
Espèces marquant une affinité pour les tourbières, mais dont le statut n'est pas clair. Elles sont <u>au minimum tolérantes</u> .	<i>Dolichopus nigricornis</i> ? <i>Dolichopus vitripennis</i> ?
Tolérantes: 1) Espèces ubiquistes, faisant partie de la faune régionale, également présentes sur sol brun. 2) Espèces de milieux humides:	<i>Medetera jacula</i> <i>Medetera truncorum</i> <i>Hercostomus cupreus</i> <i>Chrysotus gramineus</i> <i>Dolichopus longitarsis</i> <i>Hercostomus aerosus</i> (faiblement acidophile)
Faiblement tolérantes:	<i>Dolichopus trivialis</i> <i>Dolichopus urbanus</i>
Pas d'affinité particulière: espèces étrangères aux tourbières acides. 1) Espèces rares et localisées: 2) Espèces de milieux humides: 3) Espèces très communes ou largement répandues. Egalement sur sol brun. 4) Espèces uniquement rencontrées sur sol brun (lisière à <i>Chaerophyllum aureum</i>).	<i>Achalcus cinereus</i> <i>Achalcus flavicollis</i> <i>Achalcus nigropunctatus</i> <i>Achalcus vaillanti</i> <i>Dolichopus pennatus</i> <i>Dolichopus planitarsis</i> <i>Dolichopus popularis</i> <i>Sympicnus spiculatus</i> ? <i>Dolichopus plumipes</i> <i>Dolichopus unguis</i> <i>Sympicnus pulicarius</i> <i>Neurigona suturalis</i> <i>Xanthochlorus tenellus</i>

Tableau 7.9: Degré d'affinité aux tourbières des différentes espèces de Dolichopodidae capturées. Le statu des espèces dotées d'un "?" est sujet à discussion.

10.3.2. Espèces non-classées

Nous n'avons pas pu attribuer un statut aux espèces suivantes, bien qu'elles semblent n'avoir aucune affinité pour les tourbières.

- *Chrysotus neglectus*
- *Rhapium monotrichum*
- *Sympicnus aeneicoxa*
- *Sympicnus desouteri*

10.3.3. Difficultés d'interprétation

Espèces de zones humides ou propres aux ceintures naturelles de bas-marais alcalins ?

Nous ne savons pas avec certitude quel statut attribuer à *Dolichopus picipes*. S'agit-il d'une espèce de zones marécageuses ou d'une espèce propre, dans le Jura, aux marais alcalins des zones de transition naturelles ? Nous ne l'avons trouvé qu'à La Burtignière, tout comme *Tipula gimmerthali*.

Sympicnus spiculatus, espèce propre aux marais de ceinture de La Burtignière selon nos récoltes, pose les mêmes difficultés. La littérature ne nous fournit aucun indice.

Dolichopus planitarsis a à La Burtignière une répartition proche de celle de *D. picipes*. La même question se pose, mais les informations que nous avons pu tirer de la bibliographie nous font pencher pour une espèce affectionnant simplement les zones humides.

Signe d'altération

Les travaux de Pollet & al. (1989b) signalent souvent *D. urbanus* en compagnie de *D. picipes* dans des prairies marécageuses. Nous avons effectivement trouvé les deux espèces ensemble à La Burtignière, mais *Dolichopus urbanus* est très abondant dans l'Aconito-Filipenduletum, où *D. picipes* est presque absent (1 seul exemplaire). On retrouve *D. urbanus* dans la vallée de La Brévine à MR13Est dans le marais abaissé et au MR13Sud dans la prairie de fauche et le marais abaissé tout proche. On pourrait le considérer, soit comme une espèce ayant trouvé un milieu de substitution dans les marais abaissés des tourbières exploitées, soit au contraire comme un signe d'altération des marais abaissés acides, puisqu'il affectionne particulièrement les mégaphorbiées eutrophes. Cette hypothèse nous semble la meilleure.

Espèces caractéristiques des tourbières acides

Dolichopus nigricornis est dans le Jura une espèce liée à la présence de tourbières et dont le

préférendum écologique se situe dans le marais. Il est cependant capable de se reproduire dans des milieux même très modifiés (prairies de fauche). Est-ce à dire qu'un élément caractéristique des tourbières réussit à se maintenir en zone agricole ? *D. nigricornis* apprécie l'humidité et est plutôt acidophile. Dans le nord de l'Europe où les sols sont plutôt acides, il est commun et apparaît comme une espèce forestière. Il serait très intéressant de savoir si l'espèce est présente au bord du lac des Taillères et dans les marais alcalins de plaine.

Dans le nord de l'Europe, *Dolichopus vitripennis* est une espèce caractéristique des marais tourbeux oligotrophes, et en particulier des landes à *Erica*. Pourquoi ne l'avons-nous pas piégé sur les landes alors qu'il y est présent à Martel-Dernier, nous l'ignorons. Peut-être sont-elles déjà trop boisées, peut-être l'avons-nous plus simplement manqué. Si nous n'avions que nos récoltes, *Dolichopus vitripennis* apparaîtrait comme une espèce de sol tourbeux, évitant les zones trop humides ou boisées et trouvant son optimum dans les prairies de fauche dont l'exploitation n'est pas trop intensive. Elle n'est présente que dans des milieux secondaires, à l'exception d'un unique exemplaire dans le *Caricetum fuscae* de Praz Rodet. Suffit-il pour suggérer que la présence de *D. vitripennis* constitue une survivance de la faune caractéristique des bas-marais acides dans les zones agricoles dont l'exploitation est relativement modérée ? C'est possible, mais pas certain.

Les comportements de *D. vitripennis* et de *Diaphorus nigricans* peuvent être mis en parallèle. Tous deux fréquentent les landes à *Erica* dans le nord de l'Europe et se reproduisent dans nos tourbières dans des milieux secondaires.

10.3.4. Localisation des espèces et premières conclusions

Les espèces les plus caractéristiques des tourbières acides (*Dolichopus annulipes*, *D. lepidus*, *Rhaphium longicorne*) ont toutes été trouvées dans des zones primaires (*Caricetum fuscae*, *Pino-Sphagnetum* et *Sphagnetum magellanicum*) ou secondaires humides en voie de cicatrisation avancée et ce, sur la tourbière. Elles sont toutes totalement absentes des milieux situés au pied des anciens murs d'exploitation.

Sur la base de nos récoltes dans les Vosges, nous avons choisi d'adjoindre *Dolichopus tanythrix* à ce premier groupe. Dans le Jura, nous n'avons trouvé qu'un seul individu sur la lande sèche haute de MR13Sud, mais dans les Vosges (Tourbière du Machais), nous l'avons capturé en abondance sur des gouilles à *Scheuchzeria palustris* et sur des zones à *Carex limosa* et *Carex rostrata* où la tourbe nue est largement apparente et où l'eau s'écoule faiblement. L'aspect de ce milieu n'est pas sans rappeler certaines gouilles de la tourbière du Cachot 16.2 ou de La Burtignière (sauf l'écoulement). *Dolichopus tanythrix* occupe le milieu en compagnie des espèces

les plus strictement liées aux tourbières (*Hydrophorus albiceps*, *Campsicnemus compeditus*^{*}, *Dolichopus lepidus* et *Rhaphium longicorne*. Notons au passage que *Dolichopus vitripennis* était également présent).

Diaphorus nigricans et *Dolichopus rupestris* sont deux espèces marquant une forte affinité pour les tourbières. Elles sont vraisemblablement, dans le Jura, liées à la présence de ce type de milieux. On les trouve dans les milieux secondaires résultant de l'exploitation (landes sèches avec zones de tourbe nue, marais abaissé plutôt sec du Cachot 16.2 et même dans les prairies de fauche (2 individus)). Dans le même ordre d'idée, on peut ajouter à ce groupe *Campsicnemus alpinus* et *Hydrophorus nebulosus* qui colonisent les zones de tourbe nue, avec ou sans *Trichophorum caespitosum*, des landes de Martel-Dernier. En Flandre, *C. alpinus* est signalé uniquement dans les landes à bruyères (Pollet & al., 1987), et surtout où il y a des plages de sol nu entre les touffes d'*Erica* (Pollet, 1991). Ce qui correspond bien à ce que nous avons observé.

Il est important de noter que *Diaphorus nigricans* et *Dolichopus rupestris* sont capables de se reproduire en bordure de tourbière, mais les effectifs sont dérisoires pour *D. rupestris*. *D. nigricans* semble plus souple et le marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et *Molinia coerulea* (tendance sèche) lui convient parfaitement.

Milieux de substitution:

Nous n'avons malheureusement pas pu mettre en évidence avec certitude la présence de Dolichopodidae ayant trouvé un milieu de substitution dans les marais abaissés (cf. 10.3.3. Difficultés d'interprétation). Il est vrai qu'aucune espèce de Dolichopodidae parmi celles capturées n'est caractéristique du *Caricetum fuscae*. Seules quelques espèces des bas-marais alcalins se retrouvent dans ces milieux secondaires. Elles semblent être simplement des espèces de zones marécageuses.

Espèces ne marquant pas d'affinité particulière pour les tourbières

Plusieurs espèces liées aux zones humides et marécageuses et même certaines ubiquistes bénéficient de la présence de tourbières dans les hautes vallées jurassicoennes. On les rencontre essentiellement dans les prairies de fauche et pâturages sur tourbe. Elles y comptent souvent leurs meilleurs effectifs. Parmi les espèces ubiquistes tolérantes, on peut considérer *Chrysotus gramineus* comme une espèce prairiale. Sa présence en tourbière reste anecdotique et ne semble pas liée à un phénomène d'altération. Sur nos transects, l'espèce disparaît le plus souvent dès que cessent les pratiques agricoles.

^{*} *Campsicnemus compeditus* a été signalé dans un marais oligotrophe à *Calla palustris*, *Potentilla palustris* et *Drosera* sp. (Pollet & Grootaert, 1986).

Medetiera jacula est un espèce si souple que sa présence en devient ininterprétable. Nous avons pensé tout d'abord à une marque d'altération du milieu, mais alors pourquoi est-elle présente dans le *Sphagnetum magellanici* du Cachot 16.2 ?

Indices d'altération

La présence de *Dolichopus plumipes* sur le seuil de la tourbière du Cachot 16.4 (Em 12 et Em 14) peut être interprétée comme un signe d'altération (pénétration d'espèces prairiales sur la tourbière). On rappellera à ce propos la présence de *Tipula varipennis* et de la mousse *Rhytidiadelphus squarrosus* en Em 14.

Dolichopus urbanus semble indiquer une tendance à l'altération des marais abaissés acides, tout comme *Dolichopus trivialis*.

De façon générale, la présence d'espèces de zones humides que nous considérons comme étrangères ou faiblement tolérantes dans les marais abaissés, constituent un signe de leur altération et souvent d'une tendance vers les groupements du *Calthion*.

CHAPITRE 8 : LES ASSEMBLAGES D'ESPECES

Nous aborderons la question à deux niveaux. Nous considérerons aux chapitres 8 et 9 l'ensemble de nos récoltes d'Empidoidea, puis nous nous pencherons sur les stations prises individuellement au Chapitre 10.

1. Empidoidea - L'AFC: les pièges et les espèces

Afin d'explorer nos données, nous avons effectué une analyse factorielle des correspondances (AFC). Nous avons travaillé sur les récoltes de 1991 et 1992, auxquelles nous avons adjoint celles de 1993, lorsqu'elles provenaient de tourbières. L'AFC étant symétrique que l'on considère les objets ou les descripteurs, les raisonnements que nous émettons sont valables aussi bien pour les pièges que pour les espèces.

Le tableau original complet regroupe 138 espèces d'Empidoidea et 141 pièges à émergences. Dans nos récoltes, 31 espèces ne sont représentées que par un seul individu (22.5% des espèces) et 36 (soit 26%) n'apparaissent que dans un seul piège. Nous avons retiré de l'analyse les espèces représentées par moins de 3 individus, car les espèces faiblement représentées introduisent un nombre important de zéros qui contribuent à augmenter fortement la dispersion des résultats et nuisent à la qualité de l'analyse (Legendre & Legendre, 1984).

AFC n°1: elle regroupe les 6 transects, ainsi que les pièges posés en tourbière en 1993 (fichier de sortie : cf. Annexe 7 bis).

Le plan 1x2 de cette AFC est illustré à la figure 8.1. Elle peut être mise en regard avec les figures 8.8. et 8.9. qui présentent le résultat de cette analyse de manière schématique.

Nombre d'objets (=échantillons): 125

Nombre de descripteurs (=espèces): 82

Somme totale des valeurs propres: 7.980

Pourcentage de variation absorbée:

- axe 1: 7.8 % (valeur propre: 0.625)

- axe 2: 7.3 % (valeur propre: 0.582)

- axe 3: 5.1 % (valeur propre: 0.403)

- axe 4: 4.6 % (valeur propre: 0.373)

Bien qu'il existe une forte dispersion au sein de nos données (somme totale des valeurs propres supérieure à 5), il est intéressant de se pencher sur cette AFC, car on constate que ce sont tous les pièges de la transition alcaline et du *Caricetum fuscae* de La Burtignière et de Praz Rodet qui occupent la partie positive de l'axe 1. Presque tous les pièges de la vallée de La Brévine sont relégués du côté négatif de l'axe 1 et s'étalent sur l'axe 2 qui oppose les hauts-marais aux milieux prairiaux. L'axe 3 permet de séparer les milieux à forte productivité herbagère non-fauchés (pâturages et mégaphorbiées) ou fauchés (prairies de fauche).

Dans le quadrant défini par les coordonnées positives des axes 1 et 2, se trouvent les pièges de zones à forte productivité végétale et par conséquent les espèces caractéristiques des mégaphorbiées. Dans le quatrième quadrant figurent les pièges situés dans les milieux les plus originaux de la transition naturelle et bien sûr, les espèces propres aux ceintures naturelles de bas-marais dans le cadre de notre échantillonnage.

L'originalité des ceintures naturelles de bas-marais est encore une fois soulignée, ce qui rappelle la perte que représente leur disparition au point de vue écologique (ce que note également Gobat, 1984a, pour la flore, le sol et l'hydrologie). Seuls quelques pièges du marais abaissé de MR13Sud figure dans le quatrième quadrant. Nous avons déjà évoqué le rôle de "milieu de substitution" de cette zone pour diverses espèces et pas seulement pour les Empidoidea.

Dans une seconde approche, nous n'avons conservé que les stations sur tourbe de la vallée de la Brévine et entrepris une nouvelle AFC.

AFC n°2: elle regroupe les seules stations brévinères (fichier de sortie cf. Annexe 7 bis)

Nombre d'objets: 88

Nombre de descripteurs: 56

Somme totale des valeurs propres: 5.399

Pourcentage de variation absorbée:

- axe 1: 10.8 % (valeur propre: 0.583)

- axe 2: 6.9 % (valeur propre: 0.372)

- axe 3: 6.7 % (valeur propre: 0.363)

- axe 4: 5.9 % (valeur propre: 0.320)

Le pourcentage de la variation absorbée sur l'axe 1 augmente quelque peu et la dispersion diminue (c'est ce que nous cherchions).

Ce qui frappe aussitôt lorsqu'on compare l'image de cette AFC à celle obtenue pour la végétation des mêmes transects, c'est l'absence d'effet Guttman. L'axe 1 oppose les milieux agricoles aux hauts-marais.

AFC Vallée de La Brévine: Empidoidea et pièges (plan 1x2)

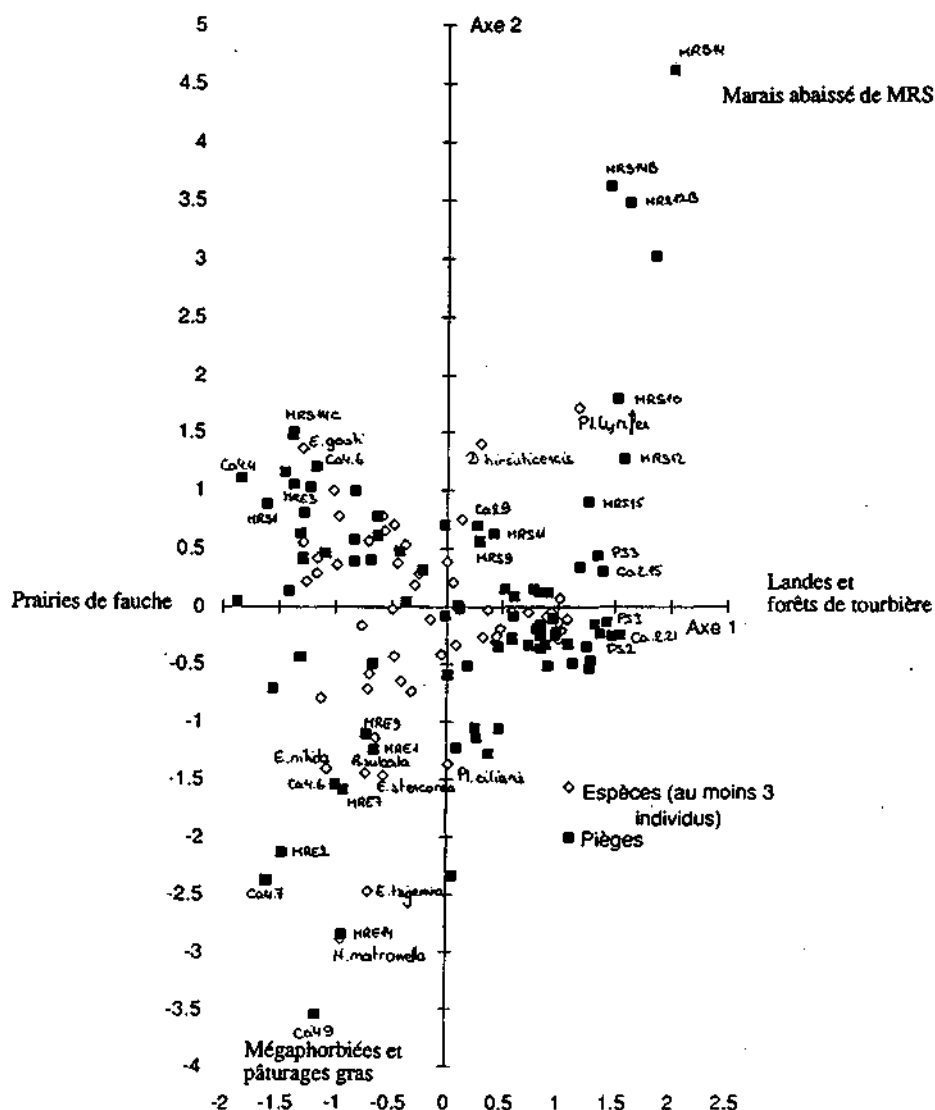


Figure 8.2: AFC consacrée aux Empidoidea représentés par au moins 3 individus. Vallée de La Brévine (plan 1x2).

La projection de l'ensemble des points sur le plan 1x2 évoque par sa forme un "N". La barre transverse du "N" correspond à la principale tendance opposant les prairies de fauche aux forêts et landes de tourbières. La première barre du "N" comprend les espèces appréciant les milieux à forte productivité végétale, mais non fauchés (*mégaphorbiées* et pâturage gras). La seconde barre du "N" est conditionnée par la très forte dominance de *Platypalpus tyrifer* n. sp. dans le marais abaissé MRI3Sud.

Remarque: Le résultat que nous avons obtenu est tout à fait interprétable, mais on peut critiquer la façon dont nous avons conduit nos AFC en conservant les espèces comportant 3 individus. Le critère de sélection pourrait être plus sévère, mais nous craignons de perdre trop d'informations, car plusieurs espèces très caractéristiques d'un milieu donné comptent moins de 5 individus. Nous aurions également pu attribuer un poids négligeable aux espèces représentées par moins de 5 ou 7 individus et de les projeter dans l'espace factoriel, mais elles n'auraient eu aucune influence sur l'analyse.

2. Empidoidea - Le groupement

2.1. Les pièges (mode Q)

Nous avons effectué des groupements à liens complets (connexité 1.0) sur la matrice des espèces d'Empidoidea. Les pièges sont ici les objets (mode Q). Nous travaillons sur des données semi-quantitatives et avons eu recours à l'indice de Steinhaus (coefficient de similarité S17, in Legendre et Legendre, 1984). Les doubles-zéros ne sont pas des indicateurs de ressemblance.

En conservant les espèces ayant au moins 3 ou 5 ou 10 individus, on obtient un résultat quelque peu différent. Certains pièges "voyagent" entre différents groupes et d'autres résistent mieux, ce qui indique une meilleure homogénéité de leur groupe.

Nous avons retenu le groupement comportant les espèces comptant au moins 5 individus, pour tous les pièges situés en tourbière, y compris ceux de 1993 (125 objets). Trop volumineux, ce groupement figure dans l'Annexe 7 bis. Un schéma synthétique résumant nos conclusions se trouve à la page 239.

Nous avons retenu 12 groupes.

Groupe 1: milieux prairiaux sous influence anthropozoogène

- La Burtignière: pâturage (Em 1-2-3) et étonnamment Em 15 du *Caricetum davallianae*
- Praz Rodet: pâturage (Em 1-2)

- Cachot 16.2: prairie de fauche (Em 1-2-3)
- Cachot 16.4: prairie de fauche (Em 1à 6)
- MR13Est: pâturage (Em 3-5-6)
- MR13Sud: prairie de fauche (Em 1à 6) et bordure (Em 9)

Groupe 2: on y trouve des pièges situés dans la prairie de fauche où la productivité est moindre et sur la bande occasionnellement fauchée au Cachot 16.2 (Em 4-7-8) et au MR13Sud (Em 7-9B¹).

Groupe 3: concerne essentiellement Le Cachot 16.2. Prairie de fauche où la productivité est moindre (Em 3B²-5-6), bordure occasionnellement fauchée (Em 7B), mais aussi marais abaissé (Em 9-10-11-13). Se joignent à eux le MR13Sud (bordure humide fauchée à la main, Em 8) et le Cachot 16.4 (seuil de la tourbière, Em 10).

Groupe 4: groupements plutôt nitrophiles et humides (mégaphorbiées, pâturage gras, mais aussi les pièges 13 et 14 de la Burtignière).

- La Burtignière: Em 4-5-10-13-14
- Cachot 16.4: Em 7-8-9
- MR13Est: Em 1-2-4-7-8-9

La position des pièges 13 et 14 de la Burtignière a de quoi surprendre. Dans l'analyse que nous avons effectué sans les stations de tourbières de 1993, ils se regroupaient dans ce qui constitue ici le groupe 7, ce qui était intellectuellement beaucoup plus satisfaisant. Ce sont les pièges posés en 1993 dans le marais abaissé de MR13Sud qui les ont exclus de ce groupe. *P. lyris* n'était pas assez abondant dans les pièges BU 13 et 14 pour y rester. Ce changement est le reflet d'une situation intermédiaire. En effet, ces deux pièges se trouvent dans un bas-marais alcalin, mais les sphaignes (*S. capillifolium/rubellum*) présentes à cet endroit ont conduit à une modification locale du milieu. Cette modification est à la fois d'ordre structural et chimique. L'acidité dans la couche de sphaignes est supérieure de 2.3 unités pH à celle des environs immédiats (5 contre 7.3), ce qui correspond aux conditions du *Caricetum fuscac.* Sous les sphaignes cependant, le pH remonte à 7. Ces conditions hybrides se reflètent sur la faune.

Groupe 5: marais abaissé de MR13Est (Em 12-13-14), y compris le remblai à *Polygonum bistorta* (Em 10-11), le marais abaissé du Cachot 16.2 (Em 10B) et un piège du *Sphagnetum magellanici* (Em 1), que sa pauvreté en espèces rendait difficile à classer.

Groupe 6: il regroupe des zones de mégaphorbiées très humides de la Burtignière (Em 6-11-12-16-17), où le genre *Achalcus* est présent, ainsi que *Dolichopus picipes*. Le groupe 6 comprend les faciès les plus régulièrement humides de la transition. Le caractère original des bas-marais

¹ Dans le dendrogramme: MR13Sud 9B = MR13S93.04

² Dans le dendrogramme: Cachot 16.2 3B = Ca16292.01 Em 7B = Ca162.92.02

alcalins de la Burtignière est à nouveau mis en évidence.

Groupe 7: il comprend différents types de bas-marais, faiblement acides et alcalins, ainsi que le marais abaissé de MR13Sud.

- La Burtignière: faciès à petits *Carex* faisant transition entre le *Trollio-Cirsietum* et le *Caricetum davallianae* (Em 7-8-9) et *Caricetum fuscae* (Em 18-19-20)
- Praz Rodet: de part et d'autre du canal de dérivation naturel des eaux (Em 3-5-6) et pinède (Em 11).
- MR13Sud: marais abaissé (Em 10-12B³ -14-14B-14C)

Ces milieux, alcalins ou acides, ont en commun un sol très humide toute l'année. Les battements de la nappe sont importants. Les sols sont régulièrement gorgés d'eau et périodiquement inondés, notamment au début et à la fin de l'hiver, lorsqu'il pleut sur le sol gelé.

La parenté entre les bas-marais de la vallée de Joux et le marais abaissé de MR13Sud est clairement illustrée.

Une grande unité regroupe tous les éléments typologiques caractéristiques des tourbières acides, y compris le *Caricetum fuscae*, mais dans sa forme la plus acide, et une partie des marais abaissés. Nous l'avons subdivisée en 5 unités, soit les groupes 8 à 12.

Groupe 8: il englobe les pinèdes et pessières primaires, ainsi que deux pièges situés au pied d'un mur. De jeunes pins (2.5m de haut) jouxtent (Cachot 16.2, Em 15) ou surplombent le piège (MR13Sud, Em: 15). Si au Cachot, sphaignes et Chaméphytes sont présentes, rien ne laissait supposer un tel rapprochement pour le piège 15 du MR13Sud.

- Burtignière: Em 21-22-23-24-25
- Praz Rodet: Em 9-10
- Cachot 16.2: Em 15-20-21 et Pino-Sphagnum humide (Em 1-2-3)
- MR13Sud: Em 15

Les trois groupes suivants ont une certaine parenté (niveau de fusion: 0.83). A une seule exception, ils concernent des pièges en milieux secondaires ou primaires altérés, relativement secs où la tourbe nue apparaît en maints endroits.

Groupe 9: on y retrouve les marais abaissés plutôt secs du Cachot 16.2, le mur effondré et un piège en lande basse (MR13Est)

- Cachot 16.2: Em 12-13B-14-16-16B-17
- Cachot 16.4: Em 11

³ Dans le dendrogramme: MR13Sud 12B = MR13S93.01 14B = MR13S93.02 14C = MR13S93.03

- MR13Est: Em 17

Groupe 10: les landes à *Calluna vulgaris* (basses et hautes)

- MR13Est: Em 15-16
- MR13Sud: Em 16-18-19-20-21

Groupe 11: pinèdes sèches primaires ou secondaires, lande et *Sphagnetum magellanici*

- Cachot 16.2: Em 19 et SM 2
- Cachot 16.4: Em 12-13-14-15
- MR13Sud: Em 17 (lande)

Il est surprenant de constater la présence d'un piège du *Sphagnetum magellanici* au sein de ce groupe. La présence de *Medetera jacula* sur le haut-marais du Cachot et l'élimination de la matrice d'espèces caractéristiques, mais faiblement représentées telles *Raphium longicorne*, explique ce "dérapage".

Groupe 12: les bas-marais du *Caricetum fuscae* et la pinède de Praz Rodet et certains pièges du marais abaissés de MR13Sud.

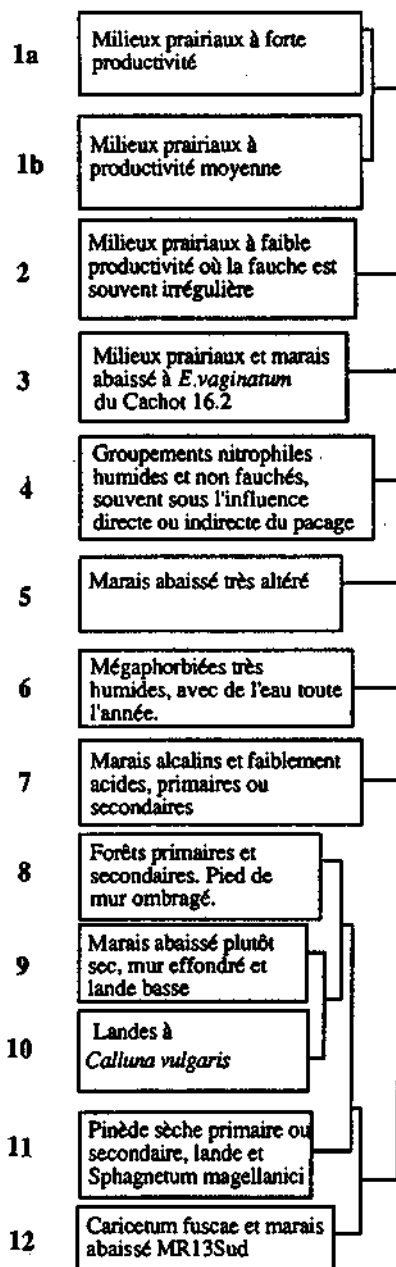
- Praz Rodet: Em 7-8-12
- MR13Sud: Em 11-12-13

Nous avons déjà souligné la parenté entre les ceintures naturelles de la vallée de Joux et le marais abaissé de Vers le Maix Rochai 13 Sud.

Deux pièges restent isolés, très pauvres en espèces et trop particuliers:

- Praz Rodet: Em 4 (4 espèces, dont 2 propres)
- Cachot 16.2: Em 18 (2 espèces)

Figure 8.3: Illustration sous forme condensée du dendrogramme consacrés aux pièges en fonction des espèces comptant au moins 5 individus (p.239).



2.1.1. Discussion

On assiste à une fragmentation en petits groupes indépendants. Le groupement à liens complets est une méthode très contrastante, mais le résultat illustre bien la forte dispersion que nous avait révélée l'AFC. Deux pôles apparaissent cependant. Le premier réunit les pièges de milieux prairiaux (prairies de fauche ou pâturages). L'analyse permet même de faire une distinction entre le degré de productivité des sols:

- milieux à forte productivité herbagère (pâturages sur sol brun et prairies sur tourbe: groupe 1a)
- prairies et pâturages à productivité moyenne (groupe 1b)
- prairies de fauches plus humides dont la productivité est faible (groupe 2).

Le second concerne les tourbières et regroupe tous les éléments typologiques caractéristiques des tourbières acides, y compris le *Caricetum fuscae*, mais dans sa forme la plus acide, et une partie des marais abaissés.

Indépendamment de la faune, quels sont les points communs entre les éléments d'un groupe ? La flore ou la structure de la végétation donne tantôt des indications claires, tantôt il faut chercher du côté des pratiques agricoles, de la présence d'écoulement, d'une nappe stable ou sujette à de fortes variations d'amplitude et parfois, aucun critère ne s'impose clairement. Les pièges se trouvent parfois dans une situation écologique intermédiaire et intègrent des influences diverses. Parfois, les pièges se rapprochent par manque d'informations (trop peu d'espèces d'Empidoidea)

Nombre d'individus pris en compte: Cinq individus, c'est parfois trop peu, surtout lorsque la dispersion est forte. Se montrer plus strict peut conduire à une image plus cohérente. C'est ce que nous avons fait dans un second temps en ne conservant que les espèces à 10 occurrences (fig. 8.7.). Mais la perte d'information gomme une part importante de l'information écologique. Ainsi les espèces les plus significatives peuvent être éliminées et certains pièges ont ainsi de la difficulté à se positionner au sein du dendrogramme, d'autant plus que notre échantillonnage marque certaines carences (certains sous-milieux sont sous-échantillonnés) et que certains milieux sont relativement pauvres en Empidoidea.

Les autres éléments intéressants amenés par le groupement effectué sur les objets (=pièges) sont les suivants :

- Les groupes 2 et 3 soulignent le caractère peu intensif ou extensif des lieux et leur originalité dans la transition. C'est là qu'il faudra chercher l'écotone. Au Cachot 16.2, les pièges se regroupent en fonction de groupes d'espèces ayant des stratégies différentes: des espèces de marais pénètrent dans la prairie et des éléments prairiaux colonisent le marais. La limite du marais selon les Empidoidea ne correspond pas à la bande encore fauchée.
- la mise en évidence du caractère mixte de la faune des pièges 13 et 14 de La Burtignière et du

rôle que jouent les tapis de sphaignes isolés dans le *Caricetum davallianae*.

Le dendrogramme illustre d'une autre manière ce que nous avons souligné dans l'AFC.

- la parenté entre les bas-marais alcalins et acides de la vallée de Joux et le marais abaissé MR13Sud, dû au caractère mixte de sa faune (groupe 7 pour la frange mésophile du peuplement et groupe 12 pour l'acidophile),
- le caractère original des ceintures naturelles de bas-marais.

2.2. Les espèces (mode R)

2.2.1. Introduction

Nous avons utilisé les mêmes tableaux de base que précédemment pour construire les matrices de similarité, mais cette fois, ce sont les relations entre les espèces qui nous intéressent (mode R). Nous avons utilisé le tau de Kendall qui est un coefficient de corrélation de rang entre descripteurs.

Cette approche correspond mathématiquement au travail que nous avons effectué lorsque nous avons cherché à classer les espèces que nous avons récoltées en fonction de leur degré d'affinité aux milieux tourbeux. Elle a pour but la mise en évidence d'assemblage d'espèces caractéristiques de certains milieux.

Trois groupements basés respectivement sur les espèces comptant au moins 3, 5, 10 individus (fig. 8.4, 8.5 et 8.6) et quatrième ne conservant que les espèces à 10 occurrences (fig. 8.7) figurent ici. Ils comprennent l'ensemble des pièges posés en tourbière. Nous n'avons pas voulu effectuer un choix. En effet, la comparaison s'avère intéressante. La principale dichotomie n'intervient pas toujours au même niveau et les difficultés d'attribution de certaines espèces à un groupe sont riches d'enseignements, comme nous le verrons aux points 2.2.2., 2.2.3. et 2.2.4. Suivre progressivement l'épuration d'un groupement à l'autre permet de mieux comprendre ce qui contribue à la formation des groupes. Ceci montre également la part de subjectivité inhérent au choix d'un groupement. En effet, c'est souvent le groupement correspondant le mieux aux conceptions du chercheur qui est finalement retenu...

2.2.2. Le groupement à 3 individus au moins

Nous avons dans une phase exploratoire conservé les espèces comptant au moins 3 individus. Ceci a l'inconvénient d'introduire une part d'information difficilement appréciable dans l'analyse, mais en connaissant les espèces on peut cependant déterminer la part de "bruit" et la part due aux espèces peu représentées, mais très liées à un milieu ou un faciès donné.

On note une nette dichotomie. Les espèces les plus caractéristiques des tourbières acides dans le cadre de l'échantillonnage (unité 2) s'opposent aux autres (unité 1).

- La première unité réunit la majeure partie des espèces (près de 80%). Elle est assez hétérogène et regroupe toutes les espèces dont les représentants ne se rencontrent que rarement, voire pas du tout dans les hauts-marais. Les tourbières acides ne constituent pas leur biotope préférentiel, à l'état larvaire du moins.
- La seconde unité (correspondant au groupe 8) ne compte que 17 espèces et réunit au contraire les espèces dont la majorité des représentants ont été trouvés dans les hauts-marais, y compris dans certains marais abaissés et *Caricetum fuscae*.

CORRELATIONS CORNÉLIENNES
TAD B DE KENDALL 0.28689
% DE PEARSON 0.54041
DISTANCE DE GOMER 244.50103

DENDROGRAMME

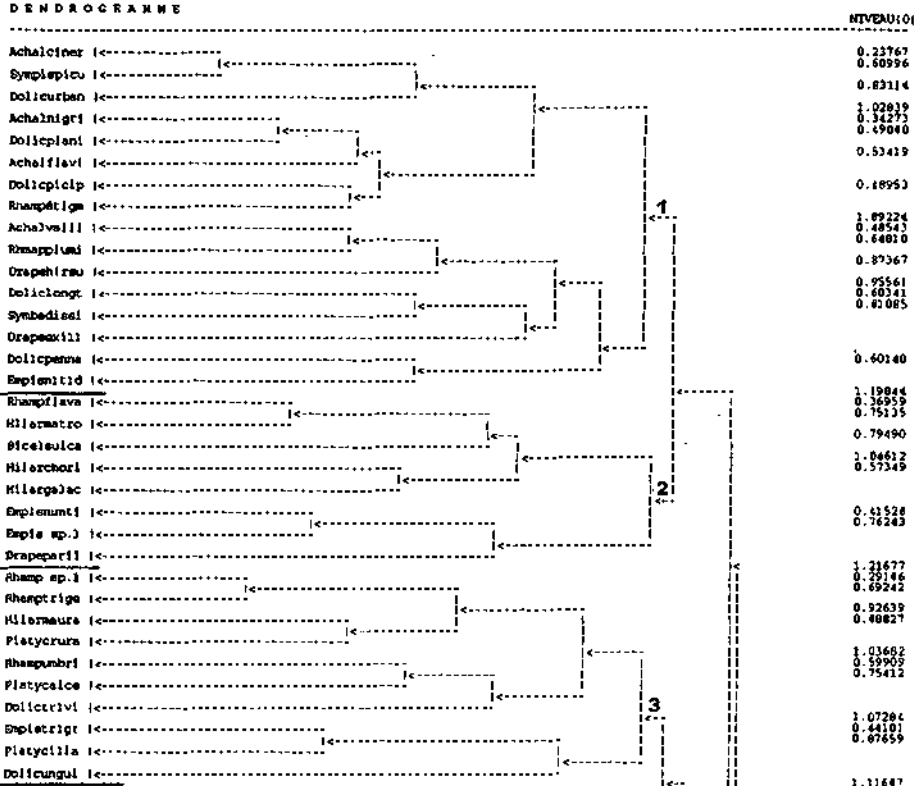


Figure 8.4: Groupement à liens complets sans contraintes (tau de Kendall): Sont prises en compte les espèces d'Empidoidea comptant au moins 3 individus (82 objets) pour toutes les stations en tourbière (125 décripteurs).

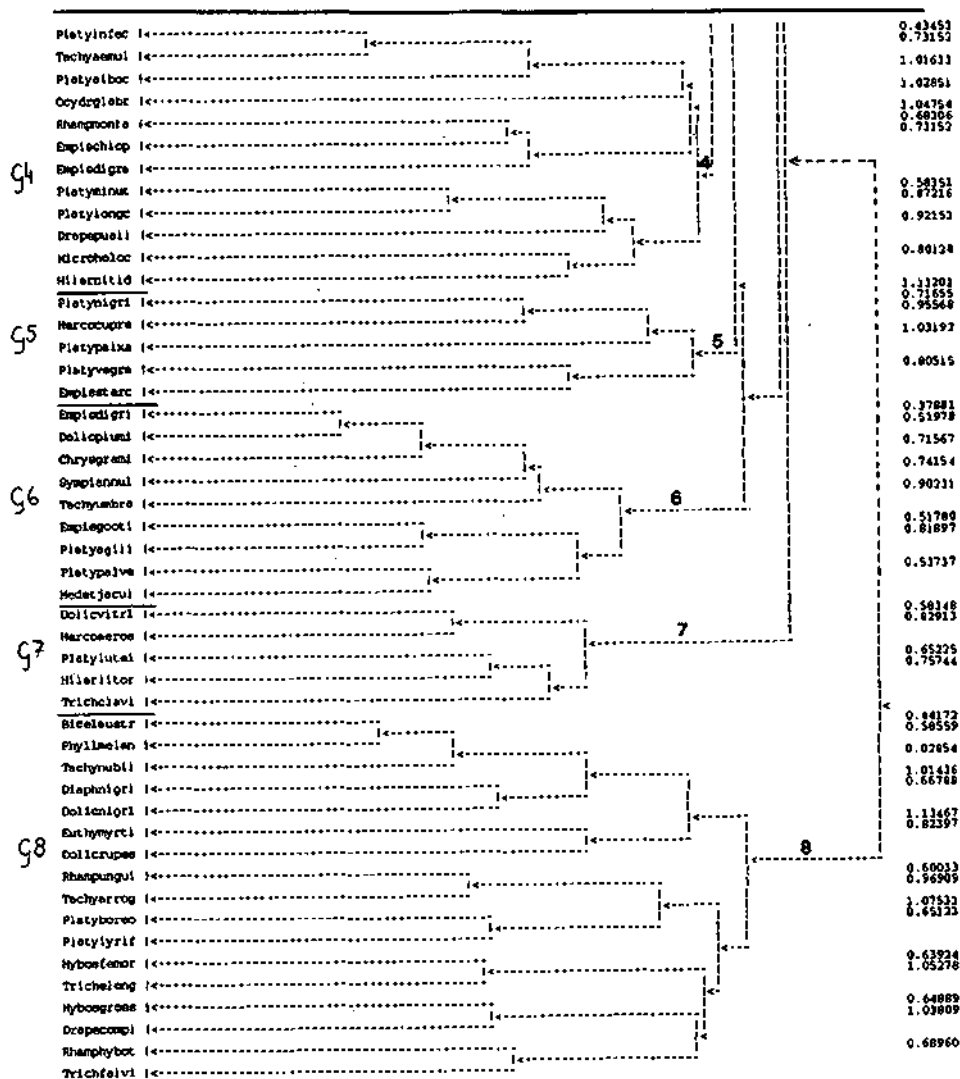


Figure 8.4 (suite): Groupement à liens complets sans contraintes (tau de Kendall). Sont prises en compte les espèces d'Empidoidea comptant au moins 3 individus (82 objets) pour toutes les stations en tourbière (125 descripteurs).

Détail des 8 groupes d'espèces

L'unité la plus grande peut être subdivisée en 7 groupes.

Le groupe 1 rassemble les espèces propres à La Burtignière et plus particulièrement celles de la transition alcaline. La zone sous influence du canal de dérivation des eaux constitue un élément très particulier qui contribue fortement à enrichir la richesse spécifique de cette tourbière. Il faut cependant relever que cet élément paysager constitue en soi une rareté, même en bordure de tourbières non-exploitées.

Le groupe 2 réunit les espèces des espèces affectionnant des milieux à forte production végétale (mégaphorbiées, prairies de fauche), mais dont certaines ont cependant un tempérament plus ubiquiste. C'est en fait leurs présences communes dans l'Aconito-Filipendulenum ou les bas-marais alcalins de La Burtignière qui conditionnent leur regroupement.

Groupe 1:

- *Achalcus cinereus*
- *Sympicnus spiculatus*
- *Dolichopus urbanus*
- *Achalcus nigropunctatus*
- *Dolichopus planitarsis*
- *Achalcus flavicollis*
- *Dolichopus picipes*
- *Rhamphomyia stigmosa*
- *Achalcus vaillanti*
- *Rhamphomyia plumipes*
- *Drapetis hirsuticercis*
- *Dolichopus longitarsis*
- *Symballophthalmus dissimilis*
- *Drapetis exilis*
- *Dolichopus pennanus*
- *Empis nitida*

Groupe 2:

- *Rhamphomyia flava*
- *Hilara matronella*
- *Bicellaria sulcata*
- *Hilara chorica*
- *Hilara galactoptera*
- *Empis nuntia*
- *Empis n°1*
- *Drapetis parilis*

Ces deux groupes forment un ensemble distinct au sein de la première unité et isolent en fait les ceintures naturelles alcalines de La Burtignière des autres milieux. Ils déterminent l'axe 1 de l'AFC.

Le groupe 3 comprend également des espèces de milieux herbacés, plutôt riches en azote, que l'on rencontre aussi bien sur sol riche en matière organique que sur sol brun. Elles sont sans affinité pour les tourbières.

Groupe 3:

- *Rhamphomyia trigemina*
- *Hilara maura*
- *Platypalpus cruralis*
- *Rhamphomyia umbripes*
- *Platypalpus calceatus*
- *Dolichopus trivialis*
- *Empis trigramma*
- *Platypalpus ciliaris*
- *Dolichopus unguatus*

Groupe 4:

- *Platypalpus infectus*
- *Tachydromia aemula*
- *Platypalpus albocapillanus*
- *Ocydromia glabricula*
- *Rhamphomyia montana*
- *Empis chioptera*
- *Empis digramma*
- *Platypalpus minutus*
- *Platypalpus longicornis*
- *Drapetis pusilla*
- *Microphor holocericeus*
- *Hilara nitidula*

Le groupe 4 est assez hétérogène, sans cohérence réelle, car formé d'espèces peu représentées (moins de 10 individus) et dont les occurrences sont plutôt dispersées. Il est par conséquent difficile de déceler une tendance globale, si ce n'est qu'il s'agit d'espèces de milieux ouverts, plutôt prairiales, mais dont certaines sont capables de se reproduire jusque sur le haut-marais.

Groupe 5: Au-delà des raisons mathématiques qui ont conduit à la formation du groupe, il n'est pas facile de discerner les facteurs écologiques communs aux milieux fréquentés par ces espèces, si ce n'est qu'elles évitent les milieux boisés. En effet *Platypalpus vegrandis* et *Empis stercorea* sont des espèces étrangères à la tourbière, largement répandues dans les milieux prairiaux, de préférence humides en ce qui concerne *Empis stercorea*. *P. nigritarsis* et *Hercostomus cupreus* sont nettement tolérantes et *P. pallidocoxa* est une ubiquiste.

Groupe 6: il constitue le "noyau dur" des prairiales. La position de *Sympicnus pulicarius*, si elle est mathématiquement compréhensible, n'est pas aussi claire d'un point de vue écologique, car nous n'avons pas récolté suffisamment d'individus pour trancher. Il en est de même pour *Empis gooti* sur lequel nous possédons trop peu d'informations, d'autant plus que l'espèce vient d'être décrite (Chvála, 1994).

Groupe 5:

- *Platypalpus nigritarsis*
- *Hercostomus cupreus*
- *Platypalpus pallidocoxa*
- *Platypalpus vegrandis*
- *Empis stercorea*

Groupe 6:

- *Empis nigripes*
- *Dolichopus plumipes*
- *Chrysotus gramineus*
- *Sympicnus pulicarius* (=annulipes)
- *Tachydromia umbrarum*
- *Empis gooti*
- *Platypalpus agilis*
- *Platypalpus pallidiventrif*
- *Medetera jacula*

Il faut cependant souligner que si les espèces du groupe 6 connaissent leurs effectifs les plus abondants dans les prairies de fauche, certaines sont localisées (*Empis nigripes* et *Dolichopus plumipes*) et d'autres colonisent largement d'autres milieux, même boisés (*Chrysotus gramineus*, *P. agilis* et *P. pallidiventris*) et jusqu'au coeur de la tourbière (*Medetera jacula*).

Groupe 7: il regroupe des espèces de milieux ouverts, colonisant les prairies de fauche et les marais abaissés. *P. luteicornis* et *Hilara liorea* sont des ubiquistes. *Trichina clavipes* également, mais contrairement aux deux précédentes, son optimum écologique se situe en tourbière, dans les milieux secondaires. Quant à *Dolichopus vitripennis*, ses effectifs le plus hauts se situent dans les prairies de fauche pas trop intensives. Le statut de ces espèces est particulièrement intéressant, puisqu'elles se situent à cheval sur la rupture entre zone agricole et tourbière. Nous y reviendrons en détail dans la conclusion de ce chapitre.

Groupe 7:

- *Dolichopus vitripennis*
- *Hercostomus aereus*
- *Platypalpus luteicornis*
- *Hilara liorea*
- *Trichina clavipes*

Le groupe 7 constitue la dernière subdivision importante de la première grande unité du dendrogramme consacré aux espèces d'Empidoidea. Globalement, cette unité correspondait aux espèces de milieux ouverts, même si certaines ont un tempérament plus ubiquiste.

Groupe 8:

La seconde unité formée du seul groupe 8, est beaucoup moins importante numériquement parlant (17 espèces sur 82, soit 20.7% des espèces prises en compte). Elle regroupe les espèces propres aux tourbières acides (haut-marais et *Caricetum fuscae*), du moins dans le cadre de l'échantillonnage.

- *Bicellaria austriaca*, *Phyllodromia melanocephala* et *Tachypeza nubila* sont des espèces à optimum forestier, mais colonisant largement les marais abaissés. Elles sont présentes aussi bien en milieux primaires que secondaires.

Diaphorus nigricans et *Dolichopus nigricornis* préfèrent les milieux ouverts (marais abaissés, landes), tout comme *Euthyneura myrtili* et *Dolichopus rupestris*. Elles apprécient des milieux plutôt secs et trouvent dans les milieux secondaires leurs sites préférentiels.

Les espèces figurant dans la seconde colonne (cf. page suivante, liste des espèces du groupe 8) sont au moins partiellement présentes dans les *Caricetum fuscae* de la vallée de Joux.

- *Rhamphomyia unguiculata* et *Tachydromia arrogans* se trouvent réunies en une étrange

association. La première n'a été trouvée qu'en zone primaire et constitue une des espèces les plus caractéristiques des tourbières et la seconde est une ubiquiste très commune. Sa présence régulière dans les associations primaires acides de la vallée de Joux conduit à ce résultat. C'est un artefact typique d'un groupement hiérarchique.

- Caractéristiques des ceintures naturelles de bas-marais, *P. lyrifer* n.sp. et *P. boreoalpinus* trouvent leur optimum dans le Caricetum fuscae. Seul *Platypalpus lyrifer* a apparemment réussi à coloniser les marais abaissés secondaires.
- *Hybos femoratus* a été si peu capturé qu'il est difficile d'émettre un jugement. *Trichina elongata* apparaît comme une espèce forestière, aussi bien sur sol tourbeux que sur sol brun.
- *Hybos grossipes* est vraisemblablement lié aux tourbières dans le Jura et *Drapetis completa* se rencontre également sur sol brun.
- *Rhamphomyia hybotina* et *Trichinomyia flavipes* sont deux espèces acidophiles, plutôt forestières.

Groupe 8:

- <i>Bicellaria austriaca</i>	- <i>Rhamphomyia unguiculata</i>
- <i>Phyllodromia melanocephala</i>	- <i>Tachydromia arrogans</i>
- <i>Tachypeza nubila</i>	- <i>Platypalpus boreoalpinus</i>
- <i>Diaphorus nigricans</i>	- <i>Platypalpus lyrifer</i>
- <i>Dolichopus nigricornis</i>	- <i>Hybos femoratus</i>
- <i>Euthyneura myrtilli</i>	- <i>Trichina elongata</i>
- <i>Dolichopus rupestris</i>	- <i>Hybos grossipes</i>
	- <i>Drapetis completa</i>
	- <i>Rhamphomyia hybotina</i>
	- <i>Trichinomyia flavipes</i>

L'aspect boisé des hauts-marais inventoriés joue un rôle important et conditionne fortement la manière dont se regroupent les espèces au sein du groupe 8, car plusieurs sont des forestières. A l'exception de *Tachydromia arrogans*, ces espèces ne se reproduisent pas dans les milieux sous influence anthropozoogène directe. Si ce groupe fournit une bonne estimation de ce qui constitue le "cœur" du peuplement en Empidoidea des hauts-marais étudiés, une bonne connaissance des espèces permet cependant de relativiser la présence de certains taxons au sein de ce groupe.

2.2.3. Les groupements basés sur 5 et 10 individus

Nous traitons ensemble ces deux groupements, car l'information apportée est très proche.

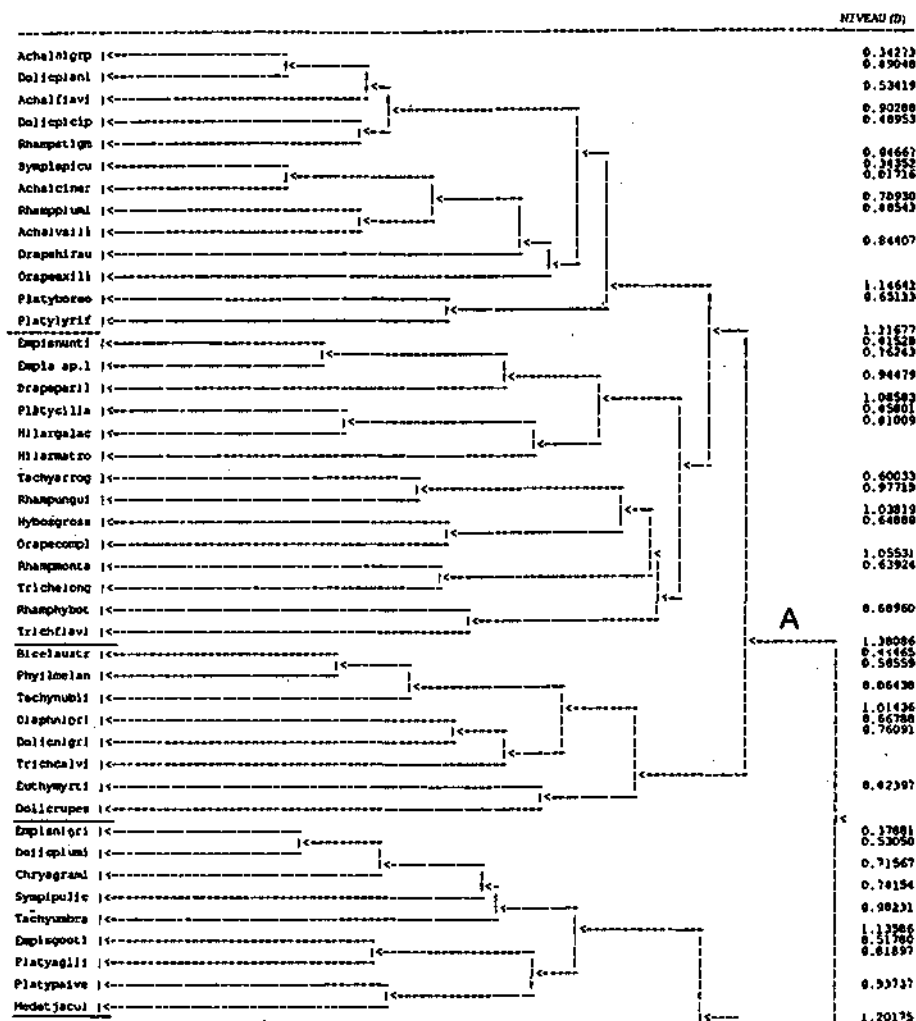


Figure 8.5: Groupement à liens complets sans contraintes (tau de Kendall). Sont prises en compte les espèces d'Empidoidea comptant au moins 5 individus (70 objets) pour toutes les stations en tourbière (125 descripteurs).

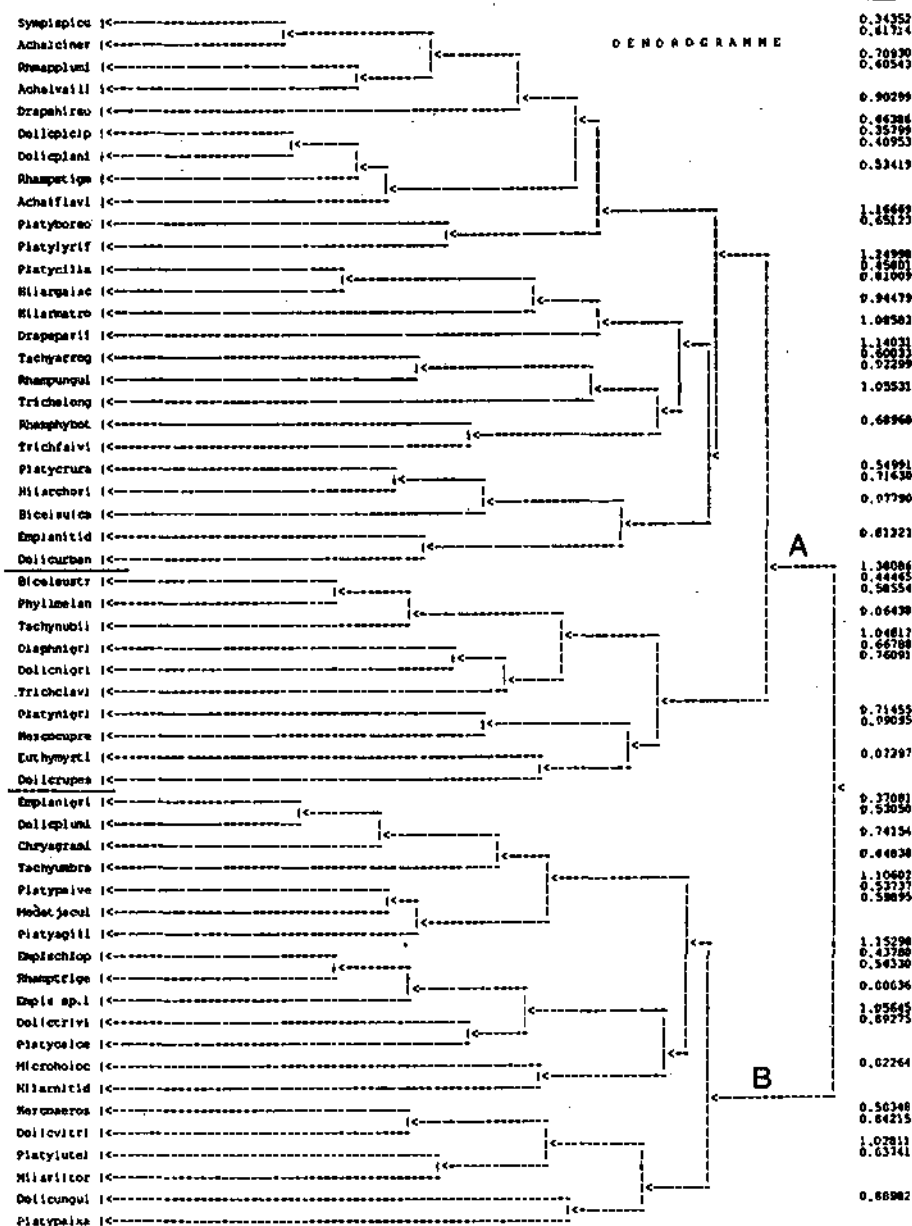


Figure 8.6. Groupement à liens complets sans contraintes (tau de Kendall). Sont prises en compte les espèces d'Empidoidea comptant au moins 10 individus (55 objets) pour toutes les stations en tourbière (125 descripteurs).

CORRELATIONS CORRESPONDANTES
 TAU DE KENDALL 0.30747
 R DE PEARSON 0.41974
 DISTANCE DE GOWER 129.96333

La première dichotomie réunit ainsi les espèces de bas-marais, les espèces du *Caricetum fuscae* qui se sont séparées des espèces du haut-marais proprement dites, et les espèces les plus strictement liées aux tourbières acides (marais abaissés y compris). *P. lyrifer* et *P. boreoalpinus* se sont cependant détachés de ce groupe pour rejoindre celui de la transition alcaline de La Burtignière. Ceci illustre bien les deux phénomènes que nous avons déjà évoqués précédemment: Le rôle clé que jouent ces espèces au sein des transition de part leur double affiliation et l'importance que joue localement la présence des sphaignes dans le bas-marais alcalin.

La seconde correspond aux espèces prairiales colonisant les prairies de fauche sur tourbe et/ou les pâturages sur sol brun.

Les espèces de mégaphobiées apparaissent selon les cas dans la première unité lorsqu'elles colonisent d'autres milieux propres aux ceintures naturelles ou aux tourbières, ou dans la seconde lorsqu'elles se développent également dans les pâturages et/ou les prairies de fauche.

Notons que *Hercostomus aerosus*, *Dolichopus vitripennis*, *Platypalpus luteicornis* et *Hilara litorea* qui se développent en partie dans le marais abaissé se rattachent toujours aux prairiales

2.2.4. Le groupement basé sur 10 occurrences et plus

A titre de comparaison, nous avons effectué un groupement sur les espèces présentant au moins 10 occurrences, ce qui est un critère de sélection très sévère. Il ne reste ainsi que le "squelette" du groupement que nous avons détaillé ci-dessus. Seules les 3 tendances-phares sont conservées (fig.8.7.).

Parmi les espèces de tourbières ne restent que les espèces colonisant au moins les forêts. *Diaphorus nigricans* et *Dolichopus nigricornis* quittent donc ce groupe pour rejoindre celles dont l'optimum se situe dans les marais abaissés. Curieusement *Drapetis hirsuticercis* n. sp. fait son entrée, en compagnie de *Drapetis parilis* dans le noyau des espèces forestières. Nous avons déjà évoqué les difficultés d'interprétation de l'écologie du genre *Drapetis*. Ce va-et-vient entre les groupes est une autre manière de souligner le problème.

La disparition du groupe des ceintures alcalines (*Achalcus* spp.) conduit au "rapatriement" de *P. lyrifer* dans le groupe des espèces de tourbières.

Les espèces prairiales les plus typiques (et déjà identifiées comme telles) sont: *Empis nigripes*, *Dolichopus plumipes*, *Chrysotus gramineus*, *Tachydromia umbrarum*, *Platypalpus pallidiventris*, *Medetera jacula*, *D. trivialis*, *P. calceus* et *P. pallidicoxa*.

Les espèces faisant le joint entre prairie de fauche et marais abaissé sont: *D. vitripennis*.

Hercostomus aerosus, *P. luteicornis*, *Hilara litorea*, *D. nigricans*, *D. nigricornis*, *H. cupreus*, *Trichina clavipes*, *E. nitida*, *D. urbanus* et *B. sulcata*.

Les espèces les plus liées aux tourbières acides intactes dans le cadre de l'échantillonnage sont: *B. austriaca*, *P. melanocephala*, *T. nubila*, *T. flavipes*, *T. arrogans* et *P. lyrifer*.

C'est essentiellement grâce au comportement de ces 28 espèces qu'il nous faudra essayer de comprendre le fonctionnement des zones de transition.

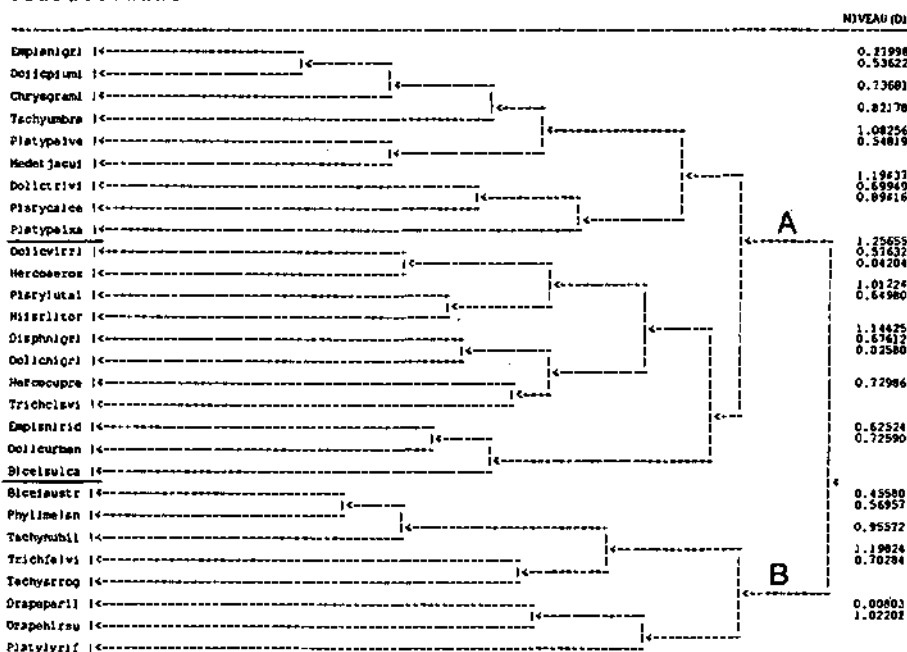
PROGRAMME DENDRO

Logiciel R, Version 3.0b

NOMBRE D'OBJETS : 26

NOMBRE DE VARIABLES: 125

DENDROGRAMME



CORRELATIONS COPIENETIQUES

TAU DE KENDALL 0.41220

R DE PEARSON 0.58354

DISTANCE DE GOWER 25.04899

Figure 8.7: Dendrogramme basé sur le groupement des espèces d'Empidoidea à 10 occurrences (tau de Kendall).

3. Conclusions

Les principaux résultats des analyses indépendamment de la mise en évidence d'une forte dispersion au sein de nos données, sont:

- l'originalité de bas-marais alcalins et acides de la vallée de Joux
- l'opposition claire entre hauts-marais et milieux agricoles
- la position intermédiaire relativement complexe des marais abaissés, qui nécessite une approche à plus petite échelle.
- la parenté relative entre les bas-marais de la vallée de Joux et le marais abaissé de MR13Sud
- l'absence d'un gradient tranché, mais plutôt une juxtaposition d'éléments originaux gommée par la présence d'espèces dominantes s'exprimant selon toutes les stratégies possibles.
- la superposition imparfaite des images données par la végétation et la faune. Il n'y a pas concordance des schémas de distribution.

Si l'opposition se fait tout d'abord entre milieux ouverts et milieux boisés, elle s'efface devant celle entre les milieux naturels inventoriés et milieux sous influences anthropozoogènes directes. La parenté entre milieux humides est suffisamment forte pour résister davantage à un élagage progressif des espèces et les isoler des milieux prairiaux. A l'inverse, on peut dire que la communauté des espèces prairiales se distingue suffisamment de celles des marais pour ne pas fusionner avec elles.

3.1. Les ceintures naturelles et milieux de substitution

Le caractère unique des ceintures naturelles de bas-marais apparaît clairement quelle que soit l'analyse. Elles n'ont pas leur équivalent une fois les tourbières exploitées. Les espèces d'*Empidoidea* du *Caricetum fuscae* sont un peu moins mal loties, mais, même si une infime minorité peut survivre dans certains marais abaissés, la communauté est détruite. Cela rappelle l'image que nous avons donnée des groupements à *Carex fusca*, fantômes du *Caricetum fuscae*.

Il est cependant possible que d'autres milieux non inventoriés puissent servir d'habitats larvaires de substitution à une plus forte proportion d'espèces. Il serait très intéressant de connaître la faune de faciès secondaires humides en régénération (anciens fossés d'exploitation tels qu'on en rencontre au Cachot 16.2 et aux Pontins). Il faut cependant souligner qu'il ne s'agirait que de milieux de substitution temporaires, car une colonisation éventuelle s'inscrirait dans une phase transitoire d'un processus en pleine dynamique.

Seul le marais abaissé de MR13Sud présente une fraction de communauté en commun qui lui permet de se rapprocher quelque peu des ceintures naturelles de bas-marais. La forte humidité de ce site n'y est pas étrangère (cf. Limoniidae) et il est intéressant de se pencher sur ce qui conduit

à ce rapprochement. Cela tient à peu de chose. Le peuplement de base du marais abaissé de MR13Sud ne diffère que peu de celui du Cachot 16.2, mais l'abondance de *P. tyrifer* n. sp., la présence de *Dolichopus urbanus* va rapprocher MR13S de La Butignière. Au Cachot 16.2, on ne trouve que la première espèce et des indicatrices d'assèchement comme *Diaphorus nigricans* et *Euthyneura myrtilli* jouent un rôle discriminant important. Si *P. tyrifer* est parfaitement à sa place dans le marais abaissé, on constate que ce sont en fait des facteurs d'altération du marais abaissé acide de MR13Sud qui permettent à un élément de la ceinture alcaline de s'implanter. *D. urbanus* est également présent à MR13Est. La situation n'est donc pas aussi simple qu'on pourrait le souhaiter. Une meilleure connaissance des espèces dans la région permettrait de savoir si *Dolichopus urbanus* occupe d'autres milieux humides. Il ne s'agit en tout cas pas de dire qu'il faut engraisser et chauler les marais abaissés si l'on veut retrouver une portion de la faune originelle des ceintures alcalines! L'état que nous avons relevé correspond à un pointage dans l'évolution du marais abaissé et nous n'avons aucune garantie sur le devenir du site. La situation ne repose pas sur un équilibre stable, ni sur des critères intrinsèques à la station.

Les espèces de l'Aconito-Filipenduletum ont certainement trouvé plus facilement des milieux favorables, car on retrouve de telles formations en plusieurs endroits du Jura. La mégaphorbiée du Cachot 16.4 en est un exemple, mais là aussi seule une fraction des espèces caractéristiques a été capturée. Nous ne pouvons cependant pas en tirer de conclusions définitives, car les mégaphorbiées n'ont pas été suffisamment échantillonnées.

3.2. Tourbière - zone agricole

L'opposition entre zones agricole et tourbière haute est nette, mais cet antagonisme se traduit pour plusieurs d'espèces en termes de milieux ouverts - milieux boisés. Ce gradient n'est cependant pas déterminant.

Dans les marais abaissés, les choses se compliquent, certains pièges marquent une affinité avec:

- les landes et des murs effondrés (Cachot 16.2, Em 12-13B-14-16-16B)
- le Caricetum fuscae acide (MR13Sud, Em 11-12-13)
- le Caricetum fuscae peu acide et le bas-marais alcalin (MR13Sud, Em 10-12B-14-14B-14C)
- la prairie de fauche (Cachot 16.2, Em 9-10-11-13)

D'autres forment un groupe indépendant (MR13Est 10-11-12-13-14 et Cachot 16.2, Em 10B)

Cette situation montre qu'il se passe selon les cas des choses assez différentes dans la zone de transition. Nous traiterons cas par cas les différentes transitions au Chapitre 10.

3.3. L'AFC: résumé schématique

Nous résumons dans les figures 8.8 et 8.9 les principaux pôles révélés par l'AFC regroupant toutes les stations et les Empidoidea comptant au moins 3 individus. La figure 8.8 concerne les milieux et la figure 8.9, les espèces.

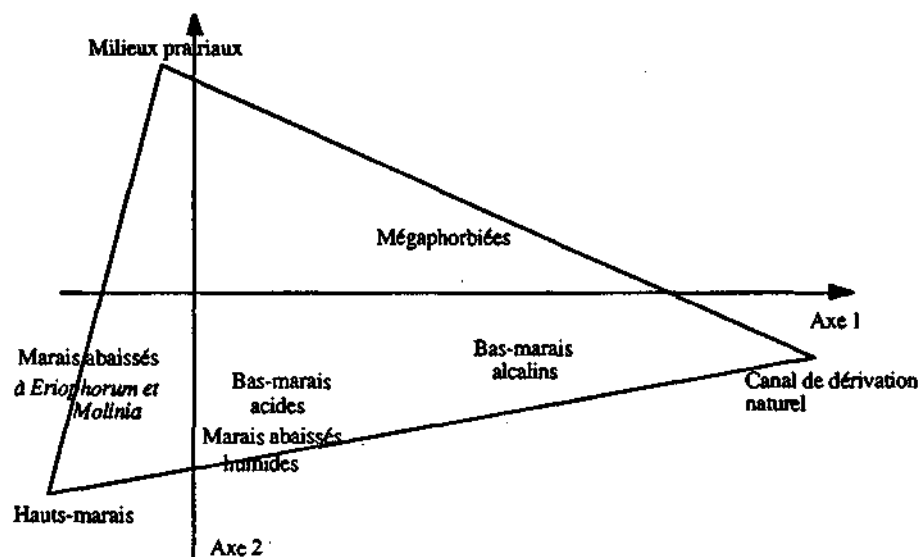


Figure 8.8: AFC sur la base des Empidoidea (3 individus au moins, toutes les stations). Représentation schématique de la position des principaux milieux sur le plan 1x2.

Ce triangle, basé sur la faune des Empidoidea, rappelle celui de Gallandat (1982, p.38 à 41), basé sur les associations végétales des prairies marécageuses du Haut-Jura. Il avait alors travaillé sur plus de 200 sites dans le Jura suisse et français. Trois pôles s'opposaient: les hauts-marais - les mégaphorbiées et magnocariçaies - les prairies. Il est intéressant de constater que nous obtenons les mêmes oppositions en étudiant les Empidoidea de six transitions.

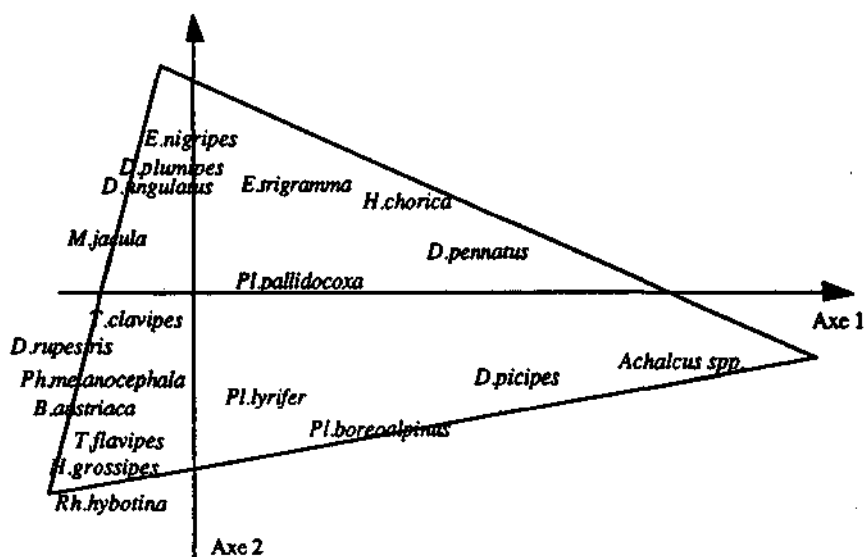


Figure 8.9: Position schématique de quelques espèces d'Empidoidea, comptant au moins 3 individus, au sein de l'AFC groupant toutes les stations (plan 1x2).

3.4. Les groupements

Si le groupement consacré aux pièges révèlent plusieurs petits groupes indépendants, le groupement consacré aux espèces exprime une nette dichotomie. D'un côté, on trouve les espèces des milieux herbacés ouverts ou de lisière et de l'autre les espèces les plus fortement liées à la tourbière dans le cadre de l'échantillonnage.

Nous proposons dans la figure 8.10 (page suivante) le résultat du dendrogramme consacré aux espèces comptant au moins 3 individus, sous forme condensée. Les proportions ne sont pas parfaitement respectées. Pour les noms des différentes espèces concernées, prière de se référer plus haut.

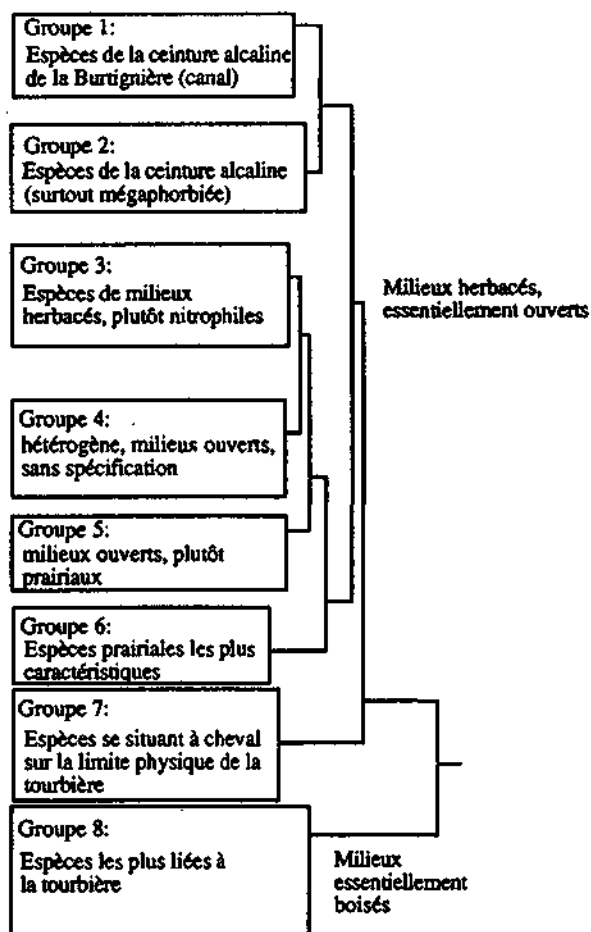


Figure 8.10: Illustration sous forme condensée du dendrogramme consacré aux espèces présentant au moins 3 individus.

La figure 8.11 (page suivante) correspond à la forme épurée du dendrogramme basé sur le groupement des espèces comptant au moins 5 individus et permet de comparer rapidement le résultat des deux analyses. Le dendrogramme basé sur les espèces comptant 10 individus et plus est très semblable, mais l'opposition influence humaine directe ou non ressort davantage, car les espèces de mégaphorbiées rejoignent le bloc des espèces de milieux humides "en friche".

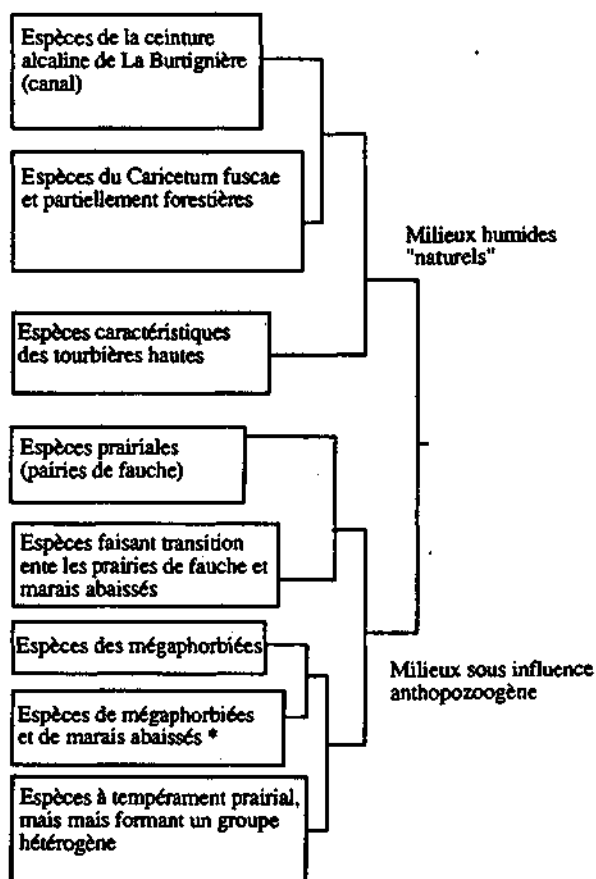


Figure 8.11: Illustration sous forme condensée du dendrogramme consacré aux espèces comptant 5 individus.

* Dans le groupement à 10 individus et plus, ce groupe rejoint la première dichotomie, son "colistier" disparaissant.

Même si la végétation constitue une base très utile pour caractériser les différents groupes d'espèces, elle ne permet pas de saisir l'entier du comportement des espèces animales. La faune étudiée ne constitue pas le miroir parfait de la flore. L'information apportée, si elle est partiellement recouvrante, comporte une composante ou plus précisément des composantes originales dans le cadre de la problématique liée aux zones-tampons.

Le groupement basé sur les espèces à 10 occurrences fournit une base permettant d'aborder avec

un certain recul le fonctionnement des zones de transition résultant de l'exploitation. Il servira de base aux schémas permettant d'illustrer au Chapitre 10 la façon dont s'établit chaque transition.

Le groupement à 10 occurrences et plus fournit ce qui constitue:

- le coeur des communautés d'Empidoidea prairiaux
- un assemblage d'espèces faisant transition entre faune prairiale et faune liée à la tourbière
- le coeur du peuplement associé aux tourbières acides.

Peuplement prairial type

Assemblage d'espèces ayant leur centre de gravité dans les milieux herbacés sous influence anthropozoogène directe

Empis nigripes
Dolichopus plumipes
Chrysotus gramineus
Tachydromia umbrarum
Platypalus pallidiventris
Medetera jacula
Dolichopus trivialis
Platypalus calceatus
Platypalus pallidicoxa

Espèces occupant la transition entre les deux écosystèmes

Platypalus luteicornis
Hilara liorea
Empis nitida
Dolichopus urbanus
Bicellaria sulcata
Hercostomus cupreus
Hercostomus aereus
Dolichopus vitripennis
Dolichopus nigricornis
Diaphorus nigricans
Trichina clavipes

Peuplement de tourbière acide type

Assemblage d'espèces ayant leur centre de gravité dans les tourbières, *Caricetum fuscae* y compris

Bicellaria austriaca
P. melanocephala
Tachypeza nubila
Trichinomyia flavipes
Tachydromia arrogans
Platypalus tyrifer



Figure 8.12: Schéma basé sur les espèces d'Empidoidea à 10 occurrences et plus. Des espèces très caractéristiques des milieux tourbeux mais très localisées, ont de ce fait été éliminées. Les flèches indiquent vers quel milieu les espèces ont le plus d'affinité.

CHAPITRE 9 : FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX - RESULTATS GLOBAUX

I. Introduction

On peut appréhender l'influence des facteurs environnementaux selon deux aspects:

- soit on cherche à connaître leur influence à l'échelle des espèces, afin de mieux identifier leurs exigences écologiques (autoécologie). Dans ce cas, il faut travailler à relativement grande échelle (unité biogéographique ou région) et considérer l'ensemble des résultats en espérant mettre en évidence de grandes tendances, des éléments phares permettant de passer par dessus les particularités locales. On s'intéresse alors aux macroconditions, dont le climat (macro- ou mésoclimat) est l'une des composantes.
- soit on choisit de travailler à plus petite échelle, afin de comprendre ce qui se passe localement au sein d'une transition. On s'intéresse alors aux microconditions qui régissent la vie d'un groupe d'individus. Le microclimat joue un rôle important. Notre échantillonnage n'est pas suffisant pour permettre un suivi intéressant des espèces et nous travaillerons essentiellement sur les pièges. Pour nous, c'est la localisation de l'information qui est importante.

Nous avons conçu ce chapitre comme un moyen de mieux connaître les exigences des espèces. Nous aborderons au chapitre suivant chaque transect séparément et nous comparerons les résultats apportés par la faune et la flore.

2. Approche globale des espèces

A l'échelle de l'ensemble de nos transects, la dispersion au sein de nos données faunistiques est telle qu'elle rend pratiquement sans intérêt toute approche globale de quantification des phénomènes. L'un de nos buts initiaux était notamment de quantifier la part de la variation absorbée par la flore et par la structure de la végétation, mais avoir recours dans ces conditions à la partition de variation (Borcard & al., 1992) n'a guère d'intérêt. Nous sommes persuadée qu'il faut cependant continuer dans cette voie, mais simplement nos données de s'y prêtent pas. Une approche à l'échelle de chaque transition prise isolément apportera par contre son lot d'informations (cf. Chapitre 10 "Faune et Flore").

Pour ce qui est de l'ensemble des transects, seul le pH a fait l'objet d'un calcul de son influence sur la matrice espèces (au moins 10 individus pour l'ensemble des stations, y compris celles sur

sol brun). Nous avons ensuite cherché à illustrer l'influence de l'acidité et de la structure de la végétation de manière différente, même s'il s'agit d'une approche essentiellement descriptive.

2.1. L'acidité

Nous avons effectué une analyse canonique des correspondances (= ACC) dans laquelle nous avons contraint la matrice des espèces d'*Empidoidea* comptant plus de 10 individus (61 espèces / 140 échantillons) par la matrice du pH (1 descripteur / 140 échantillons). Dans les deux cas, les pièges constituent les objets. Nous n'avons pas utilisé la même matrice que pour l'AFC, car comme souligné plus haut, conserver les espèces à 3 individus est un critère de sélection trop souple, d'autant plus que nous avons choisi d'introduire l'ensemble des pièges dans l'analyse. Cette analyse figure dans l'Annexe 8 bis.

La somme totale des valeurs propres est de 7.418 et le pH explique 5.5% de la variation totale. Cette part est très faible, mais on ne pouvait augurer d'un résultat bien supérieur puisque le premier axe de l'AFC de la matrice espèces ne contribue qu'à 8.3% de la variation.

	AFC	ACC (pH)
Axe 1	8.3% (axe non-contraint)	5.5% (axe canonique)
Axe 2	7.8% (idem)	8.1% (axe non-contraint)
Axe 3	6.0% (idem)	6.2% (idem)
Axe 4	5.0% (idem)	5.1% (idem)

Tableau 9.1: Pourcentages de variation absorbée par les 4 premiers axes de l'AFC sur les Empidoidea (≥ 3 individus) et expliquée par les 4 premiers axes de l'ACC contrainte par le pH.

Nous avons effectué un test de Monte Carlo sur ce résultat: le test est significatif, puisque l'on peut rejeter l'hypothèse nulle H_0 de non relation entre les espèces et le facteur environnemental pH avec un risque inférieur à 0.1% après 999 permutations.

Le pH fait partie des multiples facteurs qui contribuent à expliquer une part de variation, à chaque fois minime, de notre matrice espèces.

2.2. pH moyen pondéré

Nous avons cherché un moyen d'illustrer l'influence du pH.

Nous avons attribué à chaque emplacement de piège à émergences un pH basé sur celui du premier "horizon" de la carotte la plus proche en tenant compte des particularités du terrain. Nous avons ensuite calculé le pH moyen pondéré pour chaque espèce d'Empidoidea. Ceci correspond à ce que Witwer (1993) appelle la valeur spécifique, soit:

Valeur spécifique = Val .sp

$$\text{Val .sp} = \frac{\sum (\text{abondance stationnelle de l'espèce X} \cdot \text{valeur stationnelle du facteur écologique})}{\text{abondance totale de l'espèce X}}$$

Il faut cependant souligner que les valeurs obtenues ne sont qu'indicatives. Nous n'avons échantillonné de manière régulière ni les milieux étudiés, ni l'ensemble des milieux colonisés par les espèces, dont nous ne connaissons pas la valence écologique.

2.2.1 Les classes de pH

Nous avons séparé nos espèces en cinq classes de pH. Les limites de ces classes sont calquées sur celles attribuées par Gobat (1984) à la flore le long des transitions naturelles qu'il a étudiées et que nous avons déjà utilisées au chapitre 5 "Résultats floristiques".

- Classe 1: $\text{pH} < 4.8$: espèces acidophiles
- Classe 2: $4.8 < \text{pH} < 5.2$: espèces plutôt acidophiles ou largement tolérantes
- Classe 3: $5.2 < \text{pH} < 5.4$: espèces faiblement acidophiles ou largement tolérantes
- Classe 4: $5.4 < \text{pH} < 5.6$: espèces tolérantes, mais dont l'optimum ne se situe pas en tourbière.
- Classe 5: $\text{pH} > 5.6$: espèces nettement basiphiles, dont l'optimum ne se situe pas en tourbière.

2.2.2. Les Empidoidea- pH moyen "idéale"

Les résultats les plus parlants figurent dans les classes 1, 4 et 5.

En examinant les tableaux 9.2, on constate une bonne correspondance entre les résultats obtenus sur la base du pH et les classements que nous avons effectués en fonction du degré d'affinité aux tourbières acides (chapitre "Résultats faunistiques").

Dans le groupe réunissant les espèces acidophiles comptant plus de dix individus, on retrouve la plupart des espèces liées aux tourbières (zones primaires ou secondaires), mais aussi deux espèces forestières très tolérantes, telles *Tachypeza nubila* et *P. ciliaris*. Les milieux forestiers se

situant en tourbières sont surreprésentés dans notre échantillonnage par rapport à ceux sur sol brun et c'est pourquoi on obtient cette image. Cela prouve encore une fois la nécessité de bien connaître les espèces, afin d'interpréter correctement les résultats et de pouvoir les intégrer à une échelle supérieure à celle de l'échantillonnage.

Les espèces classées en 2 et 3, peuvent l'être pour des raisons bien différentes:

- soit leur souplesse écologique leur permet de coloniser tous les milieux et comme nous avons essentiellement piégé en milieux plutôt acides, leur pH moyen est relativement bas. C'est le cas de *Platypalpus luteicornis* classé en 2 et de *Tachydromia arrogans* classés en 3.
- soit il s'agit d'espèces colonisant préférentiellement des milieux faiblement acides. C'est le cas de *Platypalpus boreoalpinus* et *Dolichopus nigricornis* classés en 2 et de *Platypalpus tyrifer* n. sp. et *Dolichopus vitripennis* classés en 3.

Parmi ces espèces faiblement acidophiles, on retrouve deux taxons dont l'optimum se situe dans le *Caricetum fuscae* (*Platypalpus boreoalpinus* et *P. tyrifer*) et deux espèces de marais colonisant les prairies de fauche dont le mode d'exploitation n'est pas trop intensif (*Dolichopus vitripennis*, et dans une moindre mesure *D. nigricornis*).

La majorité des espèces se retrouvent dans les classes 4 et 5 qui regroupent les espèces à large spectre écologique, mais dont l'optimum ne se situe pas dans les tourbières acides (*Medetera jacula*, *Hilara litorea*, *Chrysotus gramineus* et *Hercostomus aerosus*) et les espèces plus franchement prairiales (*Empis nigripes*, *Dolichopus plumipes*, *D. unguatus*, *Platypalpus calceatus*) ou liées aux mégaphorbiées (*Platypalpus laticinctus*, *P. major*, *Empis trigramma*, *Hilara chorica*).

Nous présentons l'ensemble de nos résultats, même si les valeurs obtenues pour les espèces comptant très peu d'individus et/ou très peu d'occurrences ne sont qu'indicatives. Les espèces les plus caractéristiques des marais acides obtiennent toutes une valeur spécifique inférieure à 4,6.

Note: Si la biologie d'*Ocydromia melanopleura* se rapproche de celle d'*Ocydromia glabricula* dont les larves se développent dans les bouses de vaches, son résultat ne constitue qu'un concours de circonstance, puisque le bétail a accès à la tourbière de Praz Rodet.

1. Espèces acidophiles: pH<4.8

Plus de 10 individus/espèce	Nombre d'individus	pH moyen par espèce	Occurrence
<i>Euthyneura myrtilli</i>	14	4.3	6
<i>Rhaphomyia unguiculata</i>	38	4.3	6
<i>Dolichopus rupestris</i>	47	4.3	9
<i>Diaphorus nigricans</i>	14	4.4	10
<i>Platypalpus ciliaris</i>	14	4.5	5
<i>Phyllodromia melanocephala</i>	1260	4.5	65
<i>Bicellaria austriaca</i>	252	4.5	37
<i>Tachypeza nubila</i>	95	4.6	36
<i>Trichinomyia flavipes</i>	65	4.6	17
<i>Trichina clavipes</i>	580	4.8	59

Moins de 10 individus/espèce	Nombre d'individus	pH moyen par espèce	Occurrence
<i>Hybos grossipes</i>	5	4.2	4
<i>Rhaphomyia montana</i>	6	4.2	4

2. Espèces plutôt acidophiles ou largement tolérantes:

Plus de 10 individus/espèce	4.8<pH<5.2		
<i>Dolichopus nigricornis</i>	52	4.9	29
<i>Platypalpus nigratarsis</i>	11	4.9	3
<i>Trichina elongata</i>	17	5.0	11
<i>Platypalpus boreoalpinus</i>	11	5.0	6
<i>Platypalpus luteicornis</i>	90	5.1	33
<i>Rhaphomyia hybotina</i>	12	5.1	4

3. Espèces faiblement acidophiles ou largement tolérantes:

Plus de 10 individus/espèce	5.2<pH<5.4		
<i>Hercostomus cupreus</i>	31	5.2	14
<i>Platypalpus tyrifer</i> n. sp.	162	5.2	36
<i>Tachydromia arrogans</i>	28	5.4	15
<i>Dolichopus vitripennis</i>	167	5.4	20

Moins de 10 individus/espèce	5.2<pH<5.4		
<i>Platypalpus alpinus</i>	8	5.4	3
<i>Hilera maura</i>	3	5.4	3

4. & 5. Espèces dont l'optimum écologique se situe hors tourbière:

5.4<pH<5.6

Plus de 10 individus/espèce			
<i>Medetera jacula</i>	494	5.4	44
<i>Hilera litorea</i>	102	5.4	34
<i>Hercostomus aerosus</i>	74	5.5	38

Moins de 10 individus/espèce			
<i>Drapetis completa</i>	9	5.4	8
<i>Platypalpus albocapillatus</i>	3	5.4	3
<i>Oedalea zetterstedti</i>	4	5.5	3

Tableau 9.2: Empidoidea classés en fonction de leur pH préférentiel moyen.

5. Espèces nettement basiphiles: pH>5.6

Plus de 10 individus/espèce	Nbre d'individus	pH moyen/espèce	Occurrence	Moins de 10 individus/espèce	Nbre d'individus	pH moyen/espèce	Occurrence
<i>Rhamphomyia trigemina</i>	23	5.7	3	<i>Rhamphomyia n°1</i>	3	5.7	1
<i>Empis n°1</i>	18	5.7	5	<i>Tachydromia aemula</i>	6	5.7	5
<i>Platypalpus cruralis</i>	22	5.8	9	<i>Xanthempis digamma</i>	8	5.8	5
<i>Bicellaria intermedia</i>	11	5.9	6	<i>Drapetis pusilla</i>	8	5.8	8
<i>Hilara nitidula</i>	15	5.9	9	<i>Platypalpus infectus</i>	4	5.9	4
<i>Empis nigripes</i>	89	6.0	19	<i>Ocydromia glabricula</i>	6	6.1	2
<i>Tachydromia umbrarum</i>	18	6.0	11	<i>Xanthempis stercorea</i>	7	6.1	6
<i>Microphorus holosericeus</i>	14	6.0	11	<i>Platypalpus exilis</i>	9	6.2	4
<i>Platypalpus pallidiventris</i>	17	6.1	12	<i>Drapetis exilis</i>	7	6.2	7
<i>Dolichopus plumipes</i>	91	6.1	27	<i>Dolichopus longitarsis</i>	3	6.2	2
<i>Platypalpus longicornis</i>	11	6.1	9	<i>Rhamphomyia sulcata</i>	4	6.3	4
<i>Drapetis parilis</i>	19	6.1	12	<i>Hybos femoratus</i>	8	6.4	3
<i>Dolichopus unguatus</i>	11	6.2	10	<i>Platypalpus minutus</i>	8	6.5	6
<i>Platypalpus calceatus</i>	42	6.2	17	<i>Symbolophthalmus dissimilis</i>	4	6.5	4
<i>Platypalpus agilis</i>	26	6.2	12	<i>Sympicnus annulipes</i>	7	6.6	7
<i>Rhamphomyia umbripes</i>	10	6.3	6	<i>Platypalpus major</i>	6	6.6	5
<i>Chrysotus gramineus</i>	357	6.3	49	<i>Dolichopus pennatus</i>	4	6.7	3
<i>Empis chioptera</i>	39	6.4	10	<i>Rhamphomyia flava</i>	4	6.9	3
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>	64	6.4	24	<i>Platypalpus vegrandis</i>	6	7.0	5
<i>Bicellaria sulcata</i>	276	6.4	46	<i>Empis gooti</i>	5	7.2	2
<i>Empis nitida</i>	29	6.5	16	<i>Elaphropeza ephippiata</i>	5	7.3	3
<i>Drapetis hirsuticercis n. sp.</i>	21	6.5	15	<i>Xanthochlorus tenellus</i>	8	7.3	3
<i>Dolichopus urbanus</i>	61	6.6	19	<i>Atelestus pulicarius</i>	3	7.3	2
<i>Hilara chonica</i>	18	6.6	3	<i>Achalcus nigropunctatus</i>	7	7.3	4
<i>Sympicnus spiculatus</i>	14	6.6	5				
<i>Empis nuntia</i>	34	6.6	9				
<i>Dolichopus trivialis</i>	24	6.6	14				
<i>Rhamphomyia stigmata</i>	12	6.7	8				
<i>Hilara galactoptera</i>	31	6.8	12				
<i>Dolichopus planitarsis</i>	17	7.0	9				
<i>Dolichopus picipes</i>	12	7.1	4				
<i>Hilara matrona</i>	11	7.1	5				
<i>Xanthempis trigamma</i>	30	7.2	9				
<i>Platypalpus laticinctus</i>	28	7.3	3				
<i>Rhamphomyia plumipes</i>	11	7.4	5				
<i>Achalcus vaillanti</i>	45	7.4	3				
<i>Achalcus cinereus</i>	17	7.5	4				
<i>Achalcus flavicollis</i>	13	7.6	8				

Tableau 9.2 (suite): Empidoidea classés en fonction de leur pH préférentiel moyen.

2.2.3. Les Limoniidae - pH moyen pondéré

A titre de comparaison, nous avons effectué le même exercice sur les Limoniidae.

Parmi les taxons représentés à plus de 10 individus:

- *Molophilus occultus* et *Dicranomyia distendens* obtiennent une valeur spécifique pour le pH inférieure à 4.8.
- *Ormosia ruficauda*, *Euphyllidorea phaeostigma* et *Molophilus obscurus* avec une valeur supérieure à 4.8, mais nettement inférieure à 5.2.
- *Rhipidia maculata* obtient encore un 5.6.

Les autres espèces¹ ont une valeur spécifique pour le pH supérieure à 5.6. Leur optimum écologique ne se situe pas dans les tourbières acides, bien que plusieurs d'entre elles gravitent autour et dans ces milieux dans le Jura. A l'exception de quelques rares taxons, le pH n'a guère d'importance pour cette famille (3.6% de la variation totale de la matrice "espèces").

2.2.4. Conclusion

On pourrait reprocher à cette méthode de ne pas introduire un facteur de correction sur l'abondance des espèces et d'attribuer ainsi trop de poids aux pièges où l'espèce est très abondante. En effectuant une ACC où les abondances d'espèces sont transformées en logarithmes, on obtient sur l'axe canonique déterminé par le pH, un classement très proche de celui que nous avons obtenu par le calcul de la valeur spécifique.

Certains milieux sont sur- ou sous-représentés dans notre échantillonnage. En ce cas, la notion de moyenne et même d'écart-type n'a guère de sens écologique, car elle n'est que le reflet de la situation étudiée qui n'englobe de loin pas l'ensemble de la valence écologique des espèces.

Les valeurs spécifiques que nous avons obtenues ne se veulent qu'une indication et non pas une valeur absolue. Elles permettent simplement de situer un peu mieux les espèces par rapport au préfèrendum exprimé dans le cadre de l'étude.

2.3. La structure de la végétation

Nous avons renoncé à quantifier l'influence de la structure de la végétation sur la distribution des espèces au sein de l'espace multidimensionnel de l'AFC consacrée à l'ensemble des transects ou aux seules stations brévinnières situées en tourbière. Grâce au calcul des pourcentages de la variation absorbés par les principaux axes des AFC (cf. Chapitre 8, p. 230 et 232), nous savons

¹ Nous avons cependant exclu *Monophilus nodicornis*, *Prionolabis hospes* et *Ormosia depilata* capturés à 1 ou 2 exemplaires.

que cette part est faible et nous n'avons pas jugé intéressant d'aller plus avant sur cette voie. Par contre, cet aspect sera traité pour les transects de La Burtignière, du Cachot 16.2 et de MR13Sud au chapitre suivant.

De la même façon que nous l'avons fait pour le pH, nous avons cherché à attribuer à chacune des espèces une valeur de réaction à chaque critère morphologique. Le travail que nous avons fait n'a pas modifié l'image que nous avions des assemblages d'espèces. La manière dont elles s'agencent au sein du groupement est très proche de celle observée sur la matrice de base. Néanmoins nous présentons la démarche parce qu'elle est en soi assez originale et montre qu'en abordant le problème très différemment, nous avons obtenu le même résultat.

2.3.1. Les profils de réaction

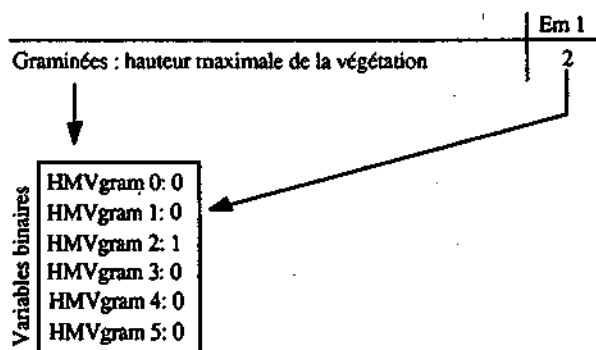
Nous avons tout d'abord dû transformer les données de structures en variables factices binaires. Pour 8 types morphologiques, nous avons retenu 3 critères sur une échelle de 1 à 6 (classes de hauteur) et de 1 à 9 (taux de recouvrement). Pour chaque type morphologique, le critère "hauteur maximale de la végétation" (abrégié H MV) et le critère "hauteur où le recouvrement est maximal" (abrégié H RM) se sont trouvés dans un premier temps scindés en 6 descripteurs et le troisième critère "recouvrement maximal atteint par le type morphologique en question" abrégié R M en 9 descripteurs. Nous avons ensuite pu réduire la taille du fichier, car tous les cas de figure n'étaient pas exprimés.

Exemple: Graminées: Hauteur maximale de la végétation. On trouve pour cette variable des codes allant de 0 à 5 dans le fichier "structure". La variable est exprimée sous la forme:

- H MV gram 0
- H MV gram 1
- H MV gram 2
- H MV gram 3
- H MV gram 4
- H MV gram 5

Si pour le relevé X, la hauteur maximale atteinte par les Graminées se situe entre 10 et 30 cm, elle est codée par un 2. On note alors 0 pour les hauteurs non concernées et 1 pour la hauteur 2:

On construit ainsi un fichier dont l'information est codée sous forme binaire.

Exemple:

Nous avons ensuite multiplié cette nouvelle matrice "structure" par la matrice des espèces d'Empidoidea (produit matriciel (cf. Legendre & Legendre, 1984, p.36)).

Seules les espèces comptant plus de 10 individus ont été conservées.

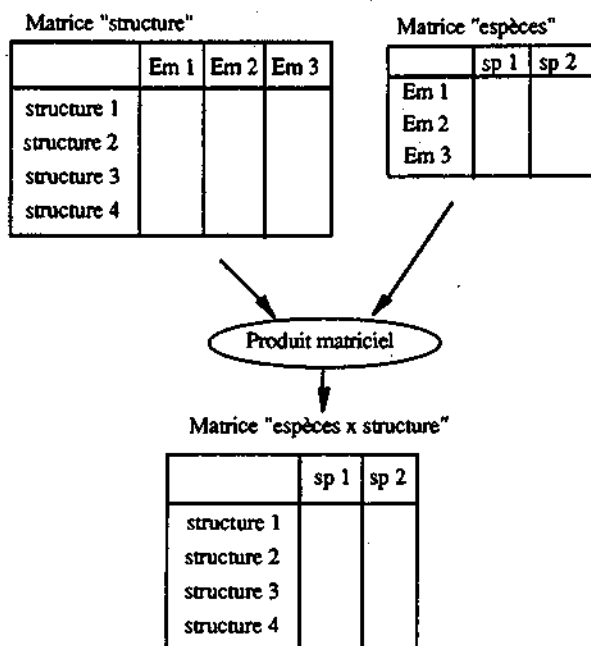


Figure 9.1: Illustration schématique de la fabrication de la matrice "espèces x structure".

Nous avons ensuite remplacé chaque valeur par le pourcent que représente ce nombre d'individus par rapport au nombre total que compte l'espèce. On obtient ainsi pour chaque critère morphologique le profil de réaction de chaque espèce par rapport à ce critère. Les critères sont toujours les descripteurs et les espèces sont devenues les objets. L'effet de dispersion des espèces à travers l'échantillonnage se trouve gommé.

2.3.2. L'AFC

Nous avons effectué une AFC sur cette nouvelle matrice (cf. Annexe 8 bis).

La variation était cette fois très faible (0.968). Les axes 1, 2, 3 et 4 représentent respectivement 22.2%, 10.0%, 8.6% et 6.5% de la variation totale de la matrice espèces d'Empidoidea (≥ 10 individus) x structure.

Si l'on examine la façon dont les espèces se disposent par rapport aux descripteurs morphologiques en fonction de l'axe absorbant le maximum de variation, les descripteurs se regroupent au centre et les espèces forment autour un nuage relativement distant. Pour des raisons de lisibilité, nous avons préféré séparer les espèces et les éléments structuraux sur deux figures séparées.

Du côté positif de l'axe 1, on trouve les types morphologiques caractéristiques des zones herbacées à végétation haute: plantes à feuillage moyen, plantes à feuilles larges, grosses touffes et hautes graminées. A l'opposé, ce sont les types morphologiques les plus caractéristiques des tourbières acides primaires ou secondaires (chaméphytes, touradons et, dans une moindre mesure, les mousses).

Les axes 1 et 2 définissent 4 quadrants. Le premier quadrant (les coordonnées x et y sont positives) regroupent les Empidoidea prairiaux les plus caractéristiques. La présence d'espèces végétales dont la surface des feuilles n'excède pas 50 cm² (feuillage "moyen") et dont la taille dépasse 30 cm caractérisent ce quadrant.

Le deuxième quadrant (x négatifs et y positifs) est déterminé par le type morphologique "touradon". On y retrouve les espèces colonisant les faciès à *Eriophorum vaginatum*.

Dans le troisième quadrant (x et y négatifs), on retrouve les espèces d'Empidoidea caractéristiques des forêts, de leur lisière et des landes. Les types morphologiques caractérisant ce quadrant sont les chaméphytes et les mousses lorsqu'elles ont un très fort taux de recouvrement.

Le quatrième quadrant (x positifs et y négatifs) est caractérisé par le type morphologique "touffes de belle taille", correspondant très directement à la zone d'influence du canal colonisée par *Carex*

paniculata et par le type morphologique "feuille large à fort recouvrement. On retrouve donc dans ce quadrant les espèces les plus liées à la zone d'écoulement et celles des mégaphorbiées.

Les différents types morphologiques ne sont pas représentés de façon égale. Il est logique que le type "rampant" ne concerne que la classe de hauteur 1 (hauteur maximale atteinte par la végétation (=H_{MV}) et hauteur où le recouvrement est maximal (=H_{RM})). Par contre, trois classes de recouvrement sont représentées.

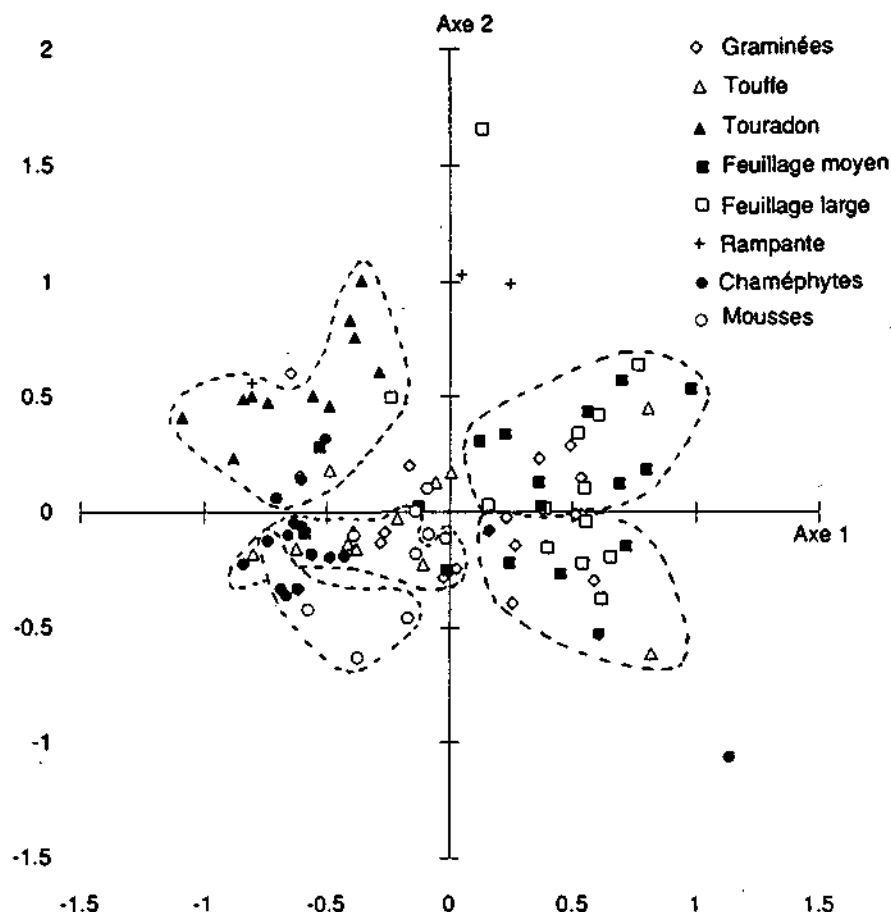


Figure 9.2: ACP consacrée aux espèces d'*Empidaidea* comptant 10 individus et plus en fonction de la structure. Positionnement des éléments structuraux dans l'espace des espèces. Plan 1x2.

Empidoidea: espèces en fonction de la structure (AFC)
(plan 1x2)

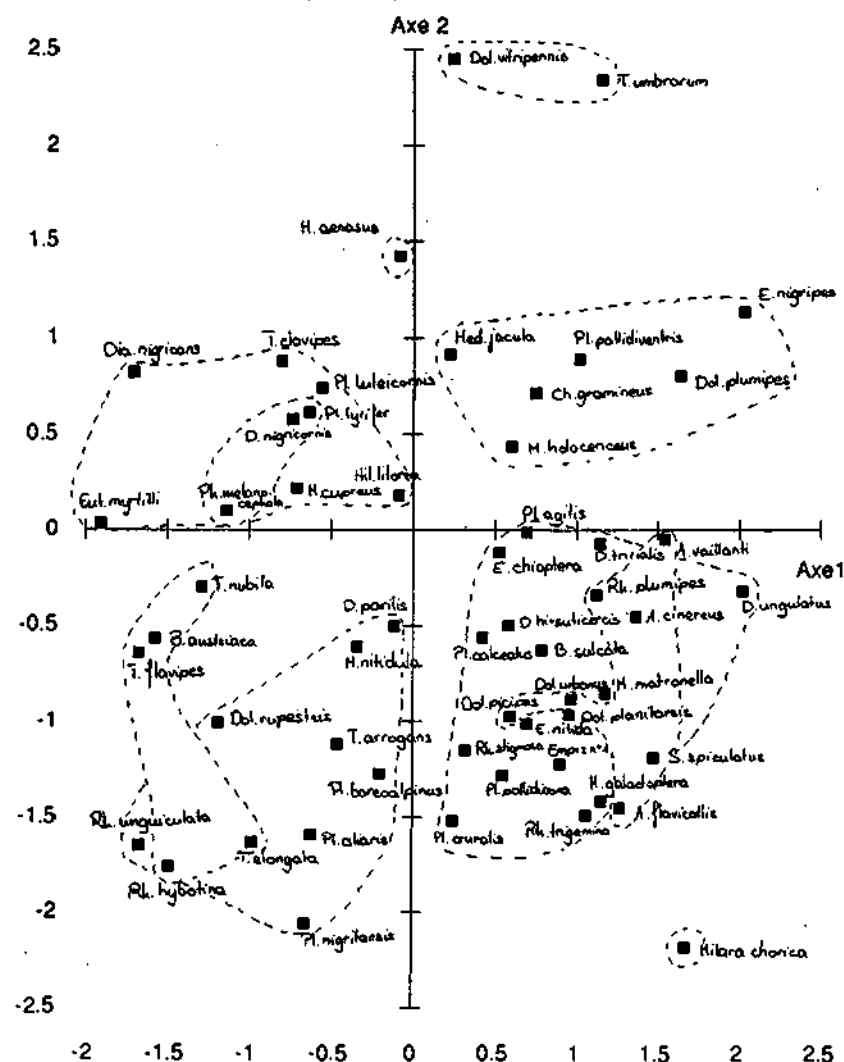


Figure 9.3: AFC consacrée aux espèces d'Empidoidea comptant 10 individus et plus en fonction de la structure. Positionnements des espèces dans l'espace des éléments structuraux. Plan 1x2.

2.3.3. Le groupement

Nous avons effectué un groupement à liens complets (fig. 9.4) sur notre matrice espèces ≥ 10 individus $\times$ structure (mode R) et utilisé le tau de Kendall. Le dendrogramme sépare nettement l'ensemble de espèces en deux grandes unités dont chacune se subdivise en quatre groupes.

Les types morphologiques et structures les plus caractéristiques des tourbières acides, milieux primaires ou secondaires (chaméphytes, touradons et dans une moindre mesure les mousses) déterminent l'unité A. Ces critères sont suffisamment exclusifs pour que les espèces ne colonisant que partiellement de tels faciès soient incluses dans cette dichotomie. Seules exceptions, les espèces présentant une bonne part de leur population dans l'Aconito-Filipenduletum de la Burtignière ou dans la zone d'influence du canal. La parenté entre les deux unités de la dichotomie B est faible (niveau de fusion 1.09645). Les espèces propres aux ceintures de bas-marais se détachent rapidement du groupe des prairiales qui présentent une affinité avec les espèces de mégaphorbiées.

Détail des groupes:

Les groupes 1 et 2 s'individualisent à 0.858 et comprennent des espèces essentiellement forestières ou liées aux landes. Ce sont les chaméphytes qui permettent aux deux groupes de se lier. Le premier groupe colonise aussi les marais abaissés à touradons d'*Eriophorum vaginatum*. La présence ou l'absence de touradons permet de séparer les deux groupes.

Groupe 1:

- *Tachypeza nubila*
- *Phyllodromia melanocephala*
- *Bicellaria austriaca*
- *Trichinomyia flavipes*
- *Dolichopus nigricornis*
- *Euthyneura myrtilli*
- *Diaphorus nigricans*

Groupe 2:

- *Tachydromia arrogans*
- *Rhamphomyia unguiculata*
- *Trichina elongata*
- *Dolichopus rupestris*
- *Platypalpus nigritarsis*
- *Platypalpus ciliaris*
- *Drapetis parilis*

Les groupes 3 et 4 se subdivisent à 0.803. Le troisième groupe comprend des espèces prairiales à large spectre, affectionnant l'humidité. Le quatrième comprend des espèces prairiales colonisant souvent les marais abaissés (touradons).

NOMBRE D'OBJETS : 55
 NOMBRE DE VARIABLES : 106
 TITRE : Test de Randell sur Emp + Dol + structure
 DATE : 13-JUL-95
 FONCTION : test

CORRELATIONS COPONOMETRIQUES
 YAU B DE RANDALL 0.40368
 B DE RANDALL 0.36595
 DISTANCE DE GOMER 237.43311

NIVEAU(10)

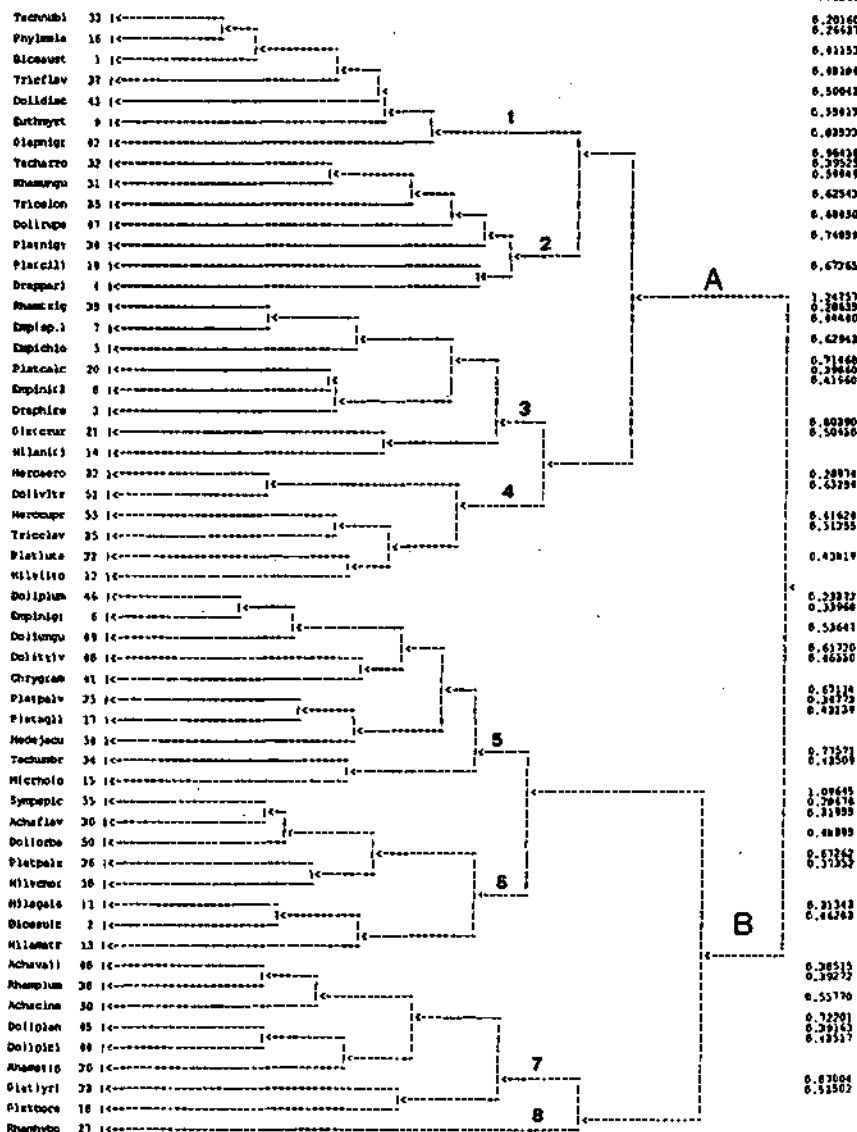


Figure 9.4: Groupement à liens complets basé sur les espèces d'Empidoidea en fonction de la structure. Les éléments structuraux sont les objets. Les espèces sont les descripteurs.

Groupe 3:

- *Rhamphomyia trigemina*
- *Empis* n°1
- *Empis chioptera*
- *Platypalpus calceanus*
- *Empis ninida*
- *Drapetis hirsuticercis*
- *Platypalpus cruralis*
- *Hilara nitidula*

Groupe 4:

- *Hercostomus aerosus*
- *Dolichopus vitripennis*
- *Hercostomus cupreus*
- *Trichina clavipes*
- *Platypalpus lueicornis*
- *Hilara luorea*

L'unité B se subdivise plus rapidement que l'unité A. La parenté entre les groupe 5 et 6 est un peu plus forte (fusion à 0.775), qu'entre les groupes 7 et 8 (0.870).

Le groupe 5 comprend les espèces prairiales les plus caractéristiques des milieux agricoles. Le 6ème groupe est hétérogène. Il compte des espèces dont les effectifs les plus élevés se trouvent en prairie, mais qui colonisent les mégaphorbiées ou les marais abaissés.

Groupe 5:

- *Dolichopus plumipes*
- *Empis nigripes*
- *Dolichopus unguatus*
- *Dolichopus trivialis*
- *Chrysomus gramineus*
- *Platypalpus pallidiventrus*
- *Platypalpus agilis*
- *Medetera jacula*
- *Tachydromia umbrarum*
- *Microphor holocericeus*

Groupe 6:

- *Sympicnus spiculanus*
- *Achalcus flavicollis*
- *Dolichopus urbanus*
- *Platypalpus pallidicoxa*
- *Hilara chorica*
- *Hilara galactoptera*
- *Bicellaria sulcata*
- *Hilara matronella*

Le groupe 7 réunit les espèces propres aux ceintures de bas-marais (alcalines ou acides) de la vallée de Joux. Seul *P. tyrifer* colonise les tourbières de la vallée de la Brévine, mais il reste dans ce groupe.

Rhamphomyia hybotina, espèce liée au *Caricetum fuscae* et à la pessière de ceinture de la Burdigunière se retrouve isolée ("groupe" 8).

Groupe 7:

- *Achalcus vaillanti*
- *Rhamphomyia plumipes*
- *Achalcus cinereus*
- *Dolichopus planitarsis*
- *Dolichopus picipes*
- *Rhamphomyia stigmosa*
- *Platypalpus tyrifer*
- *Platypalpus boreoalpinus*

"Groupe" 8:

- *Rhamphomyia hybotina*

Conclusion

Lorsqu'on considère les 8 groupes individuellement, les résultats apportés selon cette approche ne diffèrent pas fondamentalement de ce que nous avons obtenu lors des groupements consacrés aux espèces en fonction des pièges. Les grandes dichotomies n'ont par contre pas la même signification. Elles correspondent à l'image, à l'échelle des insectes, d'une structure favorable à un groupe d'espèces.

La variabilité des caractères typologiques à petite échelle est telle qu'il est nécessaire de disposer d'un grand nombre de relevés (ici, plus d'une centaine au total) pour que des tendances claires se dégagent.

CHAPITRE 10: FAUNE & FLORE - RESULTATS PAR TRANSECT

I. Introduction

Chaque zone de transition sera considérée individuellement. Nous analyserons la situation en fonction de l'occupation des espèces d'Empidoidea et de plantes sur le terrain. Rappelons-le, les résultats ne concernent que les sites d'émergences. Nous articulerons le propos en 5 points:

- schéma synthétique illustrant la répartition des 28 espèces comptant au moins 10 occurrences dans nos récoltes (cf. Tableau 10.1, p. 288). Nous avons inclut au bas de chaque schéma une échelle de pH (pN N₂O). Les valeurs sont à prendre comme une indication. Elles concernent les 5 premiers centimètres du sol.
- part de la variation des Empidoidea imputable à la flore et à la structure de la végétation pour les trois transects présentant suffisamment de pièges (La Burignière, Le Cachot 16.2 et MR13Sud). Les fichiers de sortie des différentes analyses constituent l'Annexe 9 bis.
- présentation des résultats obtenus grâce au groupement à liens complets sans contraintes pour la flore et pour la faune des Empidoidea (dendrogramme et occupation spatiale des groupes sur le terrain sous forme de carte). Nous avons complété ces analyses par un groupement hiérarchique agglomératif à liens intermédiaires avec contrainte de continuité spatiale pour les stations de La Burignière, du Cachot 16.2 et de Vers le Maix Rochat 13Sud.
- remarques éventuelles ou discussion.
- petite conclusion

Les schémas que nous avons construits pour chacune des six zones de transition peuvent être aisément comparés entre eux. Nous avons conservé le groupe d'espèces les mieux représentées dans nos récoltes (10 occurrences au moins). Ceci a pour avantage de condenser l'information, mais supprime malheureusement certaines espèces relativement abondantes, mais très localisées. C'est le cas notamment des *Achalca* spp. à La Burignière qui colonisent essentiellement la zone d'influence du canal et la mégaphorbiée sous les Saules. Si l'on désire avoir l'ensemble des résultats sous les yeux, il suffit de se référer aux tableaux diagonalisés "Empidoidea", constituant l'Annexe 6.

2. Faune et flore corrélées

Si on considère nos échantillons sur le plan de la faune des Empidoidea, les résultats sont significativement corrélés à la flore, quel que soit le transect. Nous avons entrepris plusieurs tests de Mantel (statistique centrée - réduite). L'hypothèse nulle postule sur l'indépendance des deux

matrices de similarité basée sur la faune et flore. Après 999 permutations, la probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse H_0 est de 0.001 ($\approx 0.1\%$). Les tests de Mantel effectués sont donc hautement significatifs.

Nous souhaitons également savoir si, indépendamment de leur emplacement sur le terrain, les résultats *Empidoidea* étaient toujours significativement corrélés à la flore. Nous avons donc retiré l'effet du gradient spatial (cf. Legendre & Troussellier, 1988) pour les sites comptant au moins 21 pièges et relevés (Cachot 16.2, MR13Sud et La Burtignière), ce grâce à une troisième matrice dite "de distance", construite sur la base des coordonnées des carrés échantillonnés. Les coordonnées des pièges et des relevés, rappelons-le, sont les mêmes. Afin de rendre les matrices comparables entre elles, la matrice de distance a été transformée en matrice de similarité ($S = 1 - D1$).

Les tests de Mantel partiels se sont avérés tout aussi significatifs. On peut donc conclure à une réelle corrélation entre les matrices faune et flore, indépendamment de l'emplacement des pièges et des relevés. Il existe en soi une relation biologique entre faune et flore.

Nous avons regroupé les différents tests de Mantel dans un unique tableau, puis commenté séparément les résultats obtenus pour chacun des transects dans les différents sous-chapitres qui leur sont respectivement consacrés.

Si faune et flore sont significativement corrélées, cela ne signifie pas pour autant que l'information soit parfaitement redondante (r serait alors égal à 1).

Test de Mantel	r	prob(r)
La Burtignière	0.66795	0.001
idem, sans l'espace	0.56296	0.001
Praz Rodet	0.63938	0.001
Le Cachot 16.2	0.53383	0.001
idem, sans l'espace	0.33505	0.001
Le Cachot 16.4	0.61961	0.001
Vers le Maix Rochat 13Est	0.44684	0.001
Vers le Maix Rochat 13Sud	0.68603	0.001
idem, sans l'espace	0.55579	0.001

Tableau 10.2: Test de Mantel simple et partiel sur les matrices de similarité $S17$ et $1 - D1$ (pour l'espace). Les pièges et relevés sont les objets. La première matrice a pour descripteurs les espèces d'*Empidoidea*, la deuxième les espèces végétales, et la troisième les coordonnées des objets.

3. La Burtignière

Afin de pouvoir aisément comparer les deux transitions naturelles étudiées, le schéma synthétique illustrant la répartition des espèces à 10 occurrences et plus se trouve à la page 289, face à celui de Praz Rodet (p.290).

3.1. Partition de variation

Nous avons quantifié la part de variation (méthode de Boreard & al., 1992) de la matrice "espèces d'Empidoidea" due respectivement à la flore et à la structure de la végétation.

3.1.1. L'effet "structure"

Afin de réduire le nombre de variables environnementales, nous avons eu recours lors de l'ACC à une sélection pas à pas ("forward selection"). Les variables explicatives "recouvrement maximal des plantes à feuillage moyen" (= FmoyReMx), "hauteur maximale atteinte par les Graminées" (= GramHmxV) et "recouvrement total des mousses" (= MousRtot) ont été retenues. Le test de Monte Carlo après 99 permutations aboutit au rejet de l'hypothèse nulle H_0 : la part de variation expliquée par le premier axe canonique n'est pas due au hasard ($p = 0.01$).

3.1.2. L'effet "composition floristique"

Plutôt que de faire un choix parmi les espèces végétales, nous avons essayé de fournir des variables environnementales aussi synthétiques que possible.

Nous avons effectué une AFC sur le tableau "flore". Les espèces rares ont été automatiquement faiblement pondérées (procédure "down-weighting of rare species"). Les 4 premiers axes factoriels représentant 47.6 % de la variation totale ont fourni 4 nouveaux descripteurs environnementaux synthétiques. Lors de l'ACC, nous avons eu recours à une sélection pas à pas et retenu les axes 1, 2 et 4. Le test de Monte Carlo après 99 permutations est également significatif.

Nous avons ensuite effectué deux ACC: la première contrainte par la structure, sans l'effet flore et la seconde contrainte par la flore, sans l'effet structure.

Résultats:

- Somme totale des valeurs propres: 4.121
- Flore: somme des valeurs propres canoniques 1.564 (37.9%), $p = 0.01$ (significatif)
- Flore - structure: somme des valeurs propres canoniques 0.646 (15.7%), $p = 0.02$
- Structure: somme des valeurs propres canoniques 1.423 (34.53%), $p = 0.01$ (significatif)

- Structure - flore: somme des valeurs propres canoniques 0.505 (12.25%), $p = 0.09$ (non-significatif)
- Variation expliquée par les 6 descripteurs retenus pour 25 objets: 50.2%

Discussion: A La Burtignière, la structure de la végétation et la composition floristique permettent d'expliquer 50,2% de la variation de la matrice "espèces d'Empidoidea". Nous jugeons ce résultat assez élevé. Il est à notre avis le reflet du particularisme faunistique souvent marqué de plusieurs faciès rencontrés le long du transect. Les parts de variation expliquées par la structure seule ou la flore seule ne sont pas significatives, mais de justesse.

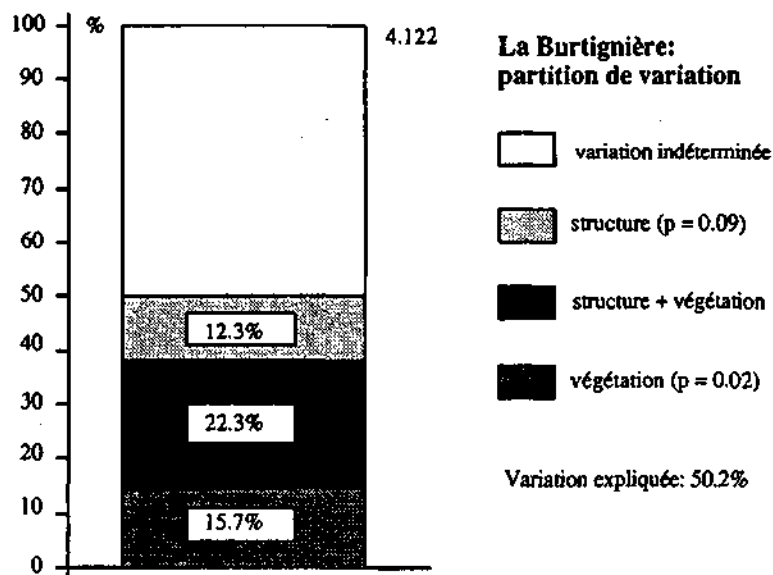


Figure 10.1: *La Burtignière*. Résultat de la partition de variation. Les effets "structure de la végétation" et "composition floristique" sont quantifiés.

3.2. Les groupements à liens complets, sans contraintes

Si l'on considère les deux groupement à liens complets basés sur les matrices de similarité S17 en fonction des Empidoidea (3 individus au moins) et de la flore (fig. 10.2 à 10.4), les résultats sont quelque peu différents.

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tableau 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore de La Burtignière, ce indépendamment

du gradient spatial.

Afin de représenter le résultat des groupements spatialement sur le terrain, nous avons utilisé les coordonnées des relevés et projeté chaque échantillon sur un espace plan afin d'obtenir une carte (fig. 10.2). Les représentants d'un même groupe sont dotés du même symbole.

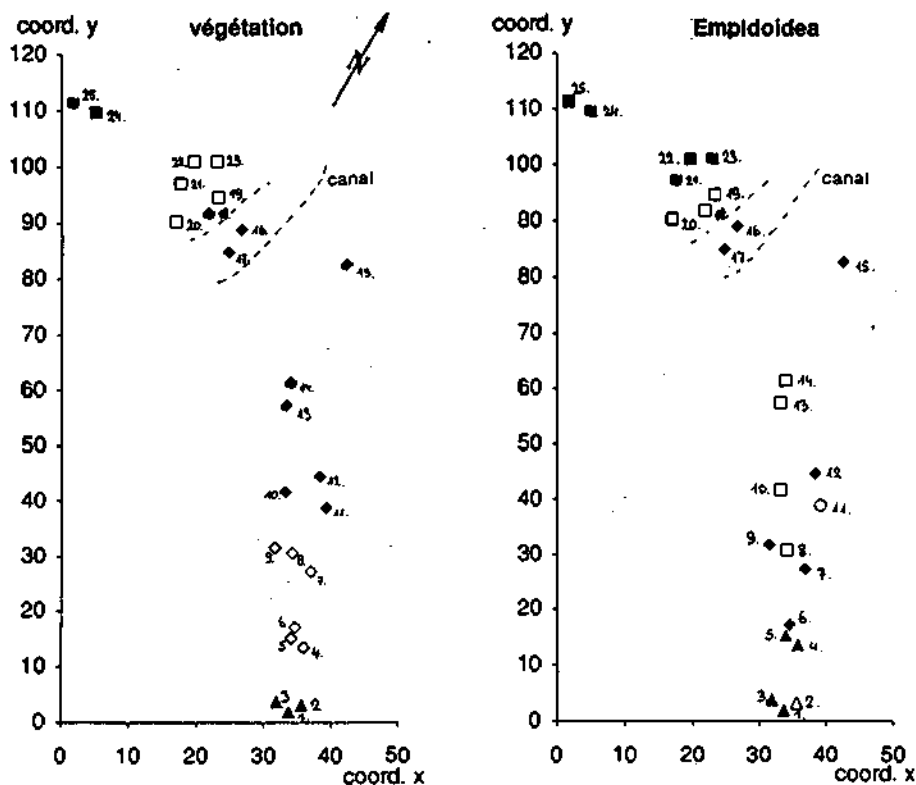


Figure 10.2: La Burdigère. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.

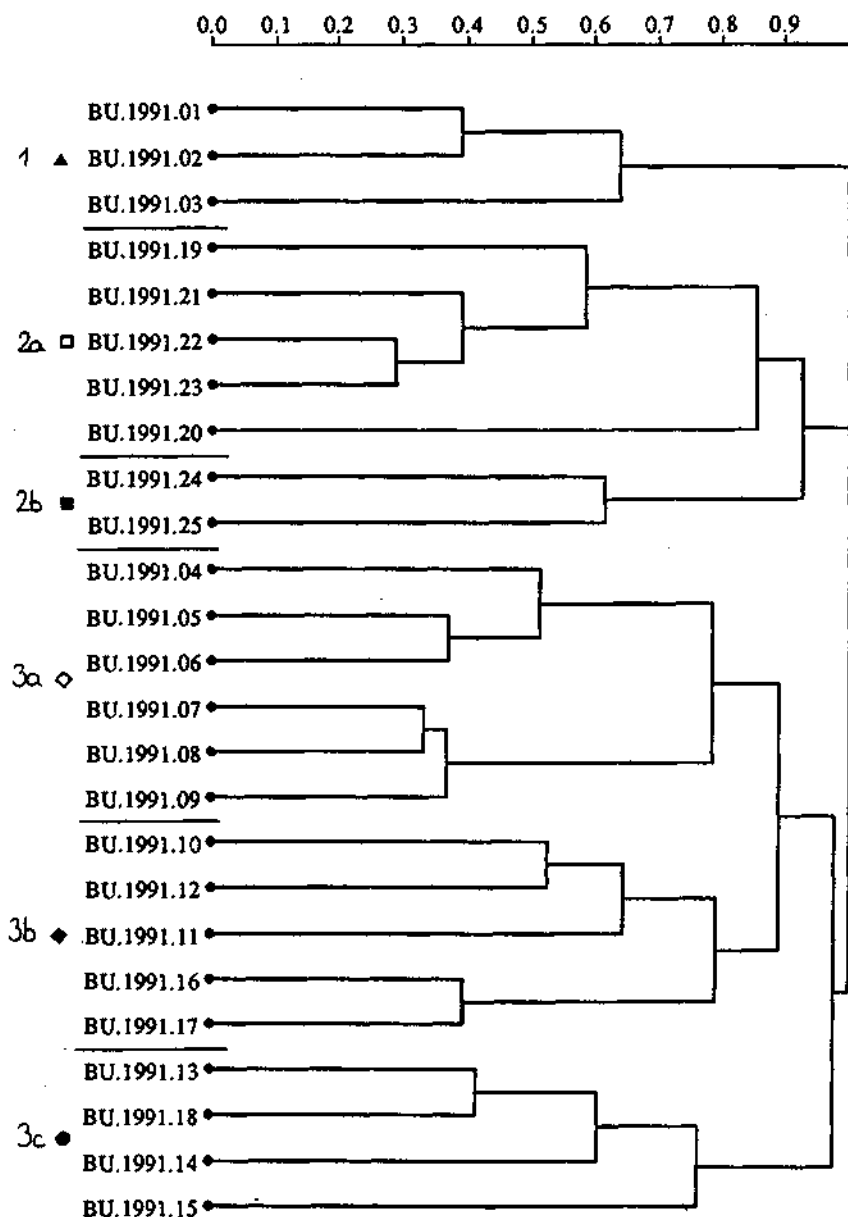


Figure 10.3: *La Burtignière* Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Végétation.

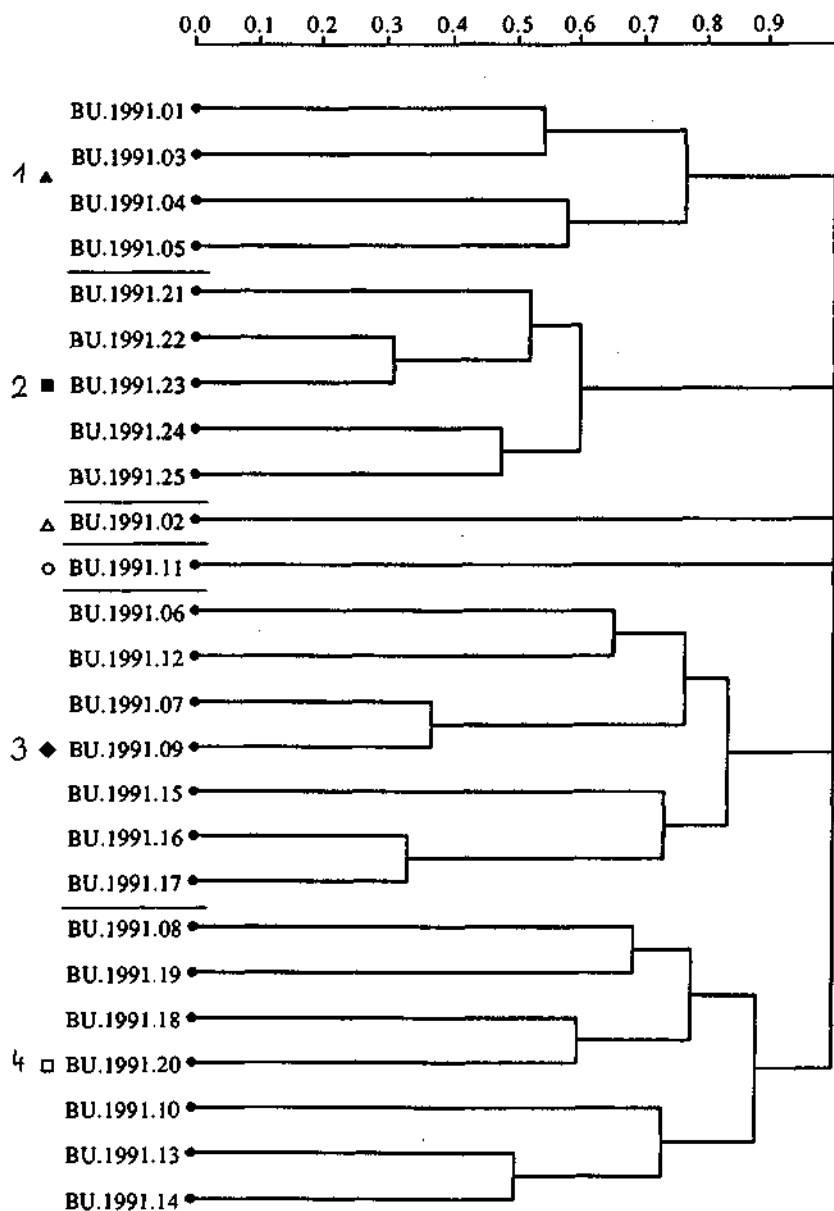


Figure 10.4: La Burtignière. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Faune des Empidoidea.

3.2.1. La végétation

Le groupement aboutit à trois unités principales, que nous avons subdivisées en 6 groupes:

Groupe 1: les trois pièges du pâturage, y compris celui du refus, forment le premier groupe.

La seconde unité rassemble les pièges situés sur le haut-marais proprement dit:

Groupe 2a: la pessière, à laquelle se joignent les relevés 19 et 20 du *Caricetum fuscae*.

Groupe 2b: la pinède.

La troisième unité réunit l'ensemble des ceintures de bas-marais, y compris la mégaphorbiée. Elle s'articule en 3 groupes, dont les parentés sont intéressantes à noter.

Groupe 3a: les relevés de l'*Aconito-Filipenduletum* (qui constitue la frange grasse du *Calthion*, soit un "*Trollio-Cirsietum engraisé*") se retrouvent avec ceux du faciès à petits *Carex* qui présente une végétation intermédiaire entre le *Trollio-Cirsietum* et le *Caricetum davallianae*: la tendance vers les prairies humides prend le dessus.

Groupe 3b: les relevés de la ceinture de saules ont une affinité avec ceux de la zone d'influence du canal de dérivation naturel des eaux (mégaphorbiées se rapprochant de l'*Aconito-Filipenduletum*).

Groupe 3c: les relevés des bas-marais du *Caricetum davallianae* (13-14-15), que rejoint le relevé 18 proche de la zone d'influence du canal où le *Caricetum fuscae* est colonisé par des éléments indiquant clairement une situation intermédiaire. On y trouve des plantes du *Calthion* (*Polygonum bistorta*, *Caltha palustris*), des *Molinietalia* (*Angelica silvestris*, *Sanguisorba officinalis*, *Succisa pratensis*) et des bas-marais alcalins (*Swertia perennis*).

3.2.2. Les Empidoidea

En se basant sur la faune, on aboutit à une subdivision en 4 groupes de pièges indépendants. Deux pièges ne peuvent rejoindre un groupe et restent isolés (Em 2 et Em 11). Le faible nombre d'espèces et d'individus dans certains pièges rend leur attribution à un groupe délicate.

Groupe 1: la parenté entre pâturage humide et mégaphorbiée permet de regrouper les pièges Em 1-3 et Em 4-5.

Si des pièges avaient été placés plus haut dans le pâturage, il est possible que le rapprochement avec les pièges de la mégaphorbiée n'ait pas pu se faire. Le piège Em 3 joue un rôle important dans le rapprochement entre les deux faciès. Il englobe un refus (*Veratrum album*) et présente déjà un aspect de mégaphorbiée.

Groupe 2: les pièges de la pessière et de la pinède forment un groupe très homogène.

Les ceintures de bas-marais se scindent en deux unités:

Groupe 3: les pièges Em 6-7-9-12 et Em 15-16-17 illustrent une certaine parenté entre les échantillons des bas-marais alcalins et le Calthion. La présence d'écoulements ou d'une nappe relativement constante (tourbe calcique pour le *Caricetum davallianae* et gley réduit à anmoor dans le *Trollio-Cirsietum*) joue vraisemblablement un rôle important.

Groupe 4: les pièges Em 8-18-19-20 et Em 10-13-14 forment le dernier groupe. Tendance alcaline et faiblement acide se retrouvent réunies. Difficile de saisir écologiquement le pourquoi de cet assemblage. Les sphaignes jouent un rôle important et sont présentes sur cinq des emplacements, mais elles sont absentes en Em 8 et 10. Les critères floristiques n'apportent aucune réponse. L'eau affleure peut-être moins régulièrement en surface que dans le groupe de pièges précédent.

Si l'on consulte la liste des espèces de chacun de ces 7 pièges, on constate que c'est la présence de *Platypalpus lyrifer* et de *P. melanocephala* qui conduit à ce rapprochement. Elle permet de relier Em 13 au *Caricetum fuscae*. Em 13 entraîne dans son sillage Em 14. Em 10, très pauvre en espèces s'y rattache faute de mieux. L'attribution de Em 8 à ce groupe est un peu étrange et se base sur des espèces dont l'écologie est difficile à interpréter (*Drapetis ssp.*). Si l'on examine la liste des espèces et le tableau diagonalisé de l'Annexe 6, la parenté écologique de Em 8 avec Em 9 semble claire, mais se heurte à l'analyse mathématique.

3.3. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale

Le groupement hiérarchique agglomératif à liens intermédiaires avec contrainte de contiguïté spatiale (programme BIOGEO du Progiciel R de Legendre & Vaudor, 1991) sur les matrices de similarité S17, nous offre une vision complémentaire. Ici, les liens se produisent de proche en proche entre les objets.

A La Burtignière, malgré un niveau de connexité peu contraignant (0.5), les objets ont parfois beaucoup de difficulté à former des groupes et il faut descendre très bas dans les niveaux de fusion pour que les objets forment des ensembles relativement importants. Ceci montre bien l'hétérogénéité qui existe entre les différents sous-milieux qui composent le transect.

3.3.1. La végétation

La végétation comporte six unités jusqu'au niveau de fusion 0.26:

- le pâturage
- le Calthion jusqu'à la ceinture de saules
- le *Caricetum davallianae* (13-14-15)
- le canal
- les relevés 18 et 20 du *Caricetum fuscae*

- le relevé 19 qui rejoint la pessière et le relevé 24 de la pinède. Le 25, plus typé reste isolé.

A un niveau de fusion de 0.13, il ne reste que les trois unités fondamentales:

- le pâturage
- la transition de prairies humides et bas-marais, y compris le *Caricetum fuscae*
- la tourbière haute (pessière et pinède)

3.3.2. Les *Empidoidea*

A un niveau de fusion de 0.34, la faune se divise en petits groupes de trois pièges correspondant à notre échantillonnage. Seuls les pièges de la tourbière haute marquent une parenté claire.

Il est intéressant de comparer les résultats flore et faune au niveau de fusion 0.26 et 0.27. La flore du Calthion marque une affinité avec celle de la ceinture du saules. Par contre, la faune du Calthion et du faciès à petits *Carex* se démarque de celle des bas-marais proprement dits. Le microclimat induit par la structure de la végétation et le niveau de nappe joue vraisemblablement un rôle important (gley oxydé jusqu'à la ceinture de saules, gley réduit ensuite).

Comme c'était le cas pour la flore, le *Caricetum fuscae* ne se lie pas aux associations forestières de tourbière.

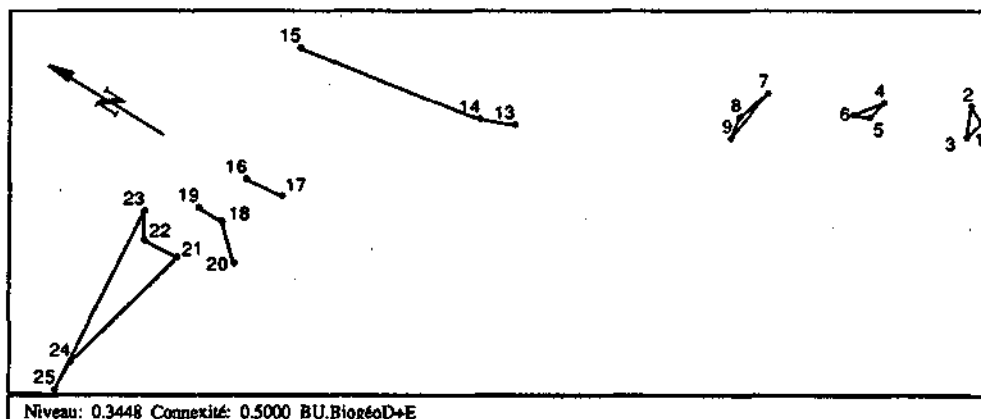


Figure 10.6: *La Burtignière. Empidoidea. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.*

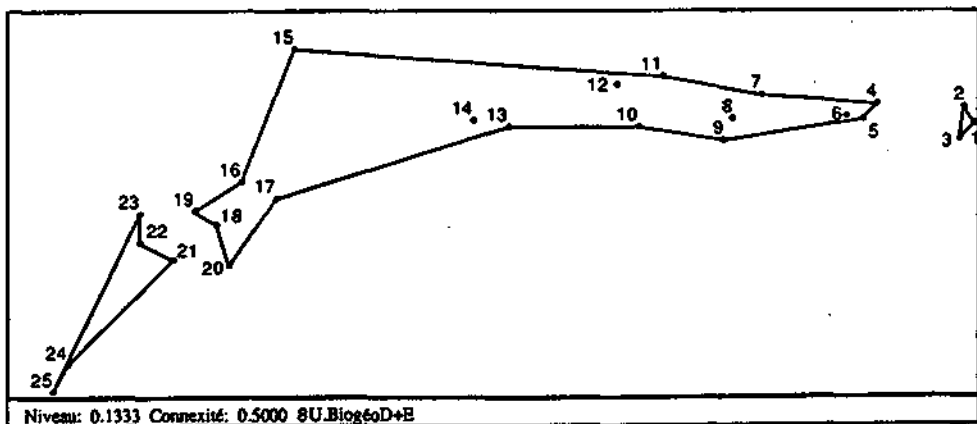
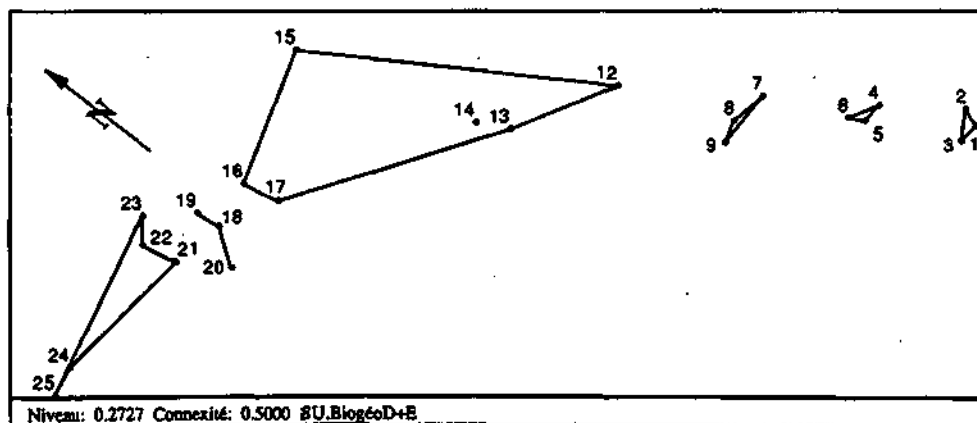


Figure 10.6 (suite): *La Burtignière*. Empidoidea Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.

3.4. Discussion

Les groupements sans contrainte nous révèlent des tendances quelque peu différentes entre flore et faune. De visu, la zone de transition étudiée se présente sous la forme d'un continuum jusqu'au canal de dérivation des eaux. Cet aspect n'est pas clairement mis en évidence par nos

résultats floristiques, mais surtout faunistiques (contrairement à Blandenier, 1996). Notre échantillonnage en est en partie responsable. La couverture de la surface est vraisemblablement trop faible compte tenu de l'hétérogénéité des sous-milieus rencontrés sur le site.

L'analyse de la végétation révèle un peu mieux l'effet de gradient. On assiste à la formation de petits groupes qui correspondent aux sous-milieus que nous avons définis a priori. La composition floristique permet de mettre en évidence les trois unités de base : pâturage - Calthion et bas-marais alcalins - bas-marais acide, pessière et pinède. La parenté entre les relevés des zones de bas-marais alcalins (y compris le Calthion et un relevé du *Caricetum fuscae*) s'exprime par enchaînements successifs ce qui traduit selon nous l'effet de gradient.

Le groupement sans contrainte nous offre une image contrastée du peuplement d'Empidoidea. On assiste à la formation de petits groupes de pièges, dont la parenté (exprimée en distance sur le dendrogramme) est peu marquée, sauf pour les pièges reposant dans la pessière et dans la pinède. Des espèces forestières acidophiles dédaignant les milieux très humides et colonisant la pessière et la pinède induisent un net contraste avec le peuplement du *Caricetum fuscae* plutôt mouillé de La Burtignière. Le facteur "degré d'imbibition" est important pour la faune étudiée et conduit à une séparation entre les pièges des deux associations végétales (ce que note également Blandenier, 1996).

Selon nous, le niveau de la nappe, ses fluctuations et le degré de compaction des sols jouent un rôle important sur les organismes étudiés, ce qui permet de rapprocher des groupements floristiques assez différents, mais dont les conditions de vie au niveau du sol sont proches.

Lorsqu'on considère les groupements à contrainte spatiale, le *Caricetum fuscae* par sa flore et par sa faune apparaît comme un élément de la transition de prairies humides et de bas-marais séparant le pâturage de la tourbière. Les trois unités (pâturage - transition - tourbière) se comportent comme des noyaux durs.

Remarque méthodologique concernant les groupements BIOGEO: La maille choisie lors de l'échantillonnage et le nombre d'échantillons doivent "coller" à la distribution des organismes. A La Burtignière, nous ne pensons pas réunir ces deux conditions.

Le groupement de type BIOGEO suppose un modèle d'occupation de l'espace par contagion. La contrainte spatiale rend parfois difficile le regroupement entre échantillons lorsque les sous-milieus offrent un profil floristique et faunistique aussi contrasté qu'à La Burtignière.

Sur de tels transects, la végétation (par échantillonnage aléatoire) ou l'étude d'organismes se déplaçant au sol répondent probablement mieux à cette approche que les larves de Diptères. Nous pensons que, compte tenu de notre méthode d'échantillonnage et de la répartition en tache de nos

individus, les groupements à contrainte spatiale se prêtent peu à l'analyse de leur peuplement. Selon l'échelle considérée, les organismes échappent en effet à un modèle par contagion et c'est ici vraisemblablement le cas.

<i>Bicellaria austriaca</i>	: Bi. aus	<i>Hercostomus cupreus</i>	: He. cup
<i>Bicellaria sulcata</i>	: Bi. sul	<i>Medetera jacula</i>	: Me. jac
<i>Chrysomus gramineus</i>	: Ch. gram	<i>Platypalpus boreoalpinus</i>	: Pl. bor
<i>Diaphorus nigricans</i>	: Di. nig	<i>Platypalpus calceatus</i>	: Pl. cal
<i>Dolichopus nigricornis</i>	: Dol. nig	<i>Platypalpus luticornis</i>	: Pl. lut
<i>Dolichopus plumipes</i>	: Dol. plu	<i>Platypalpus tyrifer</i>	: Pl. tyr
<i>Dolichopus trivialis</i>	: Dol. tri	<i>Platypalpus pallidicoxa</i>	: Pl. palx
<i>Dolichopus urbanus</i>	: Dol. urb	<i>Platypalpus pallidiventris</i>	: Pl. palv
<i>Dolichopus vitripennis</i>	: Dol. vit	<i>Phyllodromia melanocephala</i>	: Ph. mel
<i>Drapetis hirsuticercis</i>	: Dr. hir	<i>Tachydromia arrogans</i>	: Ta. arr
<i>Drapetis parilis</i>	: Dr. par	<i>Tachydromia umbrarum</i>	: Ta. umb
<i>Empis nigripes</i>	: Em. nig	<i>Tachypeza nubila</i>	: Ta. nub
<i>Empis nitida</i>	: Em. nit	<i>Trichina clavipes</i>	: Tr. cla
<i>Hilera litorea</i>	: Hi. lit	<i>Trichinomyia flavipes</i>	: Ta. fla
<i>Hercostomus aerosus</i>	: He. aer		

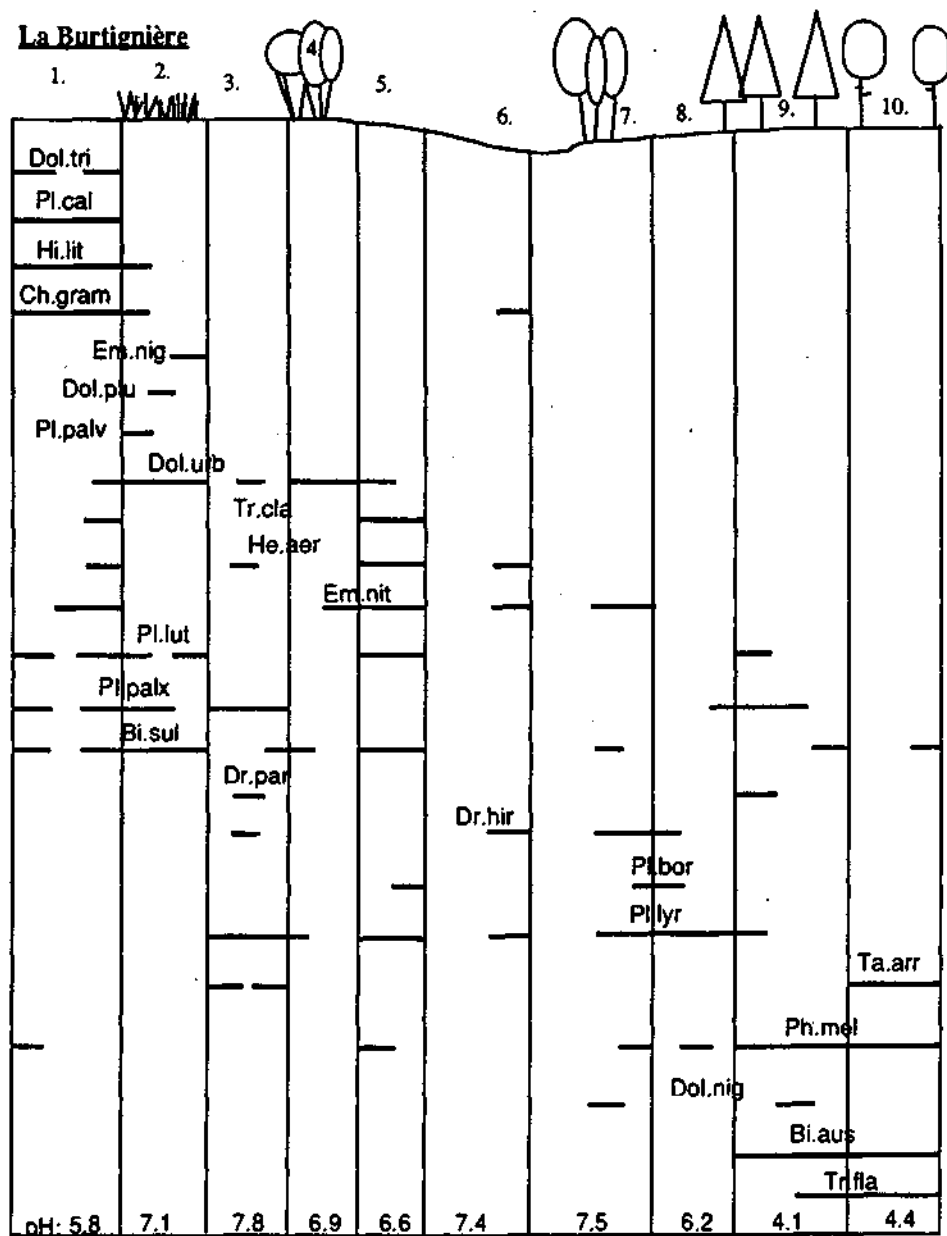
Tableau 10.1.: Liste des abréviations utilisées pour les espèces à 10 occurrences et plus dans les schémas du Chapitre 10. *Platypalpus boreoalpinus* a été rajouté à la liste.

Figure 10.7: La Burtignière: Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présens au mains 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes (page suivante). pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol.

Légende:

1. Pâturage humide sur sol brun: (Em 1-2-3)
2. Aconito-Filipenduletum (mégaphorbiée): Em 4-5-6
3. Zone intermédiaire entre le Trollio-Cirsietum et le Caricetum davallianae (faciès à petits Carex): Em 7-8-9
4. Daphno-Salicetum pentandrae (ceinture de saules sur mégaphorbiée): Em 10-11-12
5. Caricetum davallianae avec *Sphagnum capillifolium/rubellum*: Em 13-14
6. Caricetum davallianae (forme à *Menyanthes trifoliata*): Em 15
7. Zone d'influence du canal, à *Carex paniculata*: Em 16-17
8. Caricetum fuscae subissant de fortes influences: Em 18-19-20
9. Sphagno-Piceetum (pessière de ceinture): Em 21-22-23
10. Pino-Sphagnetum (pinède): Em 24-25

La Burtignière



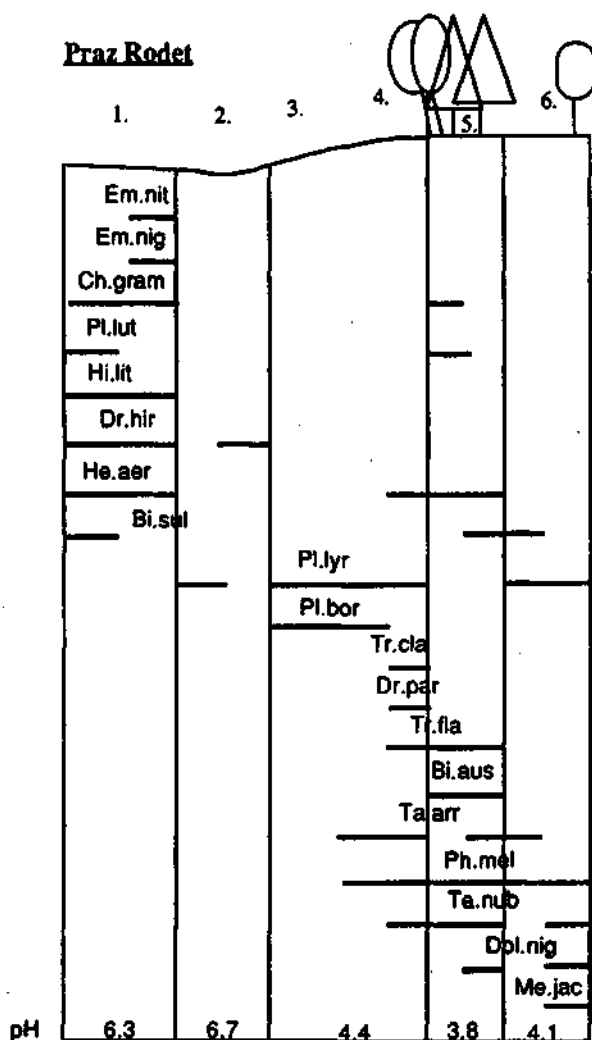


Figure 10.8: *Praz Rodet*: Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes. pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol.

1. Pâturage humide sur sol brun: (Em 1-2)	4. C. fuscae acide et sec (Em 7-8)
2. Canal de dérivation des eaux (Em 3-4)	5. Sphagno-Piceetum (Em 9-10)
3. Caricetum fuscae peu acide (Em 5-6)	6. Pino-Sphagnetum (Em 11-12)

4. Praz Rodet

Le schéma synthétique illustrant la répartition des 28 espèces comptant au moins 10 occurrences dans nos récoltes figure à la page précédente.

4.1. Remarques sur les deux transitions naturelles

Si l'on s'intéresse aux espèces prises individuellement, les deux schémas (fig.10.7 et 10.8) mis en regard nous semblent suffisamment parlants. Notons cependant que:

- *Dolichopus trivialis*, *Platypalpus calceatus* et *Hilara litorea* ne pénètrent pas dans les ceintures de bas-marais. Ces espèces n'apparaissent que dans le pâturage.
- *Empis nitida* profite des importantes ceintures de bas-marais alcalins pour coloniser largement le transect de la Burtignière. Elle reste par contre cantonnée au pâturage humide de Praz Rodet.
- *Hercostomus aerosus* n'apparaît à La Burtignière que dans le pâturage et les ceintures alcalines. Il est également présent en Em 13-14. A Praz Rodet, il colonise la pessière et le *Caricetum fuscae*. Il tolère donc très bien des pH différents. Par contre, il évite les endroits détrempés.
- *Trichina clavipes* est peu présente dans les ceintures naturelles étudiées.
- *D. nigricornis* est le mieux représenté dans les pessières, mais colonise aussi bien la zone d'influence du canal que le Pino-Sphagnetum clairsemé de Praz Rodet.
- *Platypalpus lyrifer* est l'espèce qui fait le joint entre les écosystèmes pâturage et haut-marais.

4.2. Les groupements à liens complets sans contraintes

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tableau 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore de Praz Rodet.

4.2.1. La végétation

Les relevés de végétation se séparent tout d'abord en deux unités, opposant pâturage et canal aux milieux acides. Nous retiendrons six groupes:

Groupe 1a: le pâturage humide (Em 1-2)

Groupe 1b: le canal (Em 3-4)

Groupe 2a: le bas-marais faiblement acide (Em 5-6)

Groupe 2b: le bas-marais nettement acide (Em 7-8)

Groupe 2c: la pessière (Em 9-10)

Groupe 2d: la pinède (Em 11-12)

L'échantillonnage par paire de pièges posés dans des zones visuellement similaires est clairement reflété par le groupement.

4.2.2. Les Empidoidea

On ne retrouve plus la même image lorsqu'on considère la faune étudiée. Le piège Em 4, s'il se rattache faiblement au premier groupe, doit être considéré à part. Il est très pauvre en espèces et en individus.

Trois ensembles se détachent:

Groupe 1: le pâturage humide (Em 1-2)

Groupe 2: les bords du canal (Em 3-5-6)

Groupe 3: les pièges 7 à 12 (Caricetum fuscae nettement acide, pessière et pinède).

Le piège Em 9, de par sa richesse spécifique, ressort nettement.

Le degré d'imbibition joue vraisemblablement un rôle important, car les pièges Em 8-10-12 sont en situation légèrement surélevée et l'eau n'y affleure que rarement, contrairement aux pièges Em 7 et 11 situés dans de légères dépressions.

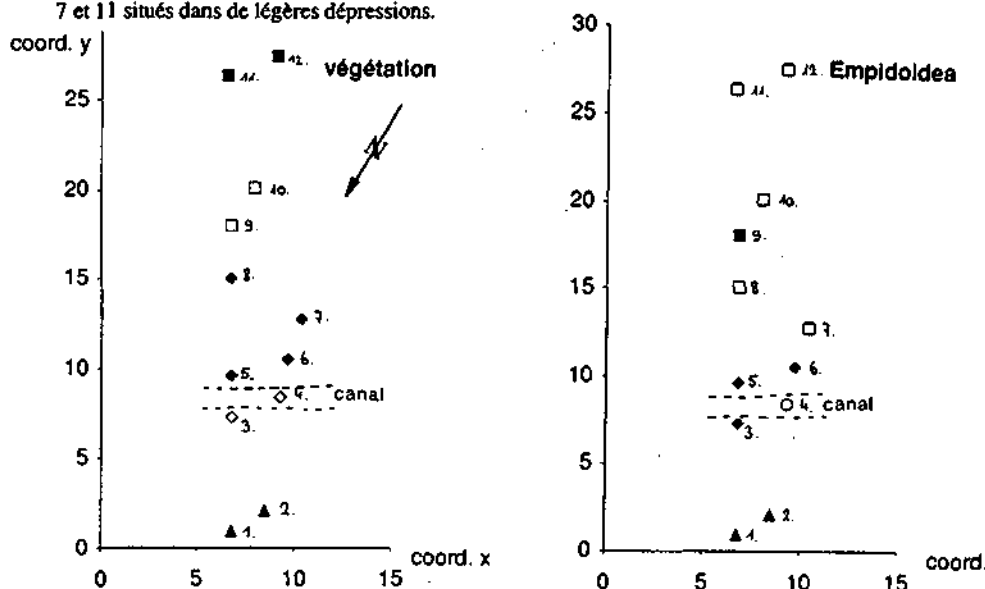


Figure 10.9: *Fraz Rodel*. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.

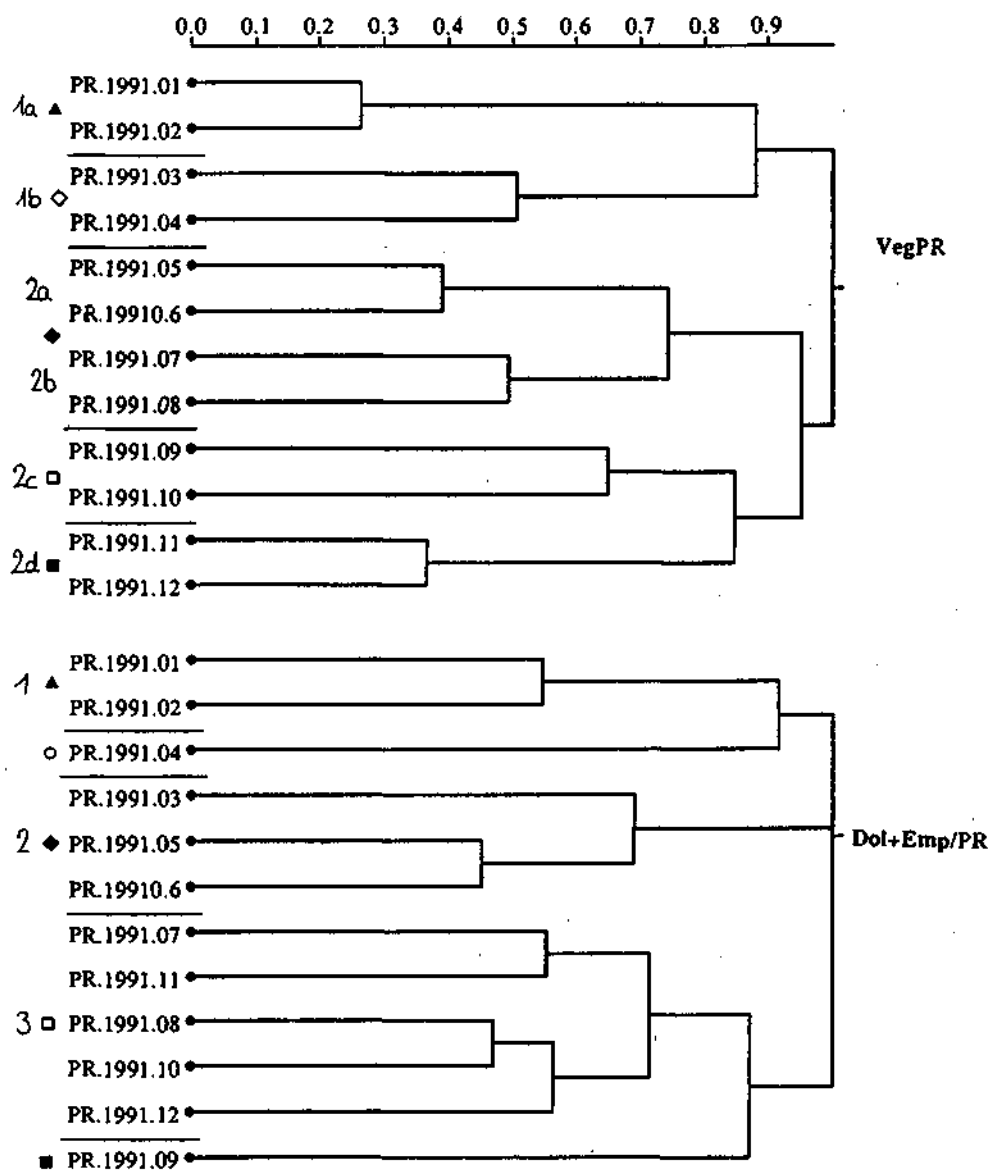


Figure 10.10: *Praz Rodet*. Groupements à liens complets sur la base de deux matrices de similarité 517. Végétation et faune des Empidoidea.

4.3. Discussion

Selon les groupements basés sur la flore et la faune étudiée, les bas-marais du *Caricetum fuscae* de Praz Rodet font intégralement partie de la tourbière. La nature de la pinède, nettement plus humide que celle de La Burtignière et plus clairsemée, joue certainement un rôle important dans ce rapprochement. Comme Gobat (1984) l'avait souligné d'un point de vue pédologique et dynamique, les bas-marais du *Caricetum fuscae* font fonctionnellement partie du haut-marais, même si phytosociologiquement leur végétation se rattache à une autre classe. Si à la Burtignière, la parenté entre la faune des bas-marais acides et alcalins existe, il n'en est pas de même à Praz Rodet, faute de ceinture alcaline véritablement développée et de sphaignes présentes en deçà du canal. Les sphaignes et le milieu qu'elles constituent jouent un rôle important. A La Burtignière, elles permettent à une portion de faune des bas-marais acides de jeter des ponts dans le marais alcalin. De plus, la relative sécheresse des associations forestières contribue également à séparer les deux associations végétales.

5. Le Cachot 16.2

Afin de pouvoir comparer les transitions secondaires du Cachot 16.2 et de "Vers le Maix Rochat 13Sud", le schéma synthétique illustrant la répartition des Empidoidea à 10 occurrences et plus se trouve à la page 304. Les commentaires sur les espèces ont également été déplacés afin d'être proches du schéma.

5.1. Partition de variation

5.1.1. L'effet "structure"

Les critères significatifs dégagés lors de la sélection pas à pas sont "la hauteur maximale atteinte par le type plante à feuilles moyennes" (= FmoyHmxV) et "la hauteur maximale atteinte par les chaméphytes" (= ChamHmxV).

5.1.2. L'effet "composition floristique"

Les axes 1 et 2 de l'AFC effectuée sur le tableau "flore" ont été retenus comme descripteurs synthétiques de la flore.

Résultats:

- Somme totale des valeurs propres: 2.09265
- Flore: somme des valeurs propres canoniques 0.546 (26.09%), $p = 0.01$ (significatif)

- Flore - structure: somme des valeurs propres canoniques 0.141 (6.74%), $p = 0.69$ (non-significatif)
- Structure: somme de valeurs propres canoniques 0.541 (25.85%), $p = 0.01$ (significatif)
- Structure - flore: somme de valeurs propres canoniques 0.136 (6.5%), $p = 0.45$ (non-significatif)
- Variation expliquée par les 4 descripteurs pour 26 objets: 32.58%

La sélection pas à pas a permis de retenir 4 descripteurs. Les pourcentages dépendant de la structure ou de la flore seules sont nettement non significatifs.

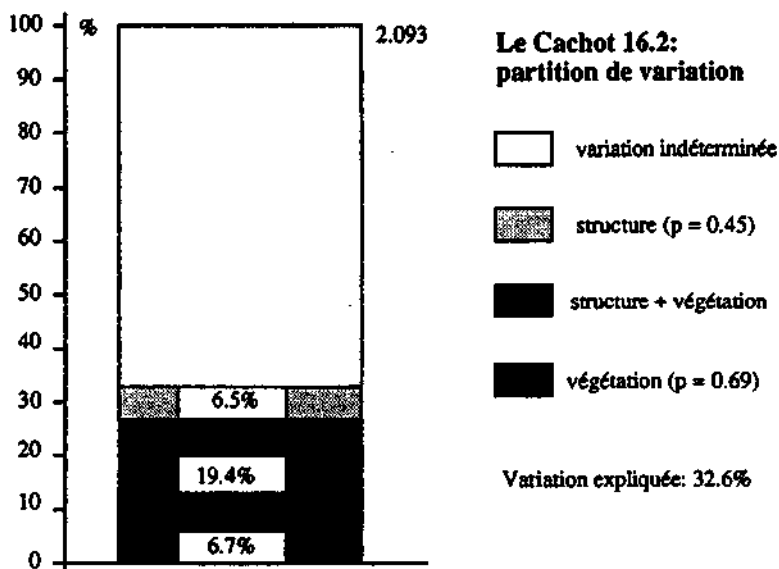


Figure 10.11: *Le Cachot 16.2. Résultats de la partition de variation. Les effets "structure de la végétation" et "composition floristique" sont quantifiés.*

5.1.3. Discussion

La part de variation imputable à la végétation est plus faible au Cachot 16.2 qu'à La Burtignière. Cette différence n'est pas due au fait qu'il s'agit d'un milieu secondaire, car comme nous le verrons, la part de variation expliquée par la végétation à Vers le Maix Rochat 13Sud est proche des 50%, comme à La Burtignière. On ne saurait imputer la différence de pourcentages de variation expliquée à la seule nature primaire ou secondaire des milieux.

5.2. Les groupements à liens complets sans contraintes

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tableau 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore du Cachot 16.2, indépendamment de la position occupée par les pièges dans le gradient spatial.

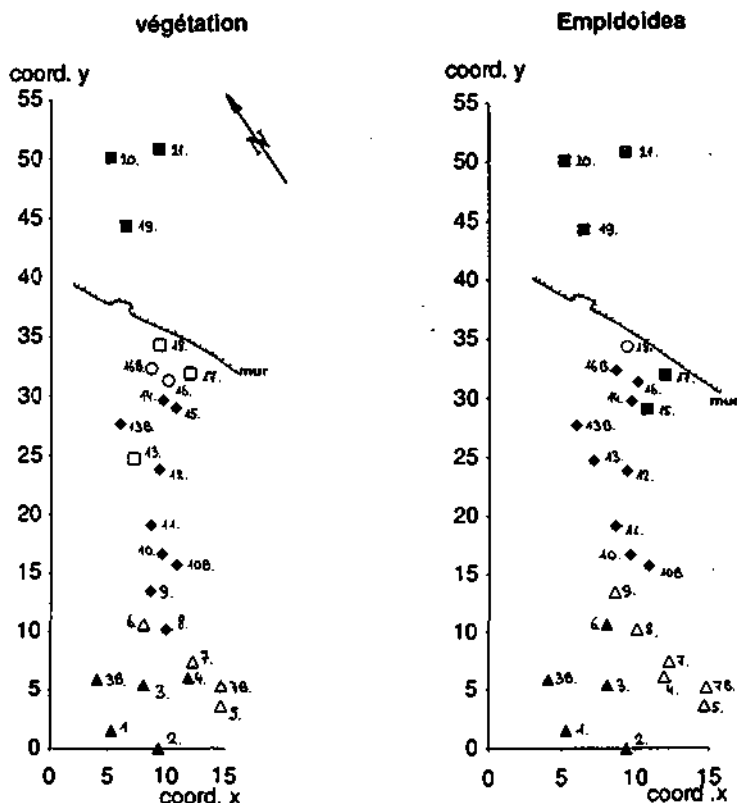


Figure 10.12: *Le Cachot 16.2. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.*

5.2.1. La végétation

Le groupement à liens complets aboutit à la formation de trois unités indépendantes, dont deux

sont à subdiviser plus finement. Nous retiendrons 6 groupes:

La prairie de fauche se sépare nettement en deux groupes en fonction de la productivité:

Groupe 1a: Em 1-2- 3-3B¹-4 regroupent les relevés où la végétation est plutôt dense.

Groupe 1b: Em 5-6-7-7B² font partie de la bande de végétation ne recevant pas d'engrais (2 à 3 mètres en avant de la limite du bord de fauche).

Groupe 2: la pinède (Em 19-20-21).

Groupe 3a: le marais abaissé à linaigrette forme une unité se regroupant par enchaînement (niveau de fusion 0.72). Les premier sous groupe comprend les relevés Em 8-11-10B³-12-13B⁴. Les sphaignes permettent de réunir Em 9-10 et 15 (pied du mur).

Groupe 3b: *Molinia coerulea* et *Dryopteris carthusiana* permettent d'isoler en partie le pied du mur (Em 16 et 16B⁵).

Groupe 3c: le mur effondré (Em 17-18), auquel se joint Em 13. Le relevé comprend un touradon d'*Eriophorum vaginatum* largement colonisé par *Calluna vulgaris*.

5.2.2. Les Empidoidea

La faune des Empoidea permet de séparer les pièges en deux unités, comptant chacune deux groupes. Très pauvre en espèces, le piège 18 reste isolé.

Groupe 1a: les pièges Em 1-2-3-3B¹-6. Ce groupe réunit non seulement les pièges situés dans la zone à forte productivité, mais aussi ceux des creux plus humides (Em 3B¹ et 6).

Groupe 1b: les pièges Em 4-5-7-7B²-8-9. Le caractère extensif de l'exploitation en bordure immédiate de la tourbière ressort également. On notera que le piège 9, bien que situé dans le faciès à *E. vaginatum*, est inclu dans ce groupe.

Groupe 2a: les pièges Em 10-10B³-11-12-13-13B⁴-14-16-16B⁵. Le marais abaissé forme un groupe compact (niveau de fusion: 0.5833), pied du mur compris.

Groupe 2b: les pièges du mur et de la pinède ne forment qu'un groupe (Em 15-17-19-20-21). Nettement plus secs, Em 17 et 19 s'isolent en premier. Les conditions de vie sont ici très proches de celles d'une lande à Vacciniées. La tourbe est mise à nu à plusieurs endroits. La nappe ne remonte jamais en surface et seules les pluies et la rosée humidifient les premiers centimètres de tourbe. Le piège 15, bien que situé au pied du mur rejoint ceux du Pino-Sphagnetum. Un coussinet de sphaignes (*S. capillifolium*), l'ombre propice d'un *Pinus uncinata* et une humidité plus marquée contribuent à créer des conditions proches de celle de la pinède.

¹ Cachot 16.2 : 3B = Ca16292.01

² Cachot 16.2 : 7B = Ca16292.02

³ Cachot 16.2 : 10B = Ca16292.03

⁴ Cachot 16.2 : 13B = Ca16292.04

⁵ Cachot 16.2 : 16B = Ca16292.05

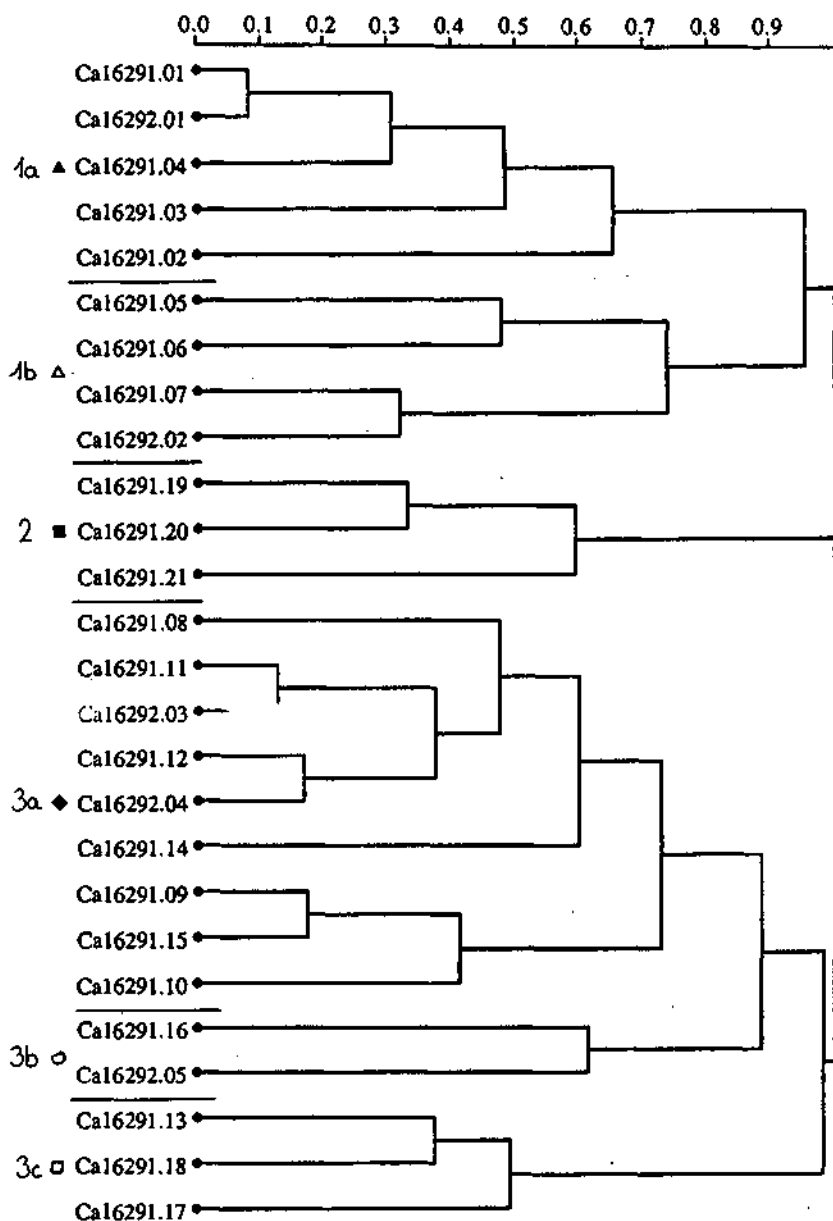


Figure 10.13: *Le Cachot 162*. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Végétation.

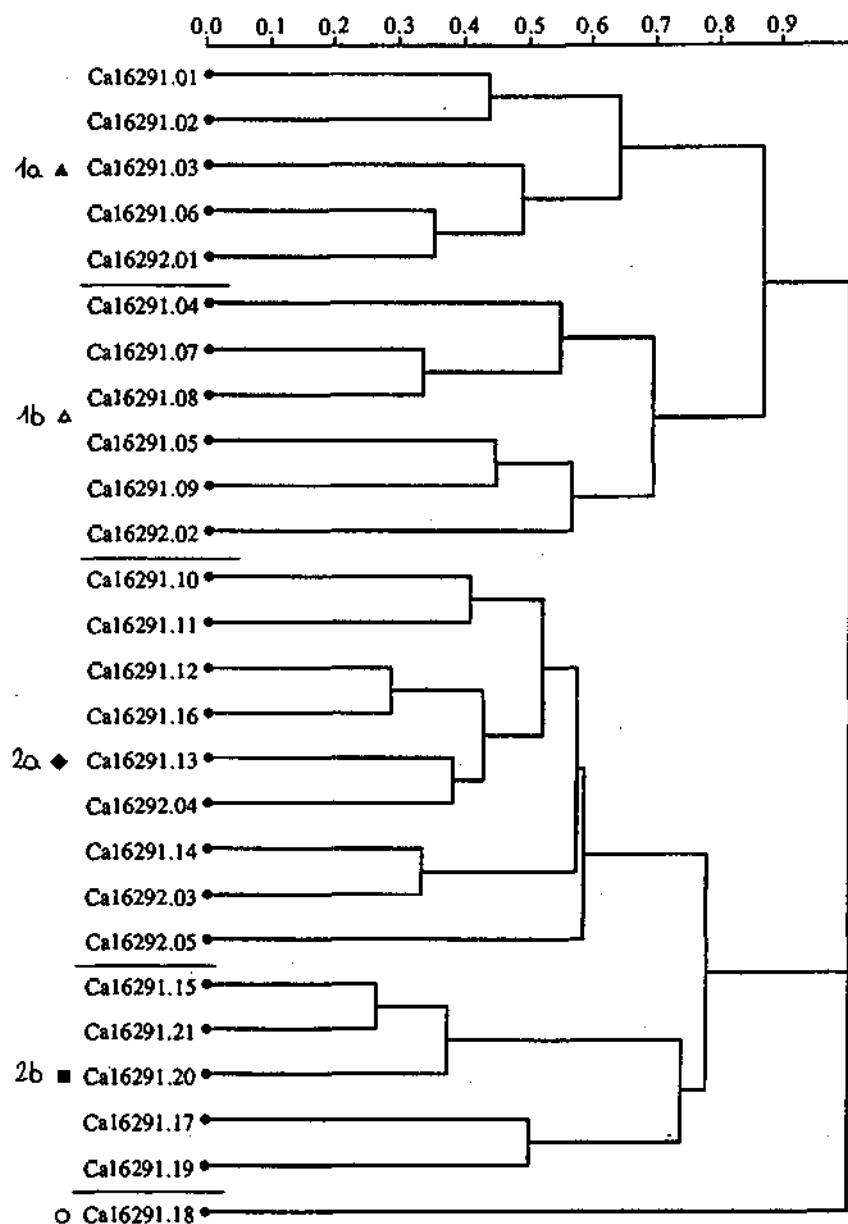


Figure 10.14: *Le Cachoi 16.2*. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Faune des Empidoidea.

5.3. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale

La végétation offre une image plus contrastée que la faune. A un niveau de fusion de 0.36, la flore se sépare encore en 5 unités, alors que la faune, à 0.32, n'oppose plus que la faune prairiale, y compris celle de la bande occasionnellement fauchée, à celle du marais abaissé à *Eriophorum vaginatum* et de la tourbière. La parenté faunistique entre tourbière haute et marais abaissé ressort clairement.

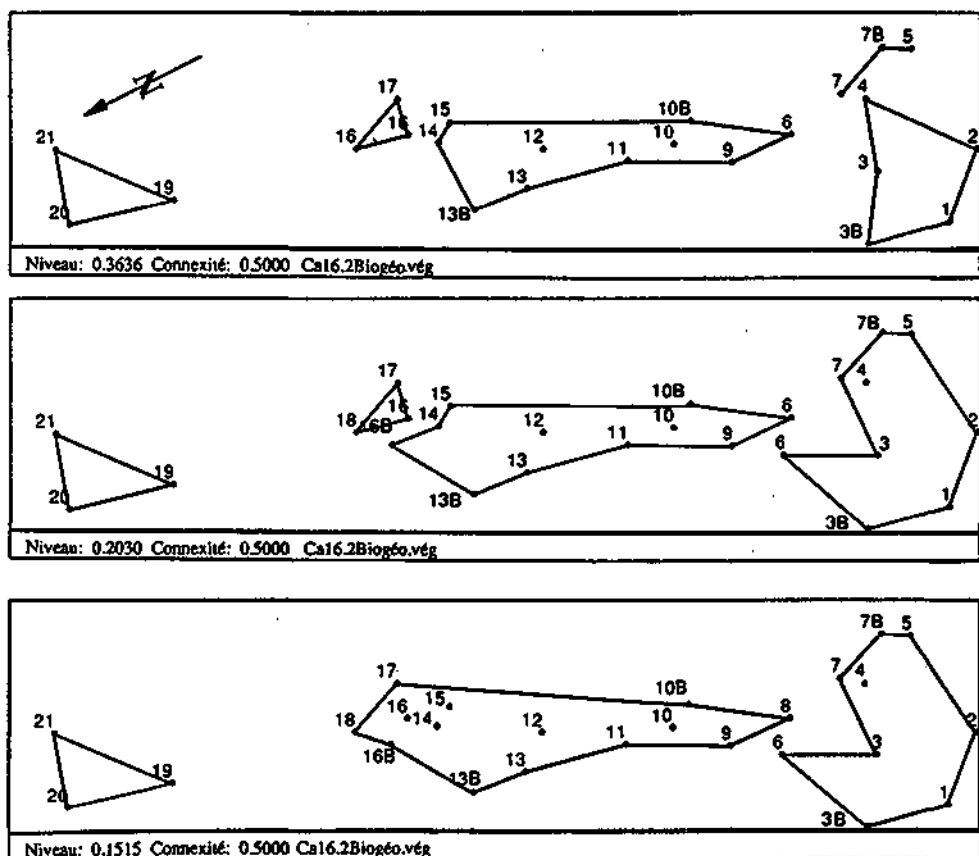


Figure 10.15: *Le Cachot 162*. Végétation. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.

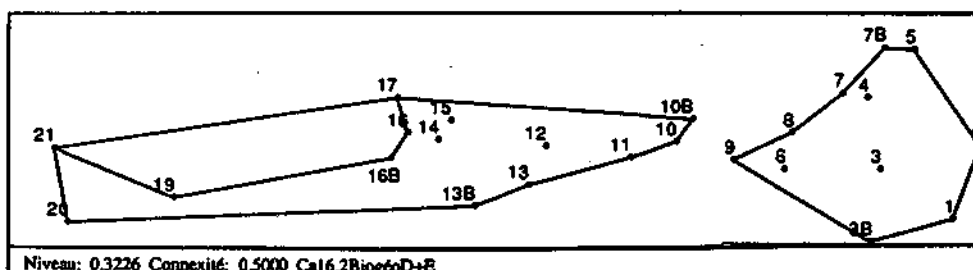
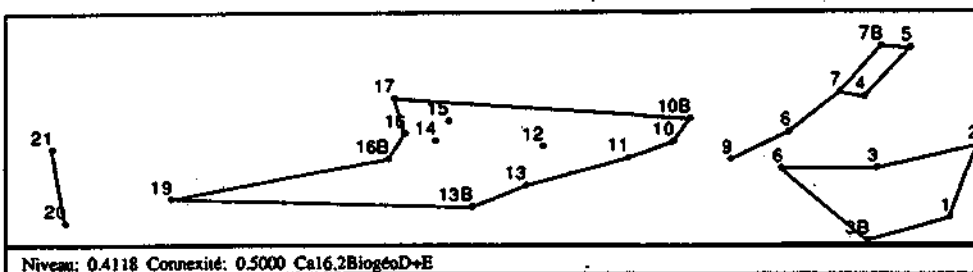
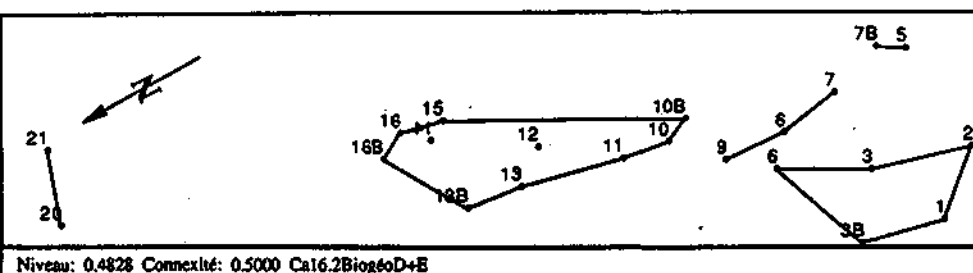


Figure 10.16: *Le Cachot 16.2. Empidoidea. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.*

5.4. Discussion

Lorsqu'on se base sur la faune, la transition entre prairie et marais abaissé implique plus de

pièges que lorsqu'on considère la végétation. On serait tenté de dire que l'influence prairiale se fait sentir jusqu'au piège 9. Ce n'est vrai qu'en partie. Si la prairie de fauche étudiée n'aberge pas les espèces les plus caractéristiques des tourbières acides, elle comporte cependant des espèces de zones humides intéressantes qui colonisent également le marais abaissé. Il est possible que les pièges placés à quelques 9 mètres de la limite de fauche soient, dans le cas présent, encore trop proches du marais abaissé pour ne pas en sentir l'influence. Pearson (1995), qui a étudié les Araignées sur le même site, a observé un phénomène identique. Mais il est aussi possible que l'ensemble de ce pré présente de telles espèces (*Dolichopus vitripennis* ou *D. nigricornis*) jusqu'aux limites de la tourbière originelle, bien que leur présence soit moins marquée là où la productivité est plus forte (Em 1-2-3).

Si le *Caricetum fuscae* fait fonctionnellement partie du haut-marais, nous avons vu à La Burtignière que sa faune et sa flore se rapprochent davantage des ceintures de bas-marais. Le marais abaissé du Cachot 16.2 présente une proportion d'espèces d'Empidoidea suffisante pour lui permettre de se rattacher au haut-marais. Il montre que lorsque ces milieux ne subissent pas les influences néfastes de l'agriculture, ils s'affirment comme partie intégrante des tourbières acides. Le marais abaissé fait clairement partie de la tourbière. Cela est davantage mis en évidence par la faune, proche de celle de la tourbière haute, que par la flore qui le fait apparaître plutôt comme une unité originale.

Le marais abaissé ne constitue pas pour les Empidoidea un milieu en soi. Il fait partie de l'écotone. L'écotone varie cependant selon les échelles considérées. En fonction du groupe choisi, on peut dire que les deux écosystèmes se trouvent séparés "à peu près" entre certaines bornes, très différentes selon les organismes considérés. Même en nous limitant à un seul groupe faunistique, il ne nous est pas possible de trancher à quelques mètres près. Nous pouvons cependant affirmer qu'en fonction de la faune des Empidoidea, la limite de l'écotone se trouve dans la prairie de fauche.

La notion de limite n'a pas de sens fonctionnel, elle est purement pratique. On demande aux bureaux d'écologues mandatés de fixer et de cartographier à partir d'où les mesures de protection doivent commencer. On ne peut pas dire que la limite est là d'un point de vue écologique, mais, et c'est fondamental, on peut dire qu'à partir de là, c'est la catastrophe pour de nombreuses espèces si on n'impose pas des mesures de protection ou de gestion particulières (atteintes au centre de gravité d'espèces-clés, etc...).

S'il n'est pas possible de fixer très précisément dans l'espace la limite de l'écosystème tourbière, on peut néanmoins juger de la dégradation du marais ou de son "intégrité" (à défaut de parler "qualité").

5.5. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea

Pour *Phyllodromia melanocephala* et *Bicellaria austriaca*, la limite de la fauche constitue une barrière nette qu'elles ne franchissent pas. *Platypalpus lyriifer* occupe par contre la transition du mur effondré à la zone de moindre productivité de la prairie dé fauche.

On note divers signes de dégradation dans le piège 19 situé sur le haut du mur, dans la pinède sèche. Plusieurs espèces majoritairement prairiales y ont émergé (*P. pallidiventris*, *P. pallidicoxa*, *Hilara litorea* et *Dolichopus trivialis*). La tourbe est dégradée en surface, car la nappe d'eau est trop basse. Si la situation hydrique de la forêt venait un jour à s'améliorer, cette zone retrouverait une certaine "qualité", les sphaignes colonisant de proche en proche le milieu à partir des anciens drains, mais le bord du mur lui restera sec, le rabattement de la nappe ne permettra pas aux sphaignes de se développer.

On ne peut pas ici parler véritablement de "pénétration d'Empidoidea prairiaux" sur le haut-marais au sens d'une colonisation "agressive". La présence de ces espèces est bien le reflet d'une tourbière dégradée ou altérée, mais il est possible que, si près du front d'exploitation et lorsque celui-ci est suffisamment élevé, cette présence soit la règle et qu'aucune mesure de protection ne permette de changer cet état de fait.

Légende de la figure 10.17:

1. Prairie de fauche sur tourbe	5. Pied du mur
2. idem, productivité moindre	6. Mur effondré
3. Bande à <i>Luzula multiflora</i>	7. Pino-Sphagnetum
4. Marais abaissé à <i>E. vaginatum</i>	

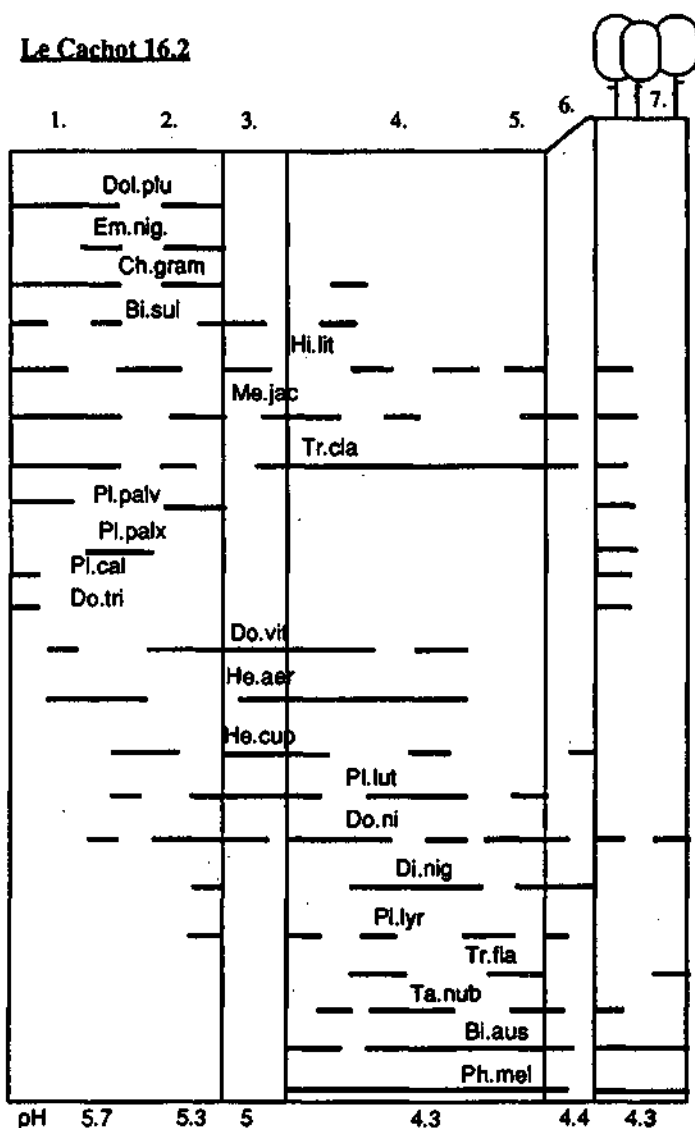


Figure 10.17: Le Cachot 16.2. Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes. pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol. Pour la légende, cf. page précédente.

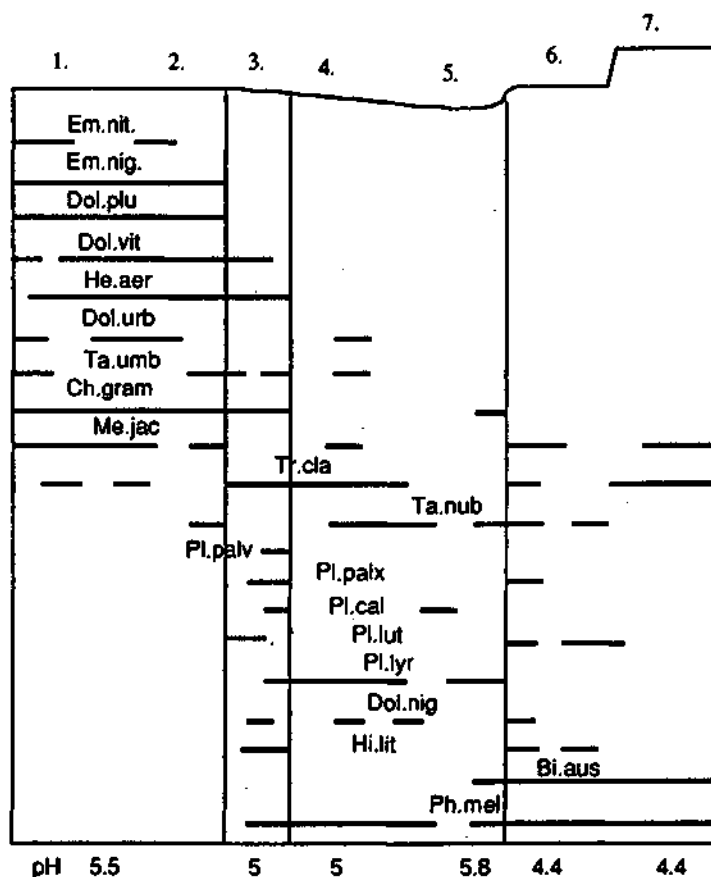
Vers le Maix Rochat 13Sud

Figure 10.18: Vers le Maix Rochat 13 Sud. Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes. pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol.

Légende:

1. Prairie de fauche sur tourbe	5. Marais abaissé à <i>E. vaginatum</i> très humide et pied du mur
2. idem, productivité moindre	6. Lande basse à <i>Calluna vulgaris</i>
3. Bande à <i>Luzula multiflora</i>	7. Lande haute à <i>Calluna vulgaris</i>
4. Marais abaissé à <i>E. vaginatum</i>	

6. Vers le Maix Rochat 13 Sud

6.1. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea

Deux Empidoidea liés aux tourbières occupant le marais abaissé avancent au-delà de la limite de fauche manuelle (*P. melanocephala* et *P. lyriker*).

Comme au Cachot 16.2, il existe dans la prairie de fauche des espèces de zones humides (*Dolichopus viripennis* qui ne pénètrent pas dans le marais abaissé, *D. urbanus* et *Dolichopus pennatus*). Le mode d'exploitation pas trop intensif et un drainage peu performant permettent à des Empidoidea intéressants de se développer dans le champ. Les espèces prairiales les plus typiques que l'on trouvait également dans les pâturages humides et l'Aconito-Filipenduletum de la vallée de Joux ne colonisent apparemment pas le marais abaissé (*D. plumipes*, *Empis nigripes* et *E. nitida*).

La lande basse est colonisée par quelques espèces à tempérament ubiquiste (*P. luteicornis*, *P. pallidicoxa* et *Hilara litorea*) qui n'arrivent apparemment pas à effectuer leur développement larvaire sur la lande haute. La présence de *Euthyneura myrtili* sur la lande basse et de *Dolichopus rupestris* essentiellement sur la lande haute contribuent à séparer les deux formations. Nous savons cependant qu'*Euthyneura myrtili* colonise les deux types de landes. Relevons la présence sur la lande haute de *Dolichopus tanythrix*, strictement lié aux tourbières acides.

6.2. Partition de variation

6.2.1. L'effet "structure"

Les critères retenus lors de la sélection pas à pas sont "le recouvrement maximal des touradons" (= TourRemx) et "la hauteur maximale atteinte par les plantes à feuillage moyen" (= FmoyHmxV).

6.2.2. L'effet "composition floristique"

Les axes 1 et 2 de l'AFC sur les résultats floristiques sont les deux descripteurs floristiques synthétiques contraignant l'ACC.

Résultats:

- Somme totale des valeurs propres: 2.58273
- Flore: somme des valeurs propres canoniques 0.950 (36.78%), $p = 0.01$ (significatif)
- Flore - structure: somme des valeurs propres canoniques 0.309 (11.96%), $p = 0.03$

- Structure: somme des valeurs propres canoniques 0.946 (36.62%), $p = 0.01$ (significatif)
 - Structure - flore: somme des valeurs propres canoniques 0.306 (11.87%), $p = 0.02$ (non-significatif)
 - Pourcentage de variation expliquée par les 4 descripteurs retenus pour 21 objets: 48.61%
- Sur la base des résultats apportés par l'analyse de la végétation, il est possible d'expliquer près de la moitié de la variation de la matrice des espèces d'Empidoidea (48.61%).

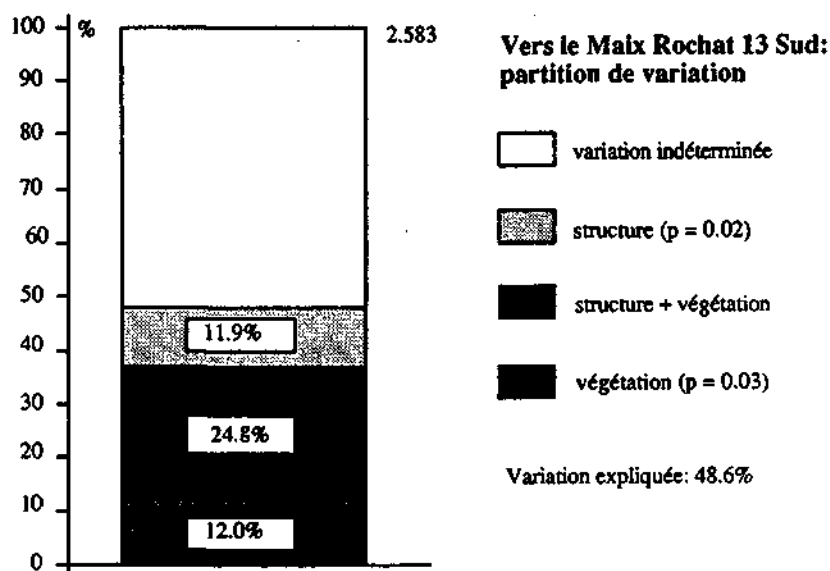


Figure 10.19: *Vers le Maix Rochat 13 Sud*. Résultat de la partition de variation. Les effets "structure de la végétation" et "composition floristique" sont quantifiés.

6.2.3. Discussion

La part de variation de la matrice "espèces d'Empidoidea" expliquée par la végétation et la composition floristique est proche de celle de La Burtignière (respectivement 48.6% et 50.2%). A nouveau, nous pensons que ce résultat est dû à l'originalité des faunes rencontrées dans les différents faciès inventoriés. Comme pour La Burtignière, les pourcentages de variation expliqués par la flore ou la structure seules sont à peine significatifs.

6.3. Le groupement à liens complets sans contraintes

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tableau 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore de "Vers le Maix Rochat 13Sud", indépendamment de toute corrélation spatiale.

6.3.1. La végétation

Trois ensembles de relevés s'individualisent. Les pièges en bordure du marais (bande à *Luzula multiflora*) ont une faible parenté avec ceux du marais abaissé. Nous retiendrons 4 groupes:

Groupe 1: les relevés 1-2-3-4-5-6 de la prairie de fauche forment un bloc compact (niveau de fusion: 0.45).

Groupe 2a: les relevés de la bande encore fauchée (Em 7-8-9). Leur parenté avec le marais abaissé indique ici un signe d'altération de ce dernier.

Groupe 2b: le marais abaissé (Em 10-11-12-13-14-15).

Groupe 3: les landes, hautes ou basses (Em 16-17-18-19-20-21).

6.3.2. Les Empidoidea

Trois unités se dégagent. Parmi elles, nous retiendrons 5 groupes:

Groupe 1a: les pièges de la prairie de fauche se regroupent par enchaînements successifs (Em 1-2-3-4-5-6).

Groupe 1b: les pièges de la bordure (Em 7-8-9). Sur la base des résultats 1992, ils font partie de la même unité que les pièges du champ, contrairement à ce qu'on observe pour la végétation (niveau de fusion 0.84).

Groupe 2: les pièges Em 10-14 s'isolent nettement à l'intérieur du marais abaissé.

Le reste du marais abaissé et les landes ne forment qu'une unité, séparable en deux groupes.

Groupe 3a: les pièges Em 11-12-13-15 du marais abaissé, que rejoint Em 17 de la lande basse grâce à sa forte affinité avec le 15.

Groupe 3b: les pièges Em 16-18 et 19-20-21. La lande basse se distingue de la lande haute.

Le résultat des groupements sans contraintes du MR13Sud est intéressant, car il permet de mettre en évidence des phénomènes différents selon qu'on considère la flore ou la faune. Elles n'expriment pas la même parenté de la bordure immédiate encore fauchée du marais. La flore rattache cette bande au marais abaissé. La faune la rapproche du pré (résultats 1992).

Selon l'échelle considérée, on peut regarder l'ensemble du transect du MR13Sud, à l'exception peut-être de la lande haute, comme un écotone. Dans la prairie de fauche, le problème est proche de celui posé par la transition du Cachot 16.2. Les pièges sont trop proches du marais pour ne

pas en subir l'influence. De plus, les pratiques agricoles sont ici relativement modérées. La bande à *Luzulo multiflora* constitue un sous-écotone, qui correspond à la limite d'exploitation. De même, on décèle un autre sous-écotone sur la lande basse.

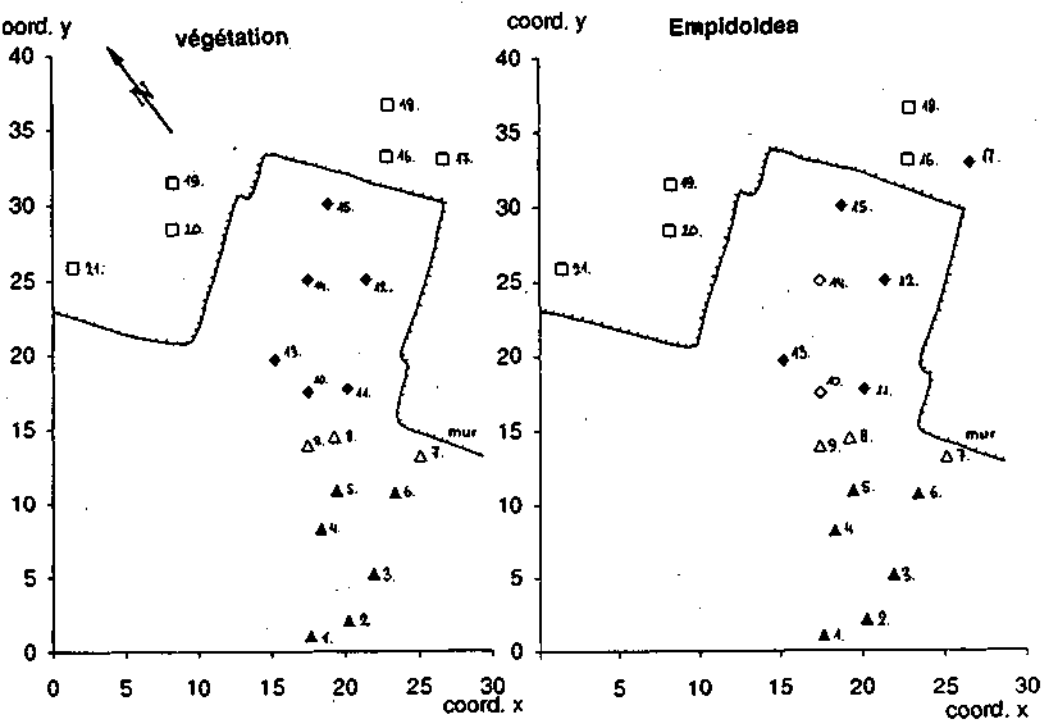


Figure 10.20: Vers le Maix Rochat 13Sud. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.

Groupements / Veg13S.S17

Liaison proportionnelle Connexité 1.000

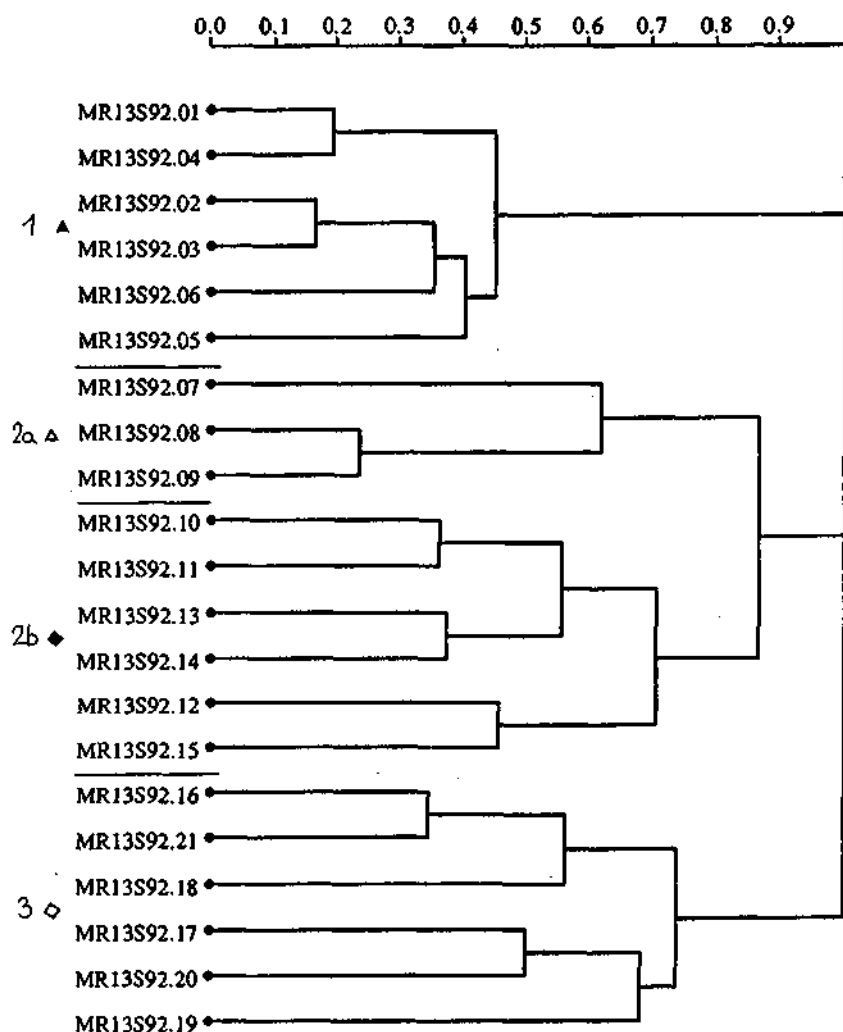


Figure 10.21: *Vers le Maix Rochat 13Sud. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Végétation.*

Groupements / Dol+Emp13S/21x41.S17
Liaison proportionnelle Connexité 1.000

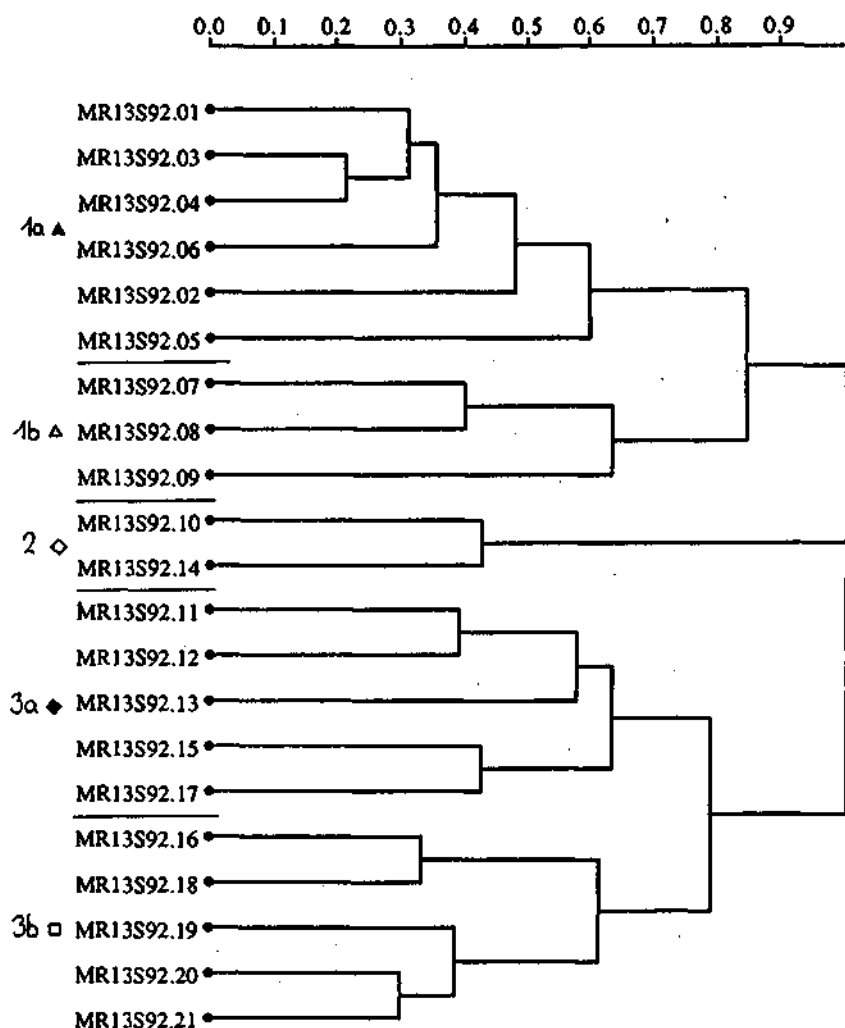


Figure 10.22: *Vers le Maix Rochat 13Sud. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Faune des Empidoidea.*

6.4. Groupement à liens intermédiaires avec contrainte spatiale

Tout comme au Cachot 16.2, il est nécessaire de descendre bas dans les niveaux de fusion pour obtenir de grandes unités pour la flore et beaucoup moins pour la faune. Ceci montre bien que la parenté faunistique entre les sous-milieus est plus marquée que la parenté floristique.

A un niveau de fusion de 0.31, la flore permet de séparer :

- la prairie
- le marais abaissé, y compris la bande fauchée occasionnellement (contrairement au Cachot 16.2)
- les landes du haut-marais (qui forment une unité dès 0.31)

Floristiquement, le marais abaissé se rapproche finalement (niveau de fusion 0.05) de la prairie de fauche et non du haut-marais.

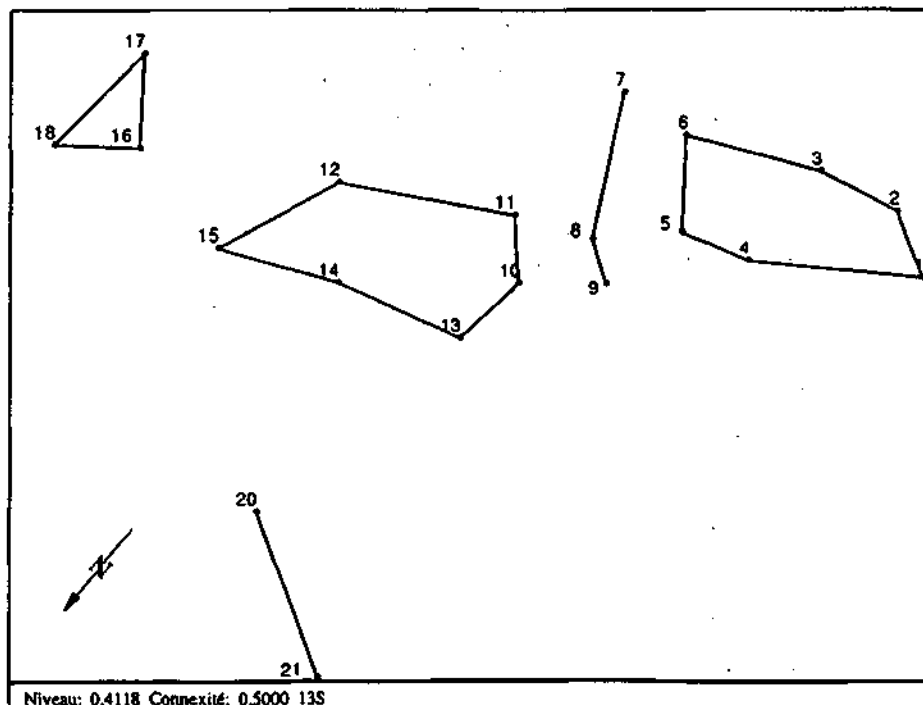


Figure 10.23: *Vers le Maix Rochat 13Sud. Végétation. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.*

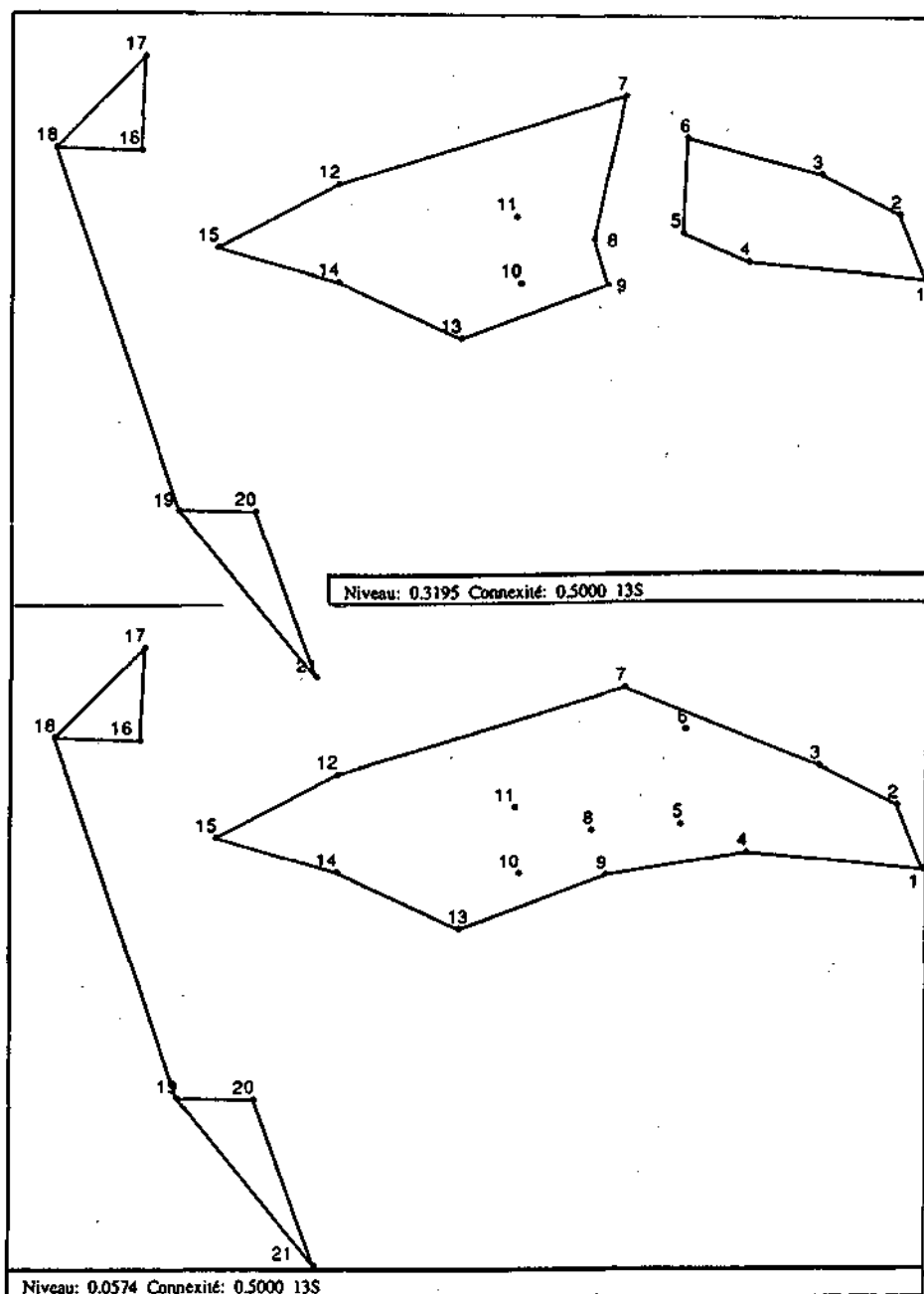


Figure 10.23 (suite): Vers le Maix Rochat 13Sud. Végétation. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.

A un niveau de fusion comparable (0.33), la faune se sépare en deux grandes unités :

- la prairie et la bande occasionnellement fauchée (sauf le piège 9)
- le marais abaissé et les landes

6.4.1. Conclusions

L'image donnée par la faune est donc quelque peu différente de celle apportée par la flore. Elle montre bien que, malgré une influence prairiale sur la végétation, la faune du marais abaissé est directement liée à celle du haut-marais.

Du point de vue de la faune, le marais abaissé fait partie du haut-marais, alors que d'un point de vue floristique, il constitue un élément original, ce que nous avons déjà observé au Cachot 16.2. On pourrait penser que dans un milieu en devenir, en pleine dynamique, la faune réagit plus rapidement que la flore et a une longueur d'avance vers un équilibre à venir (régénération du haut-marais). Mais il est aussi possible qu'une portion de la faune résiste mieux que la flore.

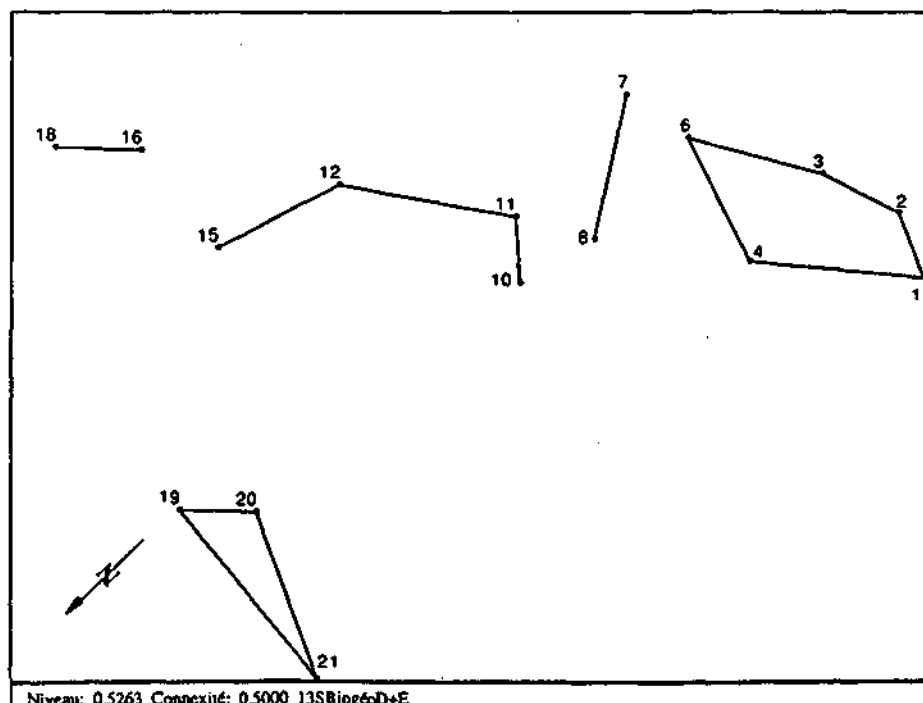


Figure 10.24: Vers le Maix Rochas 13Sud. Empidoidea. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.

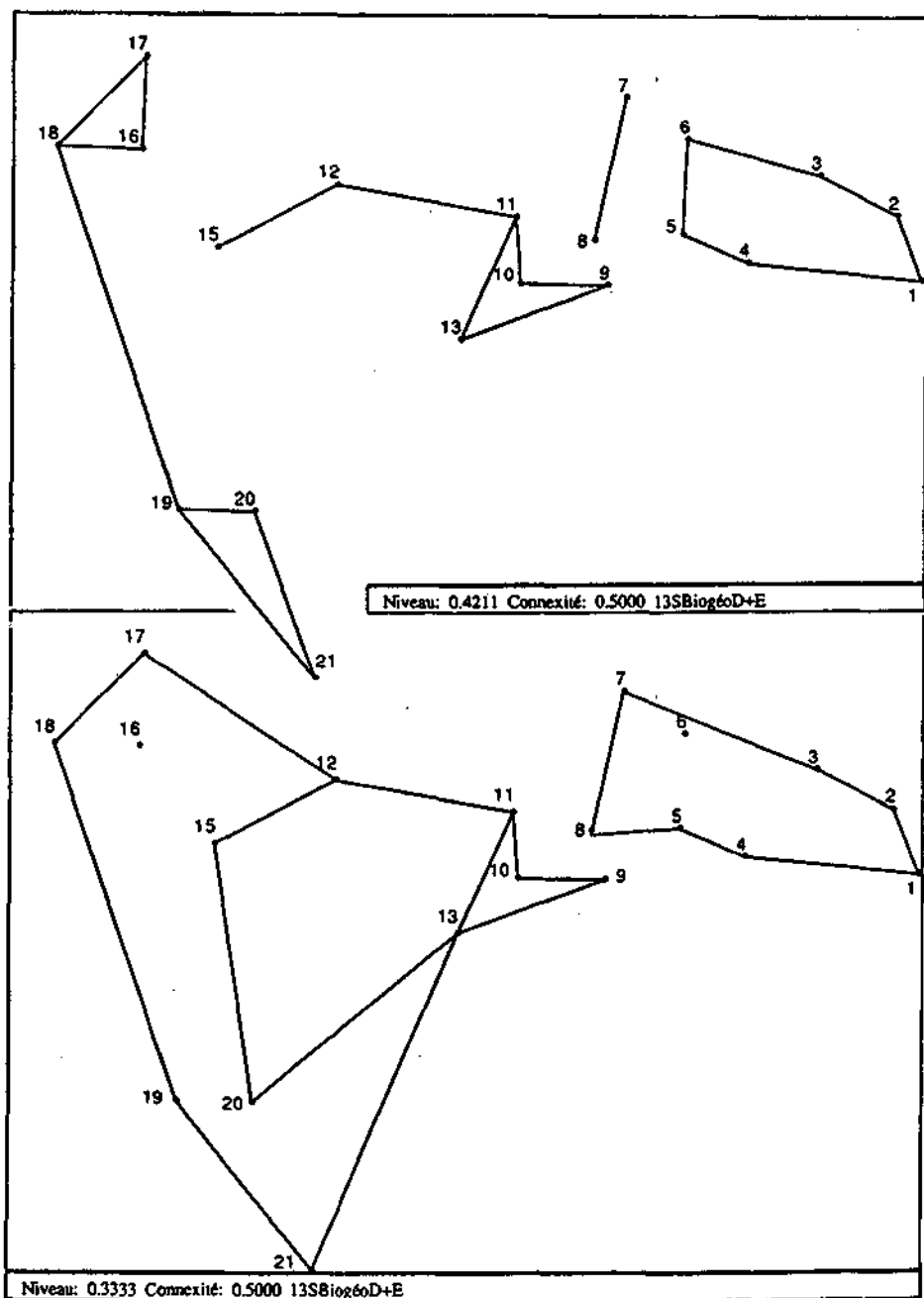


Figure 10.24: (suite) Vers le Maix Rochat 13Sud. Empidoidea. Groupement à contrainte spatiale (type "Biogéo"), basé sur une matrice S17, un fichier de liens et les coordonnées des relevés. Trois niveaux de fusion retenus.

7. Vers le Maix Rochat 13Est

7.1. Le groupement à liens complets sans contraintes

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tablesu 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore de Vers le Maix Rochat 13Est.

7.1.1. La végétation

Les relevés se séparent en deux unités. Nous retiendrons 5 groupes:

Groupe 1a: les relevés 1-2 du pâturage gras.

Groupe 1b: les relevés 3-4-5-6-8 situés sur une légère bosse. Le relevé 5 correspond à la limite des deux faciès. Il est intégré à ce groupe et non pas à celui du pâturage gras.

Groupe 1c: le groupe formé par les relevés 7-9-12-13-14 indique ici que le marais abaissé présente de nets signes de dégradation. Il ne fait qu'un avec sa bordure immédiate située dans le pâturage.

Groupe 2a: les relevés de la lande basse (Em 15-16-17).

Groupe 2b: les relevés du remblai (Em 10-11).

Le groupement sans contraintes basé sur la végétation reflète parfaitement la physionomie du terrain.

7.1.2. Les Empidoidea

Les pièges se séparent en deux unités. Nous retiendrons 4 groupes et un piège sera considéré isolément (Em 3).

La première unité réunit les pièges du pâturage, y compris ceux du creux humide longeant la barrière de barbelé.

Groupe 1a: les pièges Em 1-5 dont la parenté n'est pas très élevée (niveau de fusion 0.6667) se regroupent faute de mieux.

Groupe 2b: les pièges Em 2-7-9 et Em 4-6-8.

La seconde unité implique les pièges se situant au-delà de la barrière, côté marais.

Groupe 2a: les pièges du remblais à *Polygonum bistorta* (Em 10-11) et du marais abaissé (Em 12-13-14).

Groupe 2b: les pièges de la lande basse (Em 15-16-17).

Malgré l'aspect très perturbé du site, le marais abaissé se rattache par sa faune à la lande basse, alors que sa flore le rapproche du pâturage sur tourbe.

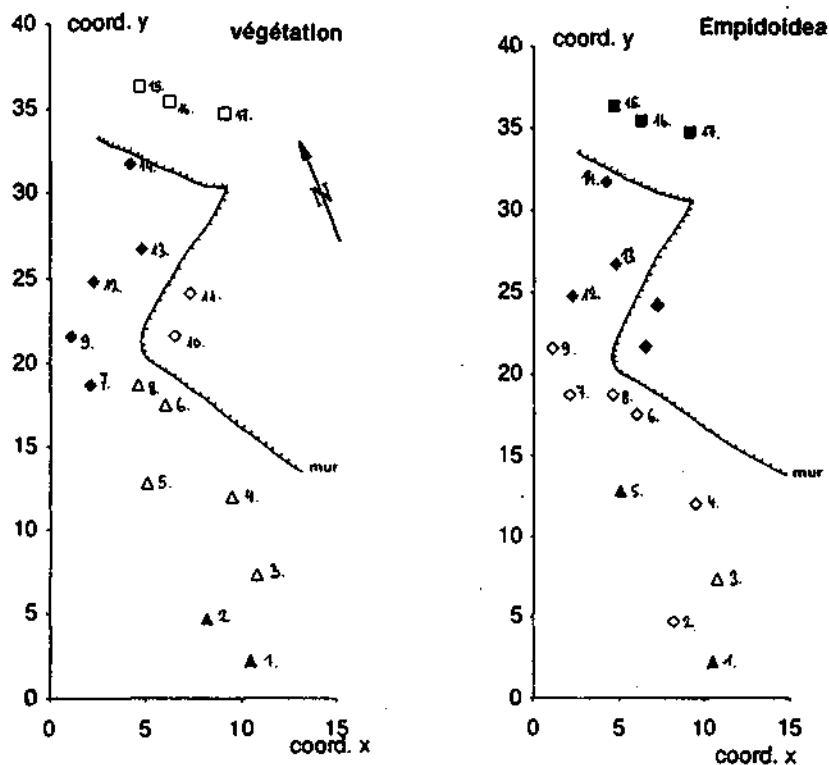


Figure 10.25: Vers le Maix Rochat 13Est. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.

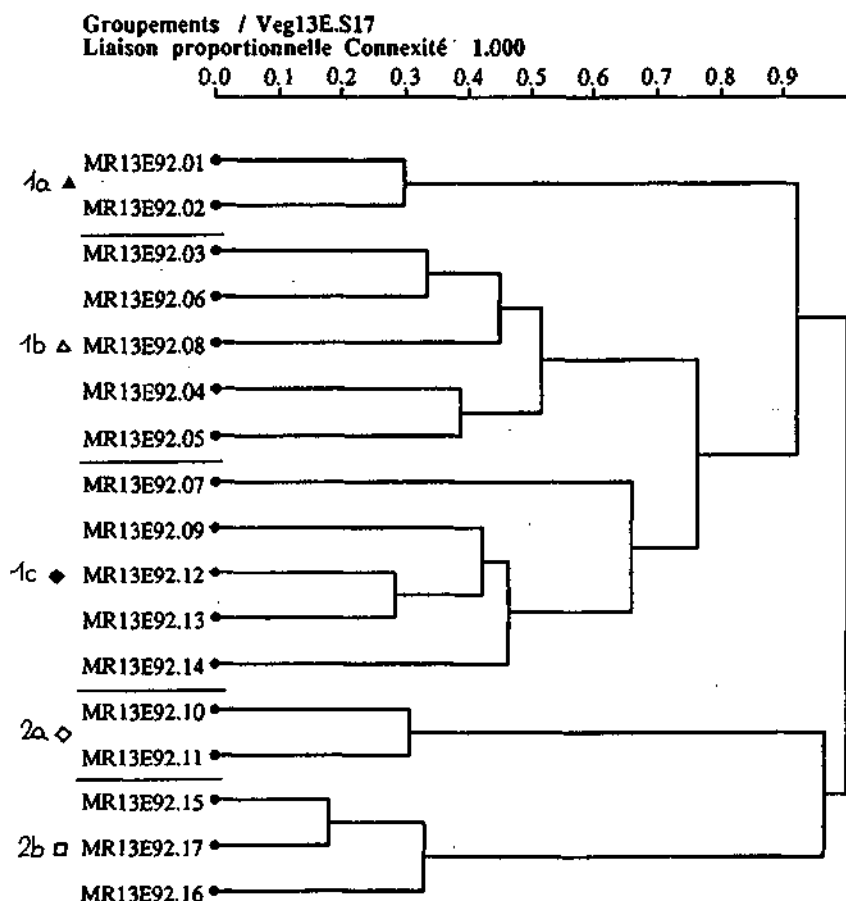


Figure 10.26: *Vers le Maix Rochat 13Est*. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Végétation.

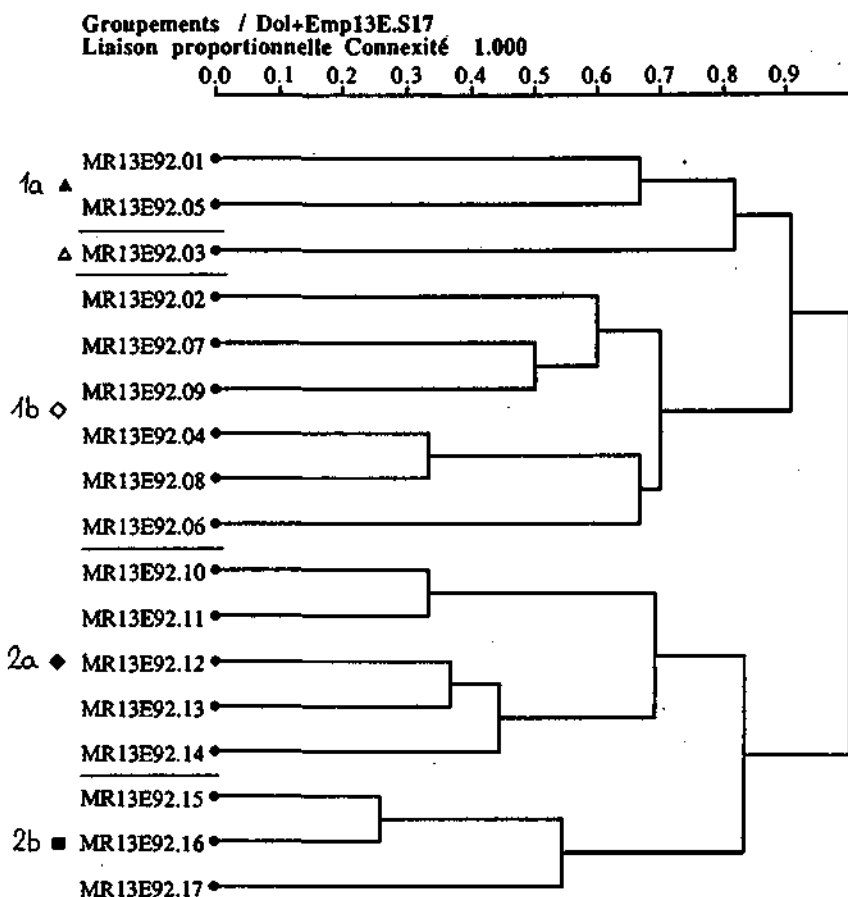


Figure 10.27: *Vers le Maix Rochat 13Est*. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Faune des Empidoidea.

7.2. Discussion

A nouveau flore et faune permettent de rapprocher le marais abaissé, soit du côté des milieux prairiaux, soit du côté du haut-marais. La flore permet aisément de mettre en évidence l'aspect dégradé du site. On peut néanmoins remarquer que la faune des Empidoidea montre l'intérêt de lieux même très perturbés. Est-ce à dire qu'une portion de faune résiste mieux que la flore aux infiltrations riches en azote ? Nous ne pensons pas que l'on puisse parler de "résistance". En effet, les représentants de la faune véritablement liés aux tourbières (et pas simplement acidophiles) disparaissent de ces sites. Seules quelques espèces de milieux secondaires les colonisent en très petit nombre.

7.3. Remarques sur quelques espèces

L'ensemble du transect MR13Est côté marais est nettement perturbé. Plusieurs espèces végétales et animales indiquent clairement l'altération du site et une tendance à la banalisation du marais abaissé vers une simple prairie humide. Des espèces du Calthion, des prairies humides plutôt riches en bases et des indicatrices d'écoulement envahissent l'ensemble du marais abaissé: *Polygonum bistorta*, *Deschampsia caespitosa*, *Geum rivale*, *Angelica silvestris*, *Crepis paludosa*, *Succisa pratensis* et *Sanguisorba officinalis*. *R. squarrosus*, *Climacium dendroides* et *Caltha palustris* pénètrent jusqu'au fond de l'encoche.

Aucune espèce d'Empidoidea de zones humides n'est signalée dans le pâturage sur tourbe.

La faune des Empidoidea du marais abaissé comporte également des éléments des zones humides plutôt alcalines⁶ tels *Dolichopus urbanus* et *Dolichopus pennatus*. *Hercostomus aereus*, qui au MR13Sud occupe toute la zone fauchée, n'est ici présent que dans la bande longeant la barrière. *D. vitripennis* est totalement absent, alors que *D. urbanus* pénètre jusqu'au fond de l'encoche. *Empis stercorea*, qui affectionne les milieux prairiaux productifs, est également présent, tout comme *Empis nitida*.

Sur la lande basse, on trouve *Dolichopus rupestris* et *Diaphorus nigricans*, deux espèces caractéristiques des milieux tourbeux secondaires plutôt secs, mais aussi *P. calceatus*, *Chrysatus gramineus* et *P. pallidiventris*, espèces essentiellement prairiales. On note également la présence d'espèces de zones humides: *D. longitarsis* et *Dolichopus nigricornis*.

Une fois de plus, la répartition de *Phyllodromia melanocephala* correspond parfaitement à la limite des activités agricoles. Elle est présente jusqu'au piège Em 9, situé juste sous le fil de fer

⁶ Dans les autres familles inventoriées, *Tipula pagana*, *T. vitripennis* (Tipulidae) et *Cheilotrichia imbuta* (Limoniidae) sont également présentes.

barbelé. On notera l'absence complète de *Platypalpus lyrifer* et de *Bicellaria austriaca*. Si le premier devrait théoriquement pouvoir occuper (il l'a d'ailleurs peut-être occupé), la seconde est peut-être absente faute de formation boisée suffisamment proche.

Figure 10.28: Vers le Maix Rochat 13 Est. Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'*Empidoidea* présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes (page suivante)

Légende:

1. Pâturage gras sur tourbe	4. Marais abaissé altéré
2. idem, productivité moindre (sauf Em 5)	5. Lande basse à <i>Calluna vulgaris</i>
3. Creux humide bordant la clôture	6. Remblais à <i>Polygonum bistorta</i>

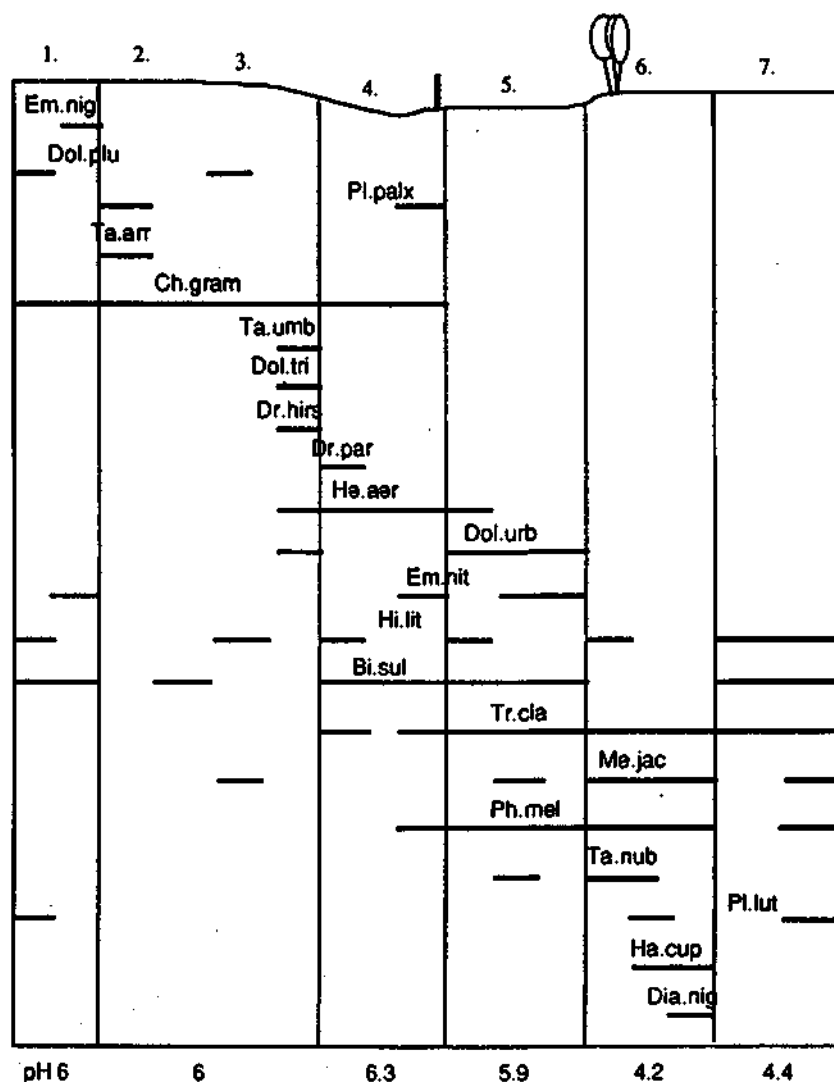
Vers le Maix Rochat 13 Est

Figure 10.28: Vers le Maix Rochat 13 Est Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes. pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol.

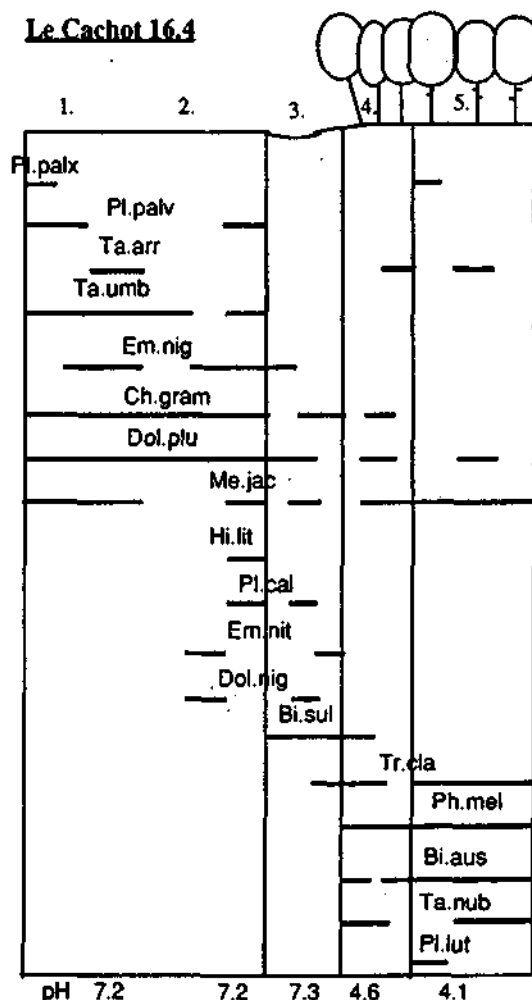
Le Cachot 16.4

Figure 10.29: **Le Cachot 16.4.** Schéma synthétique illustrant la répartition des espèces d'Empidoidea présentant au moins 10 occurrences sur l'ensemble de nos récoltes. pH(H₂O) moyen des 5 premiers centimètres du sol.

Légende:

1. Prairie de fauche
2. Prairie de fauche, tendant vers le Calthion
3. Mégaphorbiée sur le drain ouvert longeant la tourbière
4. Seuil de la tourbière
5. Pinède secondaire

8. Le Cachot 16.4

8.1. Remarques sur quelques espèces d'Empidoidea

La faune typiquement prairiale joue un rôle important sur cette zone de transition. Les espèces pénètrent parfois jusque sur le seuil de la tourbière (*C. gramineus* et *P. calceatus*) et même plus avant, jusque dans la pinède (*D. plumipes*, *P. pallidiventris* et parmi d'autres familles de Diptères, *Tipula varipennis* et *Dilophus febrilis*).

Les habituelles espèces plutôt forestières et acidophiles sont présentes. Comme chaque fois, *P. melanocephala* apparaît dès le seuil de la tourbière. *Bicellaria austriaca*, *Trichina elongata* et *R. montana* sont également présentes.

Dolichopus urbanus est absent de ce contact, tout comme *D. vitripennis*. C'est également le cas de *P. lyrifer*, mais les faciès du Cachot 16.4 ne lui conviendraient de toute manière pas, contrairement à ceux du MR13Est. *D. nigricornis* est faiblement représenté en Em 5 et 8.

On peut considérer les pièges situés dans la zone à forte productivité à quelques 8 mètres de la tourbière comme véritablement représentatifs du peuplement d'une prairie de fauche intensive. Une espèce intéressante (*Empis gooti*), mais encore très peu connue n'a cependant été trouvée que là.

8.2. Le groupement à liens complets sans contraintes

Tests de Mantel: Les tests de Mantel simples et partiels (cf. Tableau 10.2) montrent qu'il y a une forte corrélation entre les deux matrices faune et flore du Cachot 16.4.

8.2.1. La végétation

Nous avons subdivisé les deux unités principales en 4 groupes:

Groupe 1a: les relevés de la prairie de fauche à forte productivité et riche en azote (Em1-2-3) et les relevés de la bande fleurie se rapprochant du Calthion (Em 4-5-6).

Groupe 1b: les relevés de la mégaphorbiée sur le drain (Em 7-8-9).

Groupe 1c: les relevés situés sur le seuil de la tourbière (Em 10-11). Une faible parenté avec les relevés de la mégaphorbiée se crée par l'intermédiaire de Em 11.

Groupe 2: les relevés de la pinède secondaire et de sa lisière immédiate Em 12-13-14-15. Le relevé 14 se situe quelque peu en marge de ce groupe.

P. bistorta se développe jusque sur le seuil de la tourbière, mais reste stérile. *Rhytidadelphus*

squarrosus est présent dans la pinède secondaire (relevé 14).

Le groupement sans contrainte basé sur la végétation reflète à nouveau la nature de notre échantillonnage. On notera le regroupement des pièges se situant sur le seuil de la tourbière avec ceux des milieux prairiaux.

8.2.2. Les Empidoidea

Trois unités se détachent. Nous retiendrons 3 groupes:

Groupe 1: les pièges du pré Em 1-2-6 et Em 3-4-5. Le piège 3, qui se situe à la limite des deux faciès de la prairie de fauche, se rattache avec la bande fleurie, alors que Em 6, tout proche du drain et dans une zone à productivité forte, se rapproche des Em 1 et 2.

Groupe 2: les pièges de la mégaphorbiée Em 7-8-9 que rejoint clairement Em 11.

Groupe 3: les pièges du seuil (Em 10-12) et de la pinède (Em 13-14-15) forment le dernier groupe.

La faune donne une image plus tranchée de la transition. Les pièges du seuil de la tourbière se rattachent à ceux de la pinède, à l'exception du Em 11, qui de par sa situation subit directement l'influence du canal. Nous avons déjà souligné l'importance du degré d'imbibition des sols pour la faune que nous étudions et c'est pourquoi ce piège se rapproche de ceux de la mégaphorbiée.

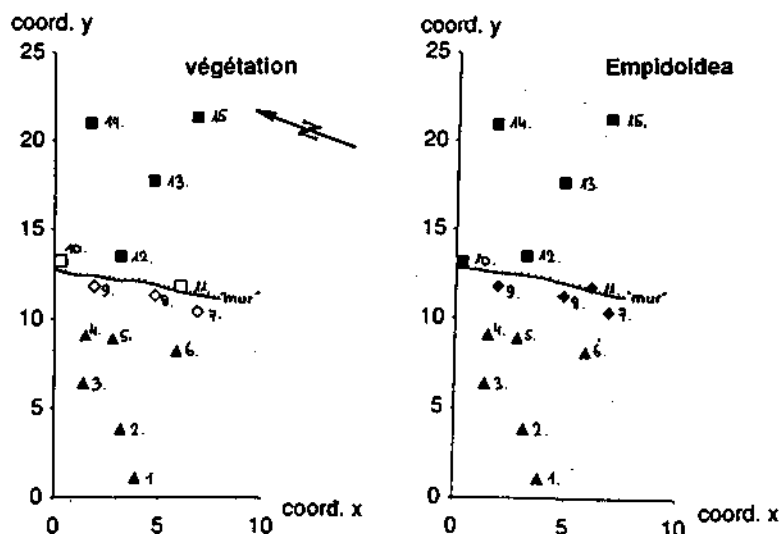


Figure 10.30: Le Cachot 16.4. Cartes sur la base des groupements sans contraintes. Végétation et faune des Empidoidea. Représentation spatiale des groupes selon les coordonnées des pièges. Les pièges appartenant au même groupe sont dotés du même symbole.

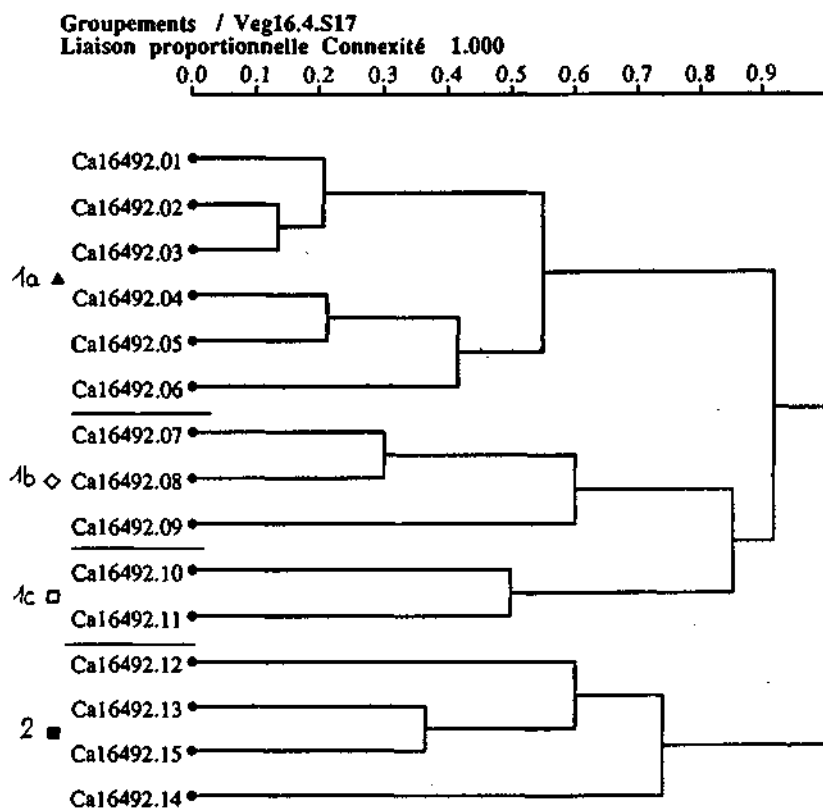


Figure 10.31: Le Cachot 16.4. Groupements à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Végétation.

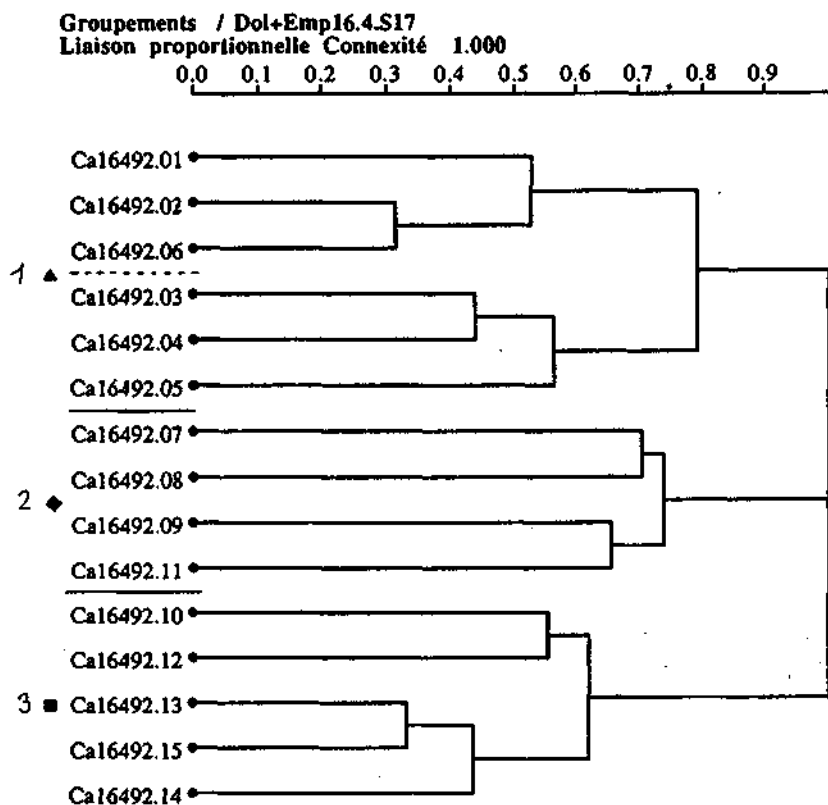


Figure 10.32: *Le Cachot 16.4*. Groupement à liens complets sur la base d'une matrice de similarité S17. Faune des Empidoidea.

8.3. Discussion

A nouveau, la faune offre une image plus contrastée que la flore. La faune liée à la tourbière forme un groupe homogène. La flore reflète davantage les influences négatives de l'agriculture proche. Nous reviendrons sur cette constatation au sous-chapitre 9, conclusion au chapitre 10.

9. Conclusion du chapitre

Les études comparées de la flore et de la faune se sont révélées complémentaires. Les visions apportées par l'analyse des résultats montrent que, s'il existe bel et bien une parenté écologique entre faune et flore le long des transitions étudiées, on ne peut pas exclure l'étude de la faune au seul profit de la flore et inversement.

9.1. Structure du milieu et flore

Lorsque nous avons entrepris l'étude de la structure de la végétation, nous avons émis l'hypothèse suivante: les femelles adultes, qui possèdent une bonne vision chez les Empidoidea, choisissent leurs lieux de ponte en fonction de la structure du milieu. En ayant recours au piège à émergences, nous approchions le problème de manière indirecte, les imagos n'ont en effet pas été observés. Dans les analyses (partition de variation), rien ne nous permet de dire si c'est la flore ou la structure seule qui joue un rôle-clé. Dans la partie commune, on ne sait pas quel élément domine et est déterminant.

9.2. Les transitions secondaires

Le fonctionnement des zones de transitions s'avère suffisamment complexe pour ne pas se fonder sur la seule végétation, particulièrement dans les milieux résultant de l'exploitation. Si l'étude de la flore est un outil performant pour appréhender l'état d'altération d'un site, elle ne permet pas de soupçonner l'intérêt faunistique de milieux agricoles dont l'exploitation est "modérément intensive". Les espèces végétales des prairies humides sont éliminées par les pratiques agricoles, mais des Empidoidea liés aux zones marécageuses et intéressants sont présents, et parfois en grand nombre.

L'étude des différents groupements montre que les marais abaissés appartiennent faunistiquement clairement à la tourbière haute, même s'ils sont nettement altérés.

La flore tend à faire des marais abaissés des groupements originaux lorsqu'ils ne subissent

⁷ Il n'y a actuellement pas d'exploitation "relativement extensive" dans la vallée de La Brévine.

apparemment pas d'atteintes, à les rapprocher ou à les assimiler à des milieux prairiaux, selon le degré de perturbation.

9.3. Mesures de protection

9.3.1. Les Sagnes Burtignière et de Praz Rodet

Les deux transitions naturelles doivent être protégées du bétail. A notre avis, à La Burtignière, une clôture posée devant l'"*Aconito-Filipenduletum*" suffit. Peu coûteuse, cette solution offrirait une protection simple et efficace aux bas-marais. Lorsque la pression du bétail se fait par trop sentir, les bas-marais du *Caricetum davallianae* tendent à évoluer vers le *Calthion* (Gallandat, 1982). Le faciès à petits *Carex* décrit en serait une étape. Il faut cependant noter que le bétail, lorsqu'il est très peu abondant (ce qui n'est pas le cas ici), peut constituer un facteur de diversification pour la flore et favoriser la présence de certaines espèces végétales de bas-marais à tendance pionnière (Blanchard, comm.pers.). A La Burtignière *Pinguicula vulgaris* colonise les petites dépressions provoquées par le passage occasionnel d'une bête.

Sur la lisière nord de Praz Rodet, une telle clôture posée à environ deux mètres du canal côté pâturage permettrait de protéger la tourbière de la dent et des sabots du bétail. Les eaux chargées en nutriments semblent être efficacement entraînées vers la rivière, mais l'atteinte physique est forte. Nous ne savons pas quel est l'impact sur la tourbière et ses bas-marais des déversages de purin dans le pâturage (à Praz Rodet seulement) et du nombre d'Unités Gros Bétail (= UGB) présentes. Mais dans un premier temps, il est impératif de protéger mécaniquement la tourbière et ses bas-marais. Un suivi à long terme serait nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement du tampon naturel dont sont dotées ces tourbières ou si, dans les années à venir, on constate une progression des espèces nitrophiles au sein des bas-marais.

9.3.2. Le Cachot 16.2

La présence d'espèces de zones humides ou propres aux zones de transition naturelles acides jusque dans le champ et l'absence d'espèces strictement prairiales, démontrent que le marais abaissé ne nécessite pas d'autres mesures de protection que le maintien de la zone en question (pas d'interventions physiques, ni de drainage).

9.3.3. Vers le Maix Rochat 13 Sud

Nos résultats floristiques montrent que le marais abaissé, outre une protection mécanique et hydrique, nécessite une protection trophique. Mais les *Empidoidea* montrent que le mode d'exploitation permet encore à une faune intéressante de coloniser la prairie de fauche.

9.3.4. Vers le Maix Rochat 13 Est

En ce qui concerne les Empidoidea, le peuplement peut être jugé satisfaisant pour un telle zone. La flore reflète par contre nettement une situation perturbée par des écoulements riches en bases.

A l'échelle de la tourbière, l'écotone démarre dans le pâturage, dans la bande longeant la barrière et en fait se poursuit vraisemblablement au-delà de la lande inventoriée (cf. fig.4.14, p.79). Le marais a nettement besoin d'une protection trophique et hydrique.

9.3.5. Le Cachot 16.4

En fonction de nos résultats, l'écotone débute quelque part dans la bande fleurie et s'étend jusque dans la pinède. Le marais est insuffisamment protégé des influences prairiales. Outre une protection hydrique (la protection mécanique étant garantie par la forêt), une protection trophique est nécessaire.

CHAPITRE 11 : ASPECT HISTORIQUE

1. Aspect historique

1.1. Le cas du Cachot

La prairie du Cachot 16.2 ne possède plus qu'un cortège floristique banal et appauvri. Quelques rares pieds de *Sanguisorba officinalis* ou de *Cirsium rivale* rappellent l'ancienne affiliation aux Molinietalia des prés à litière aujourd'hui disparus. Les prairies de fauche sur tourbe ont glissé progressivement vers les alliances des Arrhenatheretalia.

Deux Dolichopodidae de zones humides sont par contre bien représentés dans la prairie (*Dolichopus vitripennis* et *Dolichopus nigricornis*). A l'inverse, Le Cachot 16.4 présente en bordure de tourbière une très belle bande fleurie (*Calthion*) où l'on trouve encore quelques *Friillaria meleagris*, mais la faune des Empidoidea est assez banale. Un seul individu de *D.nigricornis* et d'*Empis nitida* ont été trouvés dans cette zone.

1.2. Développement

Si dans les prairies de fauche que nous avons étudiées, deux sur trois abritent des espèces de zones humides, même à quelque distance du marais, c'est en partie parce que l'agriculture y est moins intensive que celle généralement pratiquée dans les hautes vallées neuchâtelaises. Les prairies du Cachot 16.2 et de Vers le Maix Rochat 13Sud constituent plutôt des exceptions dans la vallée de La Brévine. Mais ce n'est certainement pas le seul facteur.

Dans un esprit directement inspiré de l'Ecologie du paysage, nous avons pensé à une raison historique possible. Lorsque nous avons procédé à l'extraction des carottes de sol, nous avons constaté dans la prairie de fauche du Cachot 16.4 que le profil était beaucoup plus évolué qu'au Cachot 16.2 et MR13Sud. Sur les vingt premiers centimètres, on ne reconnaît plus une tourbe (pas de fibres visibles). C'est une terre noire et argileuse. Il se peut que le défrichement et l'utilisation en pré à litière du Cachot 16.4 soit antérieure à celle du Cachot 16.2 et MR13Sud.

Nous avons consulté la carte au 1: 25.000 établie par J.F. d'Osterwald entre 1838 et 1845 pour l'ensemble de la Principauté de Neuchâtel, sur l'ordre de Frédéric II, roi de Prusse. Cette carte est d'une extraordinaire précision. Elle a été rééditée en 1985 par la Nouvelle Revue neuchâtelaise. On constate (fig. 11.1) que les Francs-Abergeants avaient déjà effectué un travail

considérable sur la tourbière de Vers le Maix Rochat 13Sud, dont les limites n'ont guère évolué depuis. La prairie de fauche où nous avons travaillé faisait partie d'une encoche, probablement très humide, car cernée par le haut-marais. Le pâturage de MR13Est était déjà défriché. L'ensemble Cachot 16 ne formait qu'une vaste unité, traversée par deux chemins. Le haut-marais occupait encore largement l'emplacement de notre transect 16.2. Au Cachot 16.4, la limite observée semble proche de la limite actuelle, voire même en retrait. Cela fait donc au moins 150 ans que cette zone a été transformée en pré. La frange naturelle de la tourbière du Cachot 16.4 est proche du site inventorié (100 à 150 mètres) et une partie des eaux du champ s'écoulent résolument vers une dépression où musarde un maigre bled.

Il se peut donc que le peuplement diptérologique relevé ne dépende pas uniquement des pratiques agricoles actuelles sur le site, mais aussi du degré d'ancienneté des prairies de fauche. Les prairies les plus récemment gagnées sur le marais seraient encore susceptibles d'abriter une faune de zone humide, alors que les sols trop évolués des sites les plus anciennement transformés en zone agricole ont perdu cette potentialité. La qualité du drainage joue également un rôle important, car elle accélère ou ralentit le processus d'évolution des sols.

Comme le souligne très justement Ricklefs (1987): "Les écologues commencent à réaliser que la diversité locale porte l'empreinte de processus globaux (...), qui les mettent au défi d'élargir la dimension géographique et historique de leurs concepts et de leurs recherches. L'omission du contexte historique peut conduire à une interprétation fallacieuse des peuplements actuels.

De la prise de conscience à l'utilisation des données historiques, il y a encore un pas à franchir. "Une des tâches importantes pour les écologues est de développer les moyens appropriés afin d'inclure les processus historiques dans leurs modèles et méthodes analytiques." (Borcard & al., 1995).

Il est regrettable qu'un travail historique sur l'évolution des limites des tourbières de la vallée de La Brévine n'ait pas encore vu le jour. Nous présentons ici une carte des limites actuelles des tourbières étudiées où figurent en pointillé les limites relevées sur la carte de d'Osterwald (1838-1845). Les principales fermes, la frontière de la commune du Cerneux-Péquignot et certains chemins constituent d'excellents points de repère.

Vallée de La Brévine: limites actuelles des tourbières et limites d'après la carte d'Osterwald (1838-1845).

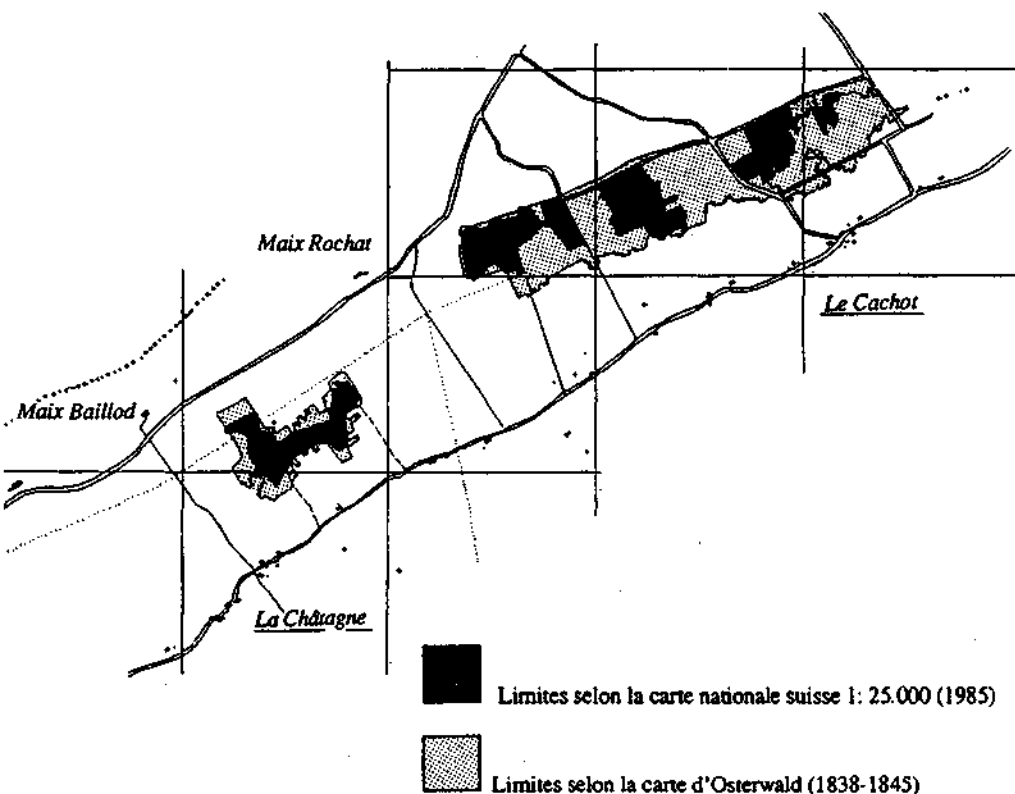


Figure 11.1: Carte des limites actuelles et passées des tourbières de MR13Sud, du Cachot 16.4 et du Cachot 16.2. D'après les cartes du Service topographique fédéral (1985) et celle de J.F. d'Osterwald (1838-1845).

CHAPITRE 12 : DISCUSSION GENERALE & CONCLUSIONS

1. Identification à la famille et à l'espèce

Dans le cadre de notre problématique, une détermination à l'espèce est indispensable pour une analyse fine des tendances s'exprimant dans une zone de transition. Même si les familles de Diptères permettent de mettre en évidence des ruptures significatives du peuplement le long des transects, il n'est pas possible d'obtenir en-dehors des trivialités une information de qualité par ce biais.

D'après nos résultats, aucune espèce de la faune caractéristique des hauts-marais n'est en mesure de coloniser les milieux prairiaux sur tourbe (prairies de fauche ou pâturage). A la faveur de conditions topographiques, hydriques et culturales favorables, les larves de *Phyllodromia melanocephala* et *Platypalpus tyrifer*, espèces d'Empidoidea liées aux tourbières dans le Jura, sont susceptibles de se développer dans la bordure extrême du champ faisant limite avec le marais abaissé. Nous les avons piégées en petit nombre dès que la fauche n'est plus régulière.

Par contre, des Empidoidea prairiaux et des espèces de zones humides plutôt alcalines colonisent les marais abaissés et parfois même le seuil de la tourbière, que l'on puisse ou non y observer des plantes indicatrices d'altération.

Il faut cependant souligner que compte tenu de la raréfaction des milieux humides, plusieurs espèces de Diptères hygrophiles autrefois communes dépendent aujourd'hui des bordures de tourbières, même dégradées, pour effectuer leur développement larvaire. Elles sont en quelque sorte devenues "tyrphodépendantes".

2. Bilan par famille

2.1. "Petites familles"

Les Psilidae (8 espèces) se sont avérées caractéristiques de la bande à *Luzula multiflora* par l'intermédiaire de *Loxocera aristata* (Panzer). Nous avons pu montrer que ce Psilidae se nourrit de *Luzula multiflora*, ce qui n'était pas connu.

Ce cas illustre parfaitement la redondance possible entre la distribution d'un groupe de phytophages comprenant des spécialistes et l'information apportée par la flore.

Les Bibionidae (7 espèces) sont caractéristiques des milieux agricoles (pâturage et prairies de fauche) à l'exception de *Bibio clavipes* Meigen et de *Bibio lepidus* Loew qui colonisent les milieux tourbeux ouverts et secondaires.

Le genre *Dilophus* est particulièrement abondant dans les milieux sous influence anthropozoogène. Il peut cependant presque disparaître du fond de la vallée de La Brévine selon les années. Les hivers sans neige pourraient être à l'origine de ces importantes fluctuations. La présence de *Dilophus febrilis* dans un marais abaissé constitue un signe clair d'altération.

Les Scatopsidae (21 espèces) ne peuvent pas être utilisés dans le cadre notre problématique et ne constituent qu'un apport faunistique.

Grâce aux Tipulidae, nous avons obtenu les premiers renseignements sur l'état des zones de transition étudiées.

Parmi les 9 espèces déterminées par le Dr. Ch. Dufour, quatre sont prairiales (*T. paludosa* Meigen, *T. vernalis* Meigen, *T. varipennis* Meigen et dans une moindre mesure, *T. pagana* Meigen). Ces espèces ne sont en mesure de coloniser que des milieux secondaires, aux conditions peu drastiques. *T. varipennis* indique une altération claire des zones de tourbière qu'elle colonise.

Nous n'avons capturé aucune espèce strictement liée aux milieux primaires de tourbières acides. Les seules Tipulidae marquant une affinité nette pour les tourbières sont plutôt liées aux forêts et aux landes (*T. subvafra* et *T. turcica*). Selon nous, la présence de *T. subvafra* dans la pinède primaire du Cachot 16.2 est un signe de la relative sécheresse de celle-ci.

T. gimmerthali Lackschewitz, espèce caractéristique dans le Jura des zones d'écoulement et de suintement des ceintures naturelles de bas-marais, n'a apparemment trouvé aucun milieu de substitution sur les friches des tourbières exploitées.

Les Limoniidae sont avant tout très sensibles aux conditions hydriques. Ils ne peuvent être utilisés systématiquement pour juger de l'état des zones de transition résultant de l'exploitation, car celles-ci sont le plus souvent trop sèches. La majorité des Limoniidae capturés sont sans affinité stricte pour les tourbières acides. Nous n'avons capturé en milieux secondaires que deux espèces liées aux tourbières dans le Jura (*Phylidorea squalens* Zett. et *Euphylidorea phaeostigma* Schummel).

L'interprétation de la présence de quelques espèces nous pose des difficultés et nous n'avons pas pu juger de leur signification dans la transition. Les marais abaissés sont susceptibles de constituer des milieux de substitution pour certaines d'entre-elles, mais nous n'en avons

malheureusement pas la preuve.

2.2. Les EMPIDOIDEA

Les 3 principales familles d'Empidoidea que nous avons étudiées ont une sensibilité différente par rapport aux gradients étudiés. Les Dolichopodidae (39 espèces) sont probablement les plus faciles à appréhender dans le cadre d'une bioindication, car apparemment peu sensibles au gradient "milieu ouvert - milieu boisé", qui se superpose souvent au gradient "milieu agricole - tourbière". Les Hybotidae (54 espèces) et les Empididae (43 espèces) réagissent par contre nettement au gradient "milieu ouvert - milieu boisé", ce qui rend difficile l'interprétation de leur présence sur un site donné et masque en partie la nature réelle de leur lien aux tourbières acides.

Plusieurs Empidoidea sont des espèces forestières acidophiles communes dans le nord de l'Europe ou les régions à substrat cristallin, mais qui trouvent dans les tourbières du Jura leur milieu de prédilection, voire même leur habitat exclusif à l'état larvaire. C'est le cas de *Phyllodromia melanocephala*. Cette espèce d'Empididae apparaît en bordure de tourbière dès que l'impact agricole direct n'est plus régulier. Elle résiste longtemps dans des milieux altérés par des écoulements riches en azote. En cela, elle n'est pas une excellente bioindicatrice. La nature particulière de son lien aux tourbières acides, plus contraignant que réel dans le Haut-Jura, en est probablement la cause. Elle annonce cependant clairement le marais dans les régions calcaires, exemptes de matériaux glaciaires cristallins.

Nous avons constaté que plusieurs espèces caractéristiques des landes à Ericacées du Nord de l'Europe profitent des landes et parfois des marais abaissés plutôt secs pour coloniser nos tourbières. C'est le cas de *Euthyneura myrtilli* Macquart, *Dolichopus rupestris* Haliday et *Diaphorus nigricans* Meigen. Elles constituent des indicatrices d'assèchement pour les milieux primaires.

Les Hybotidae fournissent un taxon fondamental dans le cadre de notre problématique. Il s'agit d'une espèce nouvelle pour la Science: *Platypalpus lyrifer* n. sp. Cette espèce propre aux zones de transition naturelles a trouvé dans les marais abaissés un milieu de substitution. La disparition de *P. lyrifer* dans les zones secondaires ouvertes est un signe clair d'altération avancée.

Dans les marais abaissés, les signes d'altération ponctuels sont visibles aussi bien pour la faune que pour la flore. Selon les conditions topographiques, les marais abaissés peuvent être envahis par certains éléments prairiaux "indésirables" jusqu'au pied des mur d'exploitation ou au-delà. Citons parmi les Empidoidea : *Dolichopus plumipes*, *P. pallidiventris*, *Empis nitida*, *Empis stercorea*, *Dolichopus urbanus*, *D. trivialis* et *Platypalpus calceatus*. Toutes ces espèces ne

pénètrent pas dans une tourbière non-altérée.

Toutes les espèces prairiales ne sont pas pour autant "personae non gratae" dans les marais abaissés. La présence de *Medetera jacula*, au tempérament éminemment ubiquiste, ne peut être interprétée comme un signe d'altération du marais, même si son centre de gravité se trouve dans les milieux prairiaux.

Sur le seuil de la tourbière, dans les landes et les forêts, on trouve parfois des espèces qui illustrent la dégradation physique de la tourbière. Citons *Hilara litorea*, *Trichina clavipes*, *Platypalpus pallidicoxa* et *P. luteicornis*. *Hilara litorea* et surtout *Trichina clavipes* seront encore longtemps présentes, tant que ces zones n'auront pas atteint une phase dynamique suffisamment proche des marais primaires (pour autant qu'elles prennent ce chemin-là...). L'abondance de *Trichina clavipes* est d'ailleurs une caractéristique des milieux secondaires étudiés.

Sur un front d'exploitation élevé, il se peut que la présence d'espèces prairiales soit la règle, suite à la dégradation physique de la tourbe.

Nous n'avons pas pu trancher sur le degré d'affinité aux tourbières acides de plusieurs espèces. Soit ces taxons sont très faiblement représentés, soit la manière dont ils occupent le terrain est en contradiction avec les données de la littérature. Nos connaissances actuelles ne nous permettent pas d'établir un diagnostic. Plusieurs espèces sont ainsi qualifiées d'"au minimum tolérantes". Les cas les plus intéressants sont ceux de *Dolichopus vitripennis* Meigen et de *D. nigricornis* Meigen. Dans le Jura, il s'agit en tout cas d'espèces de zones humides. Leur présence dans les prairies de fauche du Cachot 16.2 et de MR13Sud montrent que certaines zones agricoles peuvent parfois héberger des espèces de marais au sens large.

3. Facteurs environnementaux

3.1. Critiques de la méthode d'échantillonnage

Le travail sur les facteurs environnementaux à l'échelle de l'ensemble de nos résultats n'a porté que peu de fruits et nous n'avons pu répondre que partiellement aux objectifs que nous nous étions fixés.

Notre échantillonnage s'est avéré mal adapté à une approche globale. Chaque situation étudiée présente une part importante d'originalité, ce qui se traduit par une forte dispersion au sein de nos données. Il est par conséquent impossible de mettre mathématiquement en lumière de grandes tendances, malgré la puissance des outils à disposition.

D'un point de vue strictement méthodologique, il eut mieux valu concentrer l'effort de piégeage sur deux zones de transition, en quadrillant la surface sans s'occuper des limites de végétation, utiliser trois ou quatre mailles différentes et définir ainsi l'emplacement des pièges. De cette manière, la variation aurait été réduite et une meilleure couverture du site aurait fourni plus d'informations sur les espèces présentes. La validité d'un test montrant qu'il existe une relation entre faune et flore aurait été encore meilleure si on avait travaillé sans tenir compte des faciès de végétation.

Ainsi, on aurait pu traiter l'information de manière globale, mais aussi en fonction des différentes mailles et comparer les phénomènes apparaissant au sein d'une même transition selon des échelles spatiales différentes. Conserver les stations de comparaison sur sol brun était par contre indispensable. Toute médaille ayant son revers, les analyses ne peuvent révéler que ce qui existe dans la structure des données, mais elles sont incapables d'extrapolation. Les difficultés de généralisation seraient cependant restées les mêmes. Une interprétation biologique cohérente ne peut se faire qu'en connaissant au mieux les espèces et nous n'aurions peut-être alors eu qu'une vision trop ponctuelle de leur écologie.

4. Faune et flore

4.1. Information partiellement recouvrante

Si la répartition de la faune des Empidoidea est significativement corrélée à celle de la flore quels que soient les transects, elle comporte une part non négligeable d'information originale.

Sur les transects où nous avons pu effectuer une partition de variation (Borcard & al., 1992), la composition floristique (taux de recouvrement pris en compte) et la structure de la végétation permettent d'expliquer entre un tiers et la moitié de la variation de la matrice "espèces d'Empidoidea", sans qu'il soit possible dans le cadre de l'analyse de dire quelle composante est déterminante.

4.2. Répartition des espèces dans les zones de transition

Faune et flore ont une manière quelque peu différente d'occuper les zones de transition que nous avons étudiées. Mais de manière générale, flore et faune répondent favorablement lorsque l'agriculture est moins intensive.

4.2.1. Flore dans les transitions secondaires

La transition entre les différentes flores peut s'opérer très rapidement et sur une distance très faible aussi bien en situation naturelle que fortement anthropisée. Le développement de véritables ceintures de bas-marais est cependant totalement compromis lorsqu'il y a eu modification du niveau de la tourbière suite à l'exploitation. Seules quelques espèces végétales assurent la transition. Si les taxons entre zones agricoles et marais abaissés se retrouvent au long des transitions naturelles, la flore des transitions secondaires est considérablement appauvrie et les communautés de bas-marais ne peuvent se recréer.

Dans les zones encore amendées et parfois chaulées des prairies de fauche ou du pâturage sur tourbe, les espèces du Calthion font leur apparition. Lorsque le terrain est plus maigre, des espèces végétales de zones humides plutôt acides réussissent occasionnellement à se maintenir dans les champs, en bordure du marais ou à la faveur d'un creux humide (*Carex canescens*, *Viola palustris*, *Carex fusca* et parfois *Aulacomnium palustre*).

Grâce à la présence de plantes nitrophiles (*Filipendula ulmaria*, *Deschampsia caespitosa*, *Geum rivale* et *Polygonum bistorta* lorsque sa vitalité est normale), on peut conclure à l'existence d'écoulements chargés dans le périmètre de la tourbière. Sur ce point, la meilleure indicatrice est cependant une mousse (*Climacium dendroides*), pour autant que la transition ne soit pas trop sèche. A l'inverse, on peut constater que le marais gagne du terrain ou résiste bien, grâce à la présence de plantes de bas-marais acides colonisant le milieu prairial adjacent (cf. paragraphe précédent).

La profondeur à laquelle se situe la couche de marne constitue un facteur important. La présence de certains taxons peut alors être considérée comme normale et non plus comme une altération. Leur système racinaire est suffisamment développé et leur permet d'accéder aux eaux telluriques.

La végétation est un outil performant. De ce point de vue, la dégradation ou l'altération d'un site sont faciles à appréhender, mais ne révèlent qu'un aspect du problème.

4.2.2. Faune des Empidoidea

Dans le champ lui-même, la faune des Empidoidea fournit une image différente de celle apportée par la flore. Comme le soulignent Lefeuvre & Barnaud (1988), les patrons de distributions de la faune, de la flore et des caractéristiques abiotiques concordent rarement.

Des espèces de zones humides sont fort bien représentées dans les prairies du Cachot 16.2 et de Vers le Maix Rochat 13Sud, alors que la flore ne laisse rien supposer de tel. A l'inverse, le magnifique Calthion fleuri ne recèle qu'un individu lié aux zones marécageuses.

Les pratiques culturales actuelles, mais probablement aussi le degré d'ancienneté des prairies gagnées sur le hauts-marais jouent un rôle sur la présence de taxons liés aux zones humides dans les milieux agricoles. Les zones correspondant aux transects du Cachot 16.2 et de MR13Sud ont été gagnées plus récemment sur le marais que celles du Cachot 16.4 et de MR13Est, qui figurent déjà comme telles sur la carte de d'Osterwald (1838-1845).

4.3. Signification écologique des marais abaissés

4.3.1. Milieu de substitution

La majorité des taxons propres aux ceintures de bas-marais originelles n'ont pas été retrouvés dans les transitions secondaires. La faune, tout comme la flore des marais abaissés, est appauvrie et n'est que le fantôme de celle des transitions naturelles. Si la communauté a été détruite, une espèce (*P. lyriker* n. sp.) a clairement trouvé un milieu de substitution dans les zones laissées en friche au pied des anciens murs d'exploitation.

4.3.2. Affiliation à la tourbière

Même si leur flore montre de très nets signes d'altération, les marais abaissés font clairement partie de la tourbière de par leur faune.

Ils sont le lieu de rencontre entre:

- des espèces des zones plutôt sèches du haut-marais (pinède, pessière, landes)
- des espèces de zones humides
- des espèces propres aux transitions naturelles y trouvant un milieu de substitution (lieu de ponte exclusif de *P. lyriker*).
- des espèces ubiquistes
- et parfois des espèces prairiales.

Les marais abaissés ne constituent pas une unité écologique fonctionnelle en soi, car ils ne présentent pas un cortège d'espèces bien individualisé.

4.3.3. Zone-tampon efficace pour la faune: cela dépend

Nous répondrons à la question "les marais abaissés sont-ils à même d'assurer une zone-tampon efficace, protégeant la tourbière des activités agricoles toutes proches ?" que les marais abaissés font partie de la tourbière et que, selon les situations, ils ont besoin d'une protection hydrique et trophique. Chaque contact constitue un cas particulier et il n'y a pas de réponse unique.

Lorsque la protection apparaît clairement nécessaire en fonction de la flore, nous avons parfois constaté que certaines espèces de Diptères caractéristique de la tourbière réussissent à se maintenir jusqu'à la limite des pratiques agricoles (*P. melanocephala* et parfois *P. lyriifer*).

4.3.4. Sujet de réflexion

Il existe quelques cas où nous avons trouvé des espèces de la transition alcaline de La Burtignière colonisant le marais abaissé de MR13Sud. L'interprétation peut être double. Il s'agit soit simplement d'espèces de lieux humides, soit d'espèces propres aux ceintures alcalines ayant trouvé refuge dans un marais abaissé humide, mais altéré. On imagine tout ce que ce constat aurait de paradoxal (l'altération, un facteur de sauvegarde !), mais nous ne sommes actuellement pas en mesure de trancher, faute de connaissances suffisantes de la valence écologique de ces espèces à l'échelle du Jura.

4.3.5. Milieux en devenir

Il ne faut pas oublier que les marais abaissés que nous avons étudiés sont des milieux en devenir et que la faune et la flore que nous y avons observées ne reflètent qu'un état transitoire de leur évolution. Des tendances parfois contradictoires s'affrontent sur certains sites. Nous ignorons l'issue de la lutte, mais parfois les choses semblent bien compromises pour le marais. Si rien n'est entrepris, on aboutira à une banalisation de certaines zones de tourbières.

4.4. Stratégies d'occupation des zones de transition

4.4.1. L'écotone à l'échelle de l'espèce

On note selon les espèces des comportements bien différents au sein de la transition. Très classiquement, certaines restent confinées dans un milieu (sténobèces) et d'autres occupent largement les différentes ceintures de végétation (euryèces). Entre ces deux extrêmes, quelques espèces n'occupent qu'une partie des différents milieux rencontrés. On observe toutes les stratégies possibles d'occupation.

Pour certaines espèces, la limite des pratiques culturales constitue une barrière claire et nette, alors que certaines sont capables de jeter des "têtes de pont" au-delà, sans qu'il s'agisse pour autant d'ubiquistes.

Les espèces ont chacune une perception propre de l'écotone, différente de celle des autres, y compris de l'espèce humaine représentée par le chercheur ! Ce qui représente une barrière pour certains taxons, n'en est pas une pour d'autres. L'écotone fonctionne comme une membrane

semi-perméable. Ce qui semble homogène à certains est hétérogène pour d'autres. Les échelles de perception sont différentes et c'est ce qui rend le problème particulièrement complexe. Il n'est ici plus possible de parler d'écosystèmes, mais de "systèmes écologiques emboîtés" (Lefeuvre & Barnaud, 1988). On aboutit ainsi à la notion d'écocomplexe, définie par Blandin & Lamotte, 1988.

Aux questions fondamentales que sont: "Qu'est-ce qu'un écotone ?" et "Où se situe l'écotone ?" il n'y a pas de réponse simple, si ce n'est: "Ça dépend" (Gosz, 1991, in Holland & al., 1991). Les écotones constituent quelque chose de mouvant. Selon l'échelle considérée, le phénomène apparaît sous un jour très différent.

4.4.2. L'écotone à l'échelle des assemblages d'espèces

Une approche "synusiale" des communautés faunistiques pourrait apporter une compréhension plus dynamique du problème. On ne resterait plus figé sur un ensemble d'espèces liées, toutes présentes au même endroit. Il faut alors considérer les choses sous forme d'un assemblage d'espèces dont certains représentants coloniseraient plus avant le terrain. Cet assemblage d'espèces occuperait la transition à la manière d'un fluide déversé au sol, fluide contenant différentes particules solides. Chaque type de particules correspondrait à une espèce et chaque particule à un individu. Le fluide symboliserait la parenté écologique existant entre les espèces. On peut appréhender le gradient "global" existant dans chaque zone de transition en considérant le gradient existant au sein des différents assemblages d'espèces et passer ainsi à un niveau d'intégration supérieure.

4.4.3. Perspective de recherche - intégration de l'échelle temporelle

Il serait également passionnant de mener une étude sur le rôle de l'échelle de temps, dans une vision à court, moyen et long terme. Comment la concordance imparfaite des distributions de la faune et de la flore évolue-t-elle selon qu'il y ait régénération ou altération des sites ?

5. Limite visuelle et limite fonctionnelle

Nous nous sommes rendu compte au cours de cette recherche que plusieurs notions (écosystème, limites fonctionnelles, écotone) ont pris une dimension nouvelle pour nous.

5.1. Première étape: point de vue classique

Lorsque l'on parcourt une zone de transition, naturelle ou non, il n'est pas difficile de repérer les

changements de flore et de conclure en disant que la flore de tourbière "démarré à peu près" à tel endroit.

Dans le cadre des transitions naturelles, la limite fonctionnelle de la tourbière correspond au *Caricetum fuscae* (Gobat, 1984). La couche de marne remonte et forme souvent un bourrelet sous cette association, délimitant la cuvette où s'est installée la tourbière. Ces limites ne sont cependant pas toujours figées. On peut se demander si cette limite "fonctionnelle" n'est pas plutôt une limite physique de la tourbière, dépendant de critères édaphiques et hydrologiques intrinsèques à la station. Il n'est donc pas surprenant que la notion de limite fonctionnelle paraisse évidente pour les botanistes et les pédologues.

Lorsque la tourbière a été exploitée, la limite "fonctionnelle" ne dépend plus de facteurs intrinsèques à la station, mais des interventions humaines passées et actuelles sur le site (nouvelles données endogènes et influences exogènes). Peut-on alors encore parler de limite "fonctionnelle" ? La limite existe, mais elle est artificielle et contrainte. De plus elle s'inscrit dans un processus dynamique double. D'une part, le marais abaissé évolue de lui-même et d'autre part, les interventions humaines en bordure de celui-ci redistribuent les cartes périodiquement à tel point que la succession dans laquelle s'est engagée une zone de marais abaissé peut changer.

5.2. Deuxième étape: intégration paysagère et historique

Mais qu'en est-il de la faune ? Nombreux sont les organismes qui exploitent plusieurs milieux au cours de leur cycle vital. Pour beaucoup, on ne raisonnera pas seulement en terme d'écosystème, mais d'habitat, de domaine vital, où plusieurs écosystèmes, faciès ou formations sont nécessaires à la présence d'une espèce. Les comportements de la faune font éclater une vision cloisonnée des systèmes naturels: on entre dans le domaine de l'écologie du paysage.

Selon les conceptions classiques en Ecologie, la tourbière est un écosystème, au sens où il s'agit d'une "entité fonctionnant de manière autonome, ce qui n'exclut cependant pas l'existence d'exportations et d'importations par quelque processus que ce soit." (Blandin & Lamone, 1988).

Nous ne connaissons pas la limite fonctionnelle de l'écosystème tourbière, même à l'échelle des organismes que nous étudions. Nous ne possédons pas d'informations sur les adultes des espèces que nous avons identifiées, mais le problème se situe bien au-delà. Car, finalement, que signifie fonctionner de manière autonome? Contrairement à Blandin & Lamotte, nous comprenons fort bien la réflexion de Reiners (1986) qui considère que "le concept d'écosystème est sans dimension" très précises. La limite existe vraisemblablement, mais elle varie selon les échelles considérées et selon nous, elle n'est pas matérialisable dans l'espace.

Il est cependant certain que les marais abaissés font partie de la tourbière de par leur faune et leur flore. Mais de là à dire que les marais abaissés constituent la limite fonctionnelle de la tourbière, c'est un pas que nous ne franchirons pas.

Rappelons-le, la notion de limite, dans un sens spatial étroit, répond à des nécessités politiques et pratiques, mais pas à une réalité écologique. Il est cependant clair qu'au delà d'un certain seuil, les interventions humaines directes et indirectes doivent être stoppées si on veut garantir la pérennité de la tourbière, car elles touchent au centre de gravité des espèces.

RESUME

La présente recherche est consacrée à l'étude de six zones de transition entre tourbières et zones agricoles. L'étude de la répartition des Végétaux et des Empidoïdes (Insecta, Diptera) en constitue la clef de voûte.

Notre travail a pour buts :

- d'identifier les stratégies d'occupation des zones de transition par la faune
- de préciser la signification écologique des marais abaissés résultant de l'exploitation
- de mettre en évidence des taxons ou groupes de taxons "bioindicateurs" de la nature et de l'état des zones de contacts.

Les six lieux d'études se situent dans le Haut-Jura suisse, à 1050 m d'altitude (vallée de Joux et vallée de La Brévine). Deux zones de transition concernent des tourbières non-exploitées bordées de pâturages sur sol brun et quatre résultent de l'exploitation manuelle ou mécanique de la tourbe. Ces milieux secondaires jouxtent des prairies de fauche ou des pâturages sur tourbe, tous gagnés sur le marais.

Les Empidoidea (Microphoridae, Atelestidae, Hybotidae, Empididae et Dolichopodidae) ont été retenus parmi les 53 familles de Diptères capturées au piège à émergences. Ils colonisent en abondance les zones de transitions étudiées, sont accessibles d'un point de vue taxonomique (5467 individus répartis en 138 taxons, dont 121 correspondent à une espèce connue) et expriment des préférences écologiques souvent marquées en fonction des sous-milieux étudiés. Grâce à l'étude des lieux d'émergence, nous avons pu contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des espèces, qui n'ont que fort peu été étudiées en Suisse et jamais dans le Jura. Elles ont été classées en fonction de leur degré d'affinité aux tourbières acides et une fiche faisant le bilan bibliographique des connaissances acquises à ce jour pour chaque espèce a été établie. Certains taxons se sont révélés de bons indicateurs de l'état de dégradation, d'altération ou au contraire de l'intégrité des milieux tourbeux. Nous avons établi une distinction entre les espèces simplement acidophiles, qui ont dans ces régions calcaires une valeur indicatrice locale, et les espèces véritablement inféodées aux hauts-marais.

D'autres familles de Diptères (Tipulidae, Limoniidae, Bibionidae, Scatopsidae et Psilidae) ont également été étudiées dans ces mêmes zones de transition.

La flore, abordée sous l'angle floristique et structurel, permet d'expliquer en partie (30% à 50%) la répartition des espèces d'Empidoidea. Le parallélisme n'est donc pas complet, l'information apportée par la faune et la flore n'est en aucun cas redondante.

La pauvreté floristique actuelle des prairies de fauche masque l'intérêt faunistique que présente encore certaines d'entre elles, au bénéfice de pratiques agricoles un peu moins intensives que celles ayant habituellement cours dans cette région. Le degré d'ancienneté des zones agricoles sur tourbe joue probablement également un rôle dans l'appauvrissement faunistique que connaissent certains sites.

L'étude des assemblages d'espèces de Diptères montre que les marais abaissés situés au pied des anciens murs d'exploitation appartiennent clairement à la tourbière, même lorsque leur végétation est altérée. En vertu de la législation suisse (suite à l'acceptation de l'initiative dite de "Rotenthurm"), ils nécessitent une protection en soi, même s'ils ne constituent pas un succédané aux bas-marais du *Caricetum fuscae* qui ceinturent les tourbières acides intactes: la communauté faunistique originelle est détruite. Seule une espèce, *Platypalpus lyrifer* n.sp. très proche de *P. boreoalpinus*, trouve un milieu de substitution dans les marais abaissés.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht die Abfolge der Vegetation und der bodenlebenden Empidoidea (Insecta, Diptera) in Übergangszonen zwischen Hochmooren und landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Ziele waren die Bearbeitung folgender Fragenkomplexe :

- Besiedlungs-Strategie der Fauna in den Übergangszonen
- ökologische Bedeutung abgetorfter Hochmoore
- Bioindikatorarten oder -Artengruppen (oder höheren systemat. Einheiten) für Naturnähe und Zustand der Kontaktzonen

Die sechs Untersuchungsgebiete liegen auf 1050 m Höhe in zwei Hochtälern des Schweizer Jura (Vallée de Joux und Vallée de la Brevine). Zwei davon sind intakte Hochmoore angrenzend an Weiden auf Braunerde während bei den anderen vier Gebieten die Hochmoore von Hand oder maschinell abgetorft worden waren. Diese Gebiete stossen an Schnittwiesen oder Weiden auf ehemaligen Moorböden.

Von den insgesamt 53 in den Boden-Elektoren gefangenen Dipteren-Familien, wurden in erster Linie die Empidoidea (Microphonidae, Atelestidae, Hybotidae, Empididae und Dolichopodidae) ausgewertet. Sie kommen in den Übergangszonen häufig vor, sind taxonomisch gut bearbeitet (die 5467 Individuen verteilen sich auf 138 Taxons, wovon 121 bekannte Arten) und weisen teilweise ausgeprägte ökologische Bindungen zu den untersuchten Lebensraum-Einheiten auf. Die Untersuchung des Larvallebensraumes brachte neue Erkenntnisse zur Ökologie der Empidoidea-Arten, welche in der Schweiz nur sehr selten und im Jura noch nie untersucht

worden sind. Die Arten wurden aufgrund ihrer Bindung an saure Moorböden klassiert. Für jede Art wurde eine Literaturliste sowie eine Zusammenfassung der aktuellen Kenntnisse erstellt. Verschiedene Gruppen erwiesen sich als gute Indikatoren für den Zustand, die Störungseinflüsse oder die Naturnähe von Hochmoorlebensräumen. Dabei wurde unterschieden zwischen Arten, die saure Habitats vorziehen (acidophil) und in kalkreichen Gebieten lediglich lokale bioindikatorische Bedeutung haben und solchen, welche streng an Hochmoore gebunden sind.

Weitere Dipteren-Familien (Tipulidae, Limoniidae, Bibionidae, Scatopsidae und Psilidae) aus den selben Standorten wurden ebenfalls untersucht.

Die Verteilung der Empidoidea kann mit floristischen und strukturellen Aspekten der Vegetation zu einem Teil erklärt werden (30-50%). Die von der Fauna und Flora gelieferte Information deckt sich dabei nur zu einem Teil und ist auf keinen Fall redundant.

Die landwirtschaftlich genutzten Schnittriesen der Übergangszonen stellten sich trotz der artenarmen Vegetationsdecke als für die Fauna wertvoll heraus, insbesondere wenn sie weniger intensiv als für die Region üblich bewirtschaftet werden. Es wird vermutet, dass das Alter der Landwirtschaftsparzellen auf Moorböden den Artenreichtum der Fauna negativ beeinflusst.

Die Zugehörigkeit der abgetorften Moore kann mit der Artenzusammensetzung der Dipteren deutlich gezeigt werden, selbst wenn ihre Vegetation völlig verändert worden ist. Dies trifft in besonderem Masse für die Bereiche am Fusse der Abbau-Wände zu. Gemäss schweizerischer Gesetzgebung (Annahme der « Rothenurm-Initiative ») müssen diese abgetorften Bereiche geschützt werden. Da die ursprüngliche Artenzusammensetzung der Fauna zerstört ist, können sie aber keinen Ersatz für die Flachmoore (*Caricetum fuscae*) bieten, von welchen intakte Hochmoore umgeben sind. Abgetorfte Moore können nur für die Art, *Platypalpus lyriifer* n.sp., nah verwandt mit *P. boreoalpinus*, einen Ersatzlebensraum bilden.

SUMMARY

This research is devoted to the study of six transition zones between peat-bogs and agricultural land. Its main topics are the study of the distribution of vegetation and Empidoidea (Insecta, Diptera).

The aims of our work are to:

- identify the strategies of occupation of the fauna in the transition zones;
- assess the ecological functions of the lowered secondary bogs resulting from peat exploitation;
- provide taxa or groups of taxa "bioindicating" the type and status of the contact zones.

The six study sites are located in the Swiss Jura mountains, at 1050 m a.s.l. (Joux and La Brévine valleys). Two sites are non-exploited bogs bordered by pastures on brown soil, and four result from manual or mechanical peat exploitation. These secondary bogs border grasslands or pastures on peaty soil, all claimed from the bog.

Empidoidea (Microphoridae, Atelestidae, Hybotidae, Empididae and Dolichopodidae) have been selected among the 53 dipteran families captured by means of emergence traps. They are numerous in the studied zones, are accessible from the taxonomical point of view (5467 individuals distributed on 138 taxa, among which 121 correspond to a known species), and they often express marked ecological preferences along the studied transitions.

Thanks to the study of the emergence sites, we have contributed to the knowledge of the ecology of the species, which have been scarcely studied in Switzerland and not at all in the Jura. The species have been classified on the basis of their degree of affinity to acid peat-bogs, and a review of the literature about every species has been made.

Several taxa have shown themselves as very good indicators of the state of degradation, alteration or, on the contrary, preservation of the peat-bog soils. We made a distinction between species that are simply acidophilous, and thus bear a local indicator value, and species that are truly linked to raised bogs.

Other dipteran families have also been studied on the same transition zones: Tipulidae, Limoniidae, Bibionidae, Scatopsidae and Psiliidae.

Flora, studied from the floristic as well as structural point of view, explains 30 to 50% of the variation of the Empididae data. Information given by flora and fauna is thus not at all redundant.

The present floristic poverty of the mowed meadows tends to occult the faunistic interest of those submitted to agricultural practices less intensive than normally in this region. In the faunistically poor sites, the age of the agricultural practice on the peaty soil probably also plays a role.

From the point of view of the assemblages of Diptera, the lower secondary bogs located at the foot of the old exploitation walls structurally belong to the bog, even when the vegetation has been altered. According to the Swiss legislation (following the acceptance of the initiative dubbed "Rothenturn"), they demand a protection *per se*, even if they do not represent a substitute for the primary lower bogs (*Caricetum fuscae*) found around the intact bogs: the original community is destroyed. One single species, *Platypalpus tyrifer* n. sp., very close to *P. boreoalpinus*, uses the lower secondary bogs as replacement habitats.

REMERCIEMENTS

Une thèse porte sur la page de couverture une onique signature. C'est faire bien peu de cas de tous ceux et toutes celles qui ont contribué à rendre cette aventure possible. Je tiens ici à remercier les différentes personnes qui m'ont guidée, soutenue, aidée, encouragée et parfois supportée au cours de ces six années.

Ma reconnaissance s'adresse tout d'abord au Professeur Willy Matthey. Homme de terrain et de passion, le Professeur Matthey m'a fait confiance en me chargeant de ce thème de recherche. Les qualités dont il a fait preuve comme directeur de thèse sont à souligner : disponibilité, investissement, qualité d'écoute, esprit critique et constructif, loyauté et humour. Qu'il en soit très sincèrement remercié.

Je remercie vivement :

- le Docteur Willy Geiger, co-requérant du projet Fonds National pour la Recherche Scientifique dans lequel s'inscrit ce travail et chef de travaux au laboratoire d'Ecologie animale et d'Entomologie jusqu'en 1994. Sa vision large de l'écologie, sa faculté d'appréhender les problèmes à différentes échelles et les riches discussions que nous avons eues, ont largement nourri ma réflexion. Il a de plus déterminé les Limoniidae capturés au cours de mes trois saisons de piégeage et accepté de faire partie de mon jury de thèse.

- le Professeur Jacques Brunhes, de Montpellier (France), spécialiste des Limoniidae et des tourbières, qui a pris part à mon jury de thèse.

- le Professeur Jean-Michel Gobat, directeur du Laboratoire d'Ecologie végétale de l'Université de Neuchâtel, qui a volontiers accepté de faire partie de mon jury de thèse. Je le remercie également pour la journée que nous avons passée à la vallée de Joux et pour ses précisions quant au vocabulaire concernant les zones de transitions.

- le Docteur Daniel Borcard, spécialiste des Oribates et fin connaisseur en Ecologie numérique, qui a fait partie de mon jury de thèse et traduit le résumé en anglais. Au cours de toutes ces années, nous avons travaillé en étroite collaboration. Nos réflexions partagées, son esprit critique et ses connaissances en analyse de données m'ont stimulée, aidée et soutenue tout au long de ce travail. Je le remercie cependant avant tout d'être ce qu'il est.

- Monsieur Albin Collaud, alors préparateur à l'Institut de Zoologie, qui a construit les armatures métalliques de mes 58 pièges à émergences et les boîtes de récoltes. Ses judicieux conseils et ses idées m'ont permis d'améliorer le modèle que j'avais initialement conçu.

Ma plus vive gratitude va aux agriculteurs et exploitants des parcelles étudiées. Sans leur confiance et leur esprit de collaboration, notamment en période de fauche, rien n'aurait été possible. MERCI à :

- Monsieur Adrico Aellen et son épouse Simone, à la Châtagne (transect "Vers le Maix Rochat 13 Sud"). Leur gentillesse m'a profondément touchée. Participer aux foin m'a permis de mieux "sentir" le point-de-vue de l'agriculteur qui travaille en bordure de marais. Un merci particulier à Adrien qui m'a appris à conduire un tracteur et m'a donné ses outils de tourbier.

- Monsieur Pierre Matthey, au Maix Rochat (transect "Cachot 16.4" et "Vers le Maix Rochat 13 Est" et stations de comparaisons). Les discussions que nous avons eues, toujours teintées d'humour, sa bonne volonté et sa disponibilité sont pour moi d'excellents souvenirs.

- Monsieur Pierre Vuille, au Cachot pour le transect "Cachot 16.2". Je connais Pierre depuis 1987. J'effectuais alors mon travail de licence à la tourbière du Cachot. Il a toujours été d'une ouverture et d'une courtoisie parfaites.

- Monsieur Robert Haidi, à Saint-Oyens, exploitant l'alpage de La Burtignière. Cet homme profondément amoureux de son travail, m'a fait confiance sans me connaître. Je garde le meilleur souvenir de nos discussions. Mon unique rencontre avec son taureau "Roméo" restera à jamais gravée dans ma mémoire.

- Messieurs Louis Audemars et Ulrich Karopf exploitant le pâturage de Praz Rodet qui ont accepté la présence de mes pièges et de ma clôture sur leurs terres.

Ce travail a donné lieu à plusieurs collaborations scientifiques en Suisse et à l'étranger. Je remercie tous les scientifiques qui m'ont accordé du temps.

- le Dr P. Grootaert, Directeur de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, à Bruxelles, m'a accueilli une semaine dans son département "Entomologie". Il a contrôlé mes déterminations, fourni de la documentation et discuté de longues heures avec moi. Je considère comme un privilège le fait de l'avoir rencontré. Sa passion communicative des insectes, ses compétences, mais aussi sa jovialité et sa joie de vivre font de lui un homme de qualité.

- le Dr M. Pollet, de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique de Bruxelles, collaborateur et vieux complice de P. Grootaert, a vérifié mes Dolichopodidae. Nos échanges épistolaires réguliers m'ont beaucoup appris sur l'écologie de cette famille.

- le Dr A. Stark, de Halle/S (Allemagne), a vérifié les espèces du genre *Drapenis* et a fait preuve d'une grande amabilité.

- le Dr Miroslav Barták de Prague (Tchéquie), spécialiste des *Rhamphomyia* a identifié les représentants de ce genre.
- le Dr Sigitas Podenas de Vilnius (Lituanie), a déterminé avec le Dr W. Geiger les Limoniidae.
- le Dr Christophe Dufour, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel, a identifié les Tipulidae.
- M. Jean-Paul Haenni du Muséum d'Histoire naturelle de Neuchâtel, grand spécialiste des Scatopsidae, m'a aidé à faire mes premiers pas en Diptérologie. Il a déterminé les Scatopsidae et vérifié certains Bibionidae. Merci de ta gentillesse, Jean-Paul !
- M. Filippo Rampazzi, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Lugano, travaille dans les tourbières tessinoises sur les Dolichopodidae (entre autre...). Nous avons discuté sur les milieux où nous trouvions nos différentes espèces et avons échangé de nombreux articles.

Plusieurs membres et anciens membres des Laboratoires d'Ecologie de l'Université de Neuchâtel m'ont aidée et fourni des données :

- Monsieur Gilles Blandenier a effectué son travail de diplôme à La Burtignière sur les Araignées. Je lui doit la cartographie de ce transect. Nous avons passé de nombreux moments à discuter sur la problématique de nos travaux et quelques journées à prélever des carottes de sol et mesurer le pH des tourbes.
- le Docteur Alfred Witwer a traduit le résumé en allemand, ce dont je le remercie infiniment.
- Monsieur Yves Borcard, laborant au Laboratoire d'Ecologie animale et d'Entomologie m'a aidée à visser une partie des 20 vis et écrous de 3 mm que compte chacun de mes pièges. Il a également monté à sec les *Rhamphomyia* envoyées à M. Bartak.
- le Docteur Alain Ducommun m'a fourni des données sur les pâturages de Court (JU).
- Madame Sarah Pearson a effectué son travail de diplôme au Cachot 16.2 sur les Araignées. Nous avons expérimenté ensemble sur le terrain la fiche "structure de la végétation"
- Monsieur Pascal Aeby m'a présenté sur le terrain la manière d'approcher et de décrire les différents contacts selon les fiches d'Ecoconseil.
- Messieurs Yvan Matthey et Gilles Mulhauser du bureau Ecoconseil, à La Chaux-de-Fonds m'ont gracieusement fourni les cartes des sites étudiés et leurs rapports sur les zones-tampons.
- Madame Stéphanie Millier-Junod de Neuchâtel a effectué son travail de diplôme sur les

transects de La Burtignière et du Cachot 16.2 et a mis à ma disposition ses données floristiques et pédologiques.

Je remercie tous les membres du laboratoire d'Ecologie animale et d'Entomologie de l'Université de Neuchâtel pour les multiples discussions, réflexions, mais aussi, parties de rire, que nous avons vécues : Richard Vernier, Sylvie Barbalat, Gilles Blandenier, Gilles Carron, Davide Conconi, Luca Nessi, Sarah Pearson, Lucia Pollini, Pascal Stucki et Emmanuel Wermelle.

Merci également à :

- Madame Josiane Pont, bibliothécaire de l'Institut de Zoologie, toujours disponible et patiente.

Je souhaite également remercier les botanistes qui ont déterminé ou vérifié les espèces me posant des difficultés.

- Monsieur Edward Mitchell a déterminé les Sphaignes

- Madame Béatrice Werffeli a déterminé les mousses et m'a initiée à l'extraordinaire monde des Bryophytes.

- Monsieur Martin Krähenbühl a confirmé la détermination des Graminées.

Installer de telles batteries de pièges et poser plusieurs centaines de mètres de fil de fer barbelé n'est pas une mince affaire. Je n'aurais jamais pu le faire seule. Plusieurs amis m'ont prêté leurs bras :

- Monsieur Alain Badstuber a participé aux montages-démontages des stations. Il a relevé mes pièges deux semaines par saison, ce qui m'a permis de prendre quelques vacances. Merci Alain !

- Monsieur Alexis Bieler a pris part à cette aventure et découvert le charme des drains de la vallée de Joux. L'entreprise Bieler et fils, à Fleurier a mis gratuitement son camion à disposition. Merci Alex !

- Monsieur Christian Girardin m'a également prêté main forte. Merci Kiki !

- Monsieur Silvio Sorrenti et l'entreprise Riccardo Sorrenti et fils, à Boveresse, m'ont prêté leur remorque. Merci Tchoutch !

Je ne saurais terminer ces remerciements sans réserver une place de choix à ma famille.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance à mes parents qui m'ont permis d'accéder aux études universitaires en me laissant toujours libre de mes choix. Ils m'ont encouragée et soutenue tout

au long de ma route. Je les en remercie profondément. Un MERCI TOUT PARTICULIER A MON PERE, qui m'a régulièrement accompagnée sur le terrain, s'est intéressé à mon travail et m'a aidée lors des tirages.

Mes beaux-parents m'ont encouragée et aidée à fixer la toile des pièges.

Je terminerai en m'adressant à mon mari, Philippe: "Aucun mot, aucun discours ne peut refléter ce que nous avons partagé pendant ces six années. Tu as donné ton énergie sans compter, tant moralement que physiquement. Vivre avec une doctorante n'est pas toujours facile. MERCI à toi".

A

AEBY, P. - (1990). Mise en place de méthodes permettant de suivre l'évolution de la nappe, du sol, de la flore et de la faune dans les milieux perturbés par l'obturation de tarreaux de deux tourbières des Franches-Montagnes (tourbière de La Chaux-des-Breuleux / Etang de La Gruère). Travail de licence, Université de Neuchâtel. 162 pp + Annexes.

AESCHIMANN, O. & BURDET, H.M. - (1989). Flore de la Suisse. Le nouveau Binz. Editions du Griffon, Neuchâtel. 597 pp.

d'ASSIS FONSECA, E. C. M. - (1978). Diptera Orthorrhapha Brachycera. Dolichopodidae Handbook for Identification of British Insects. Vol. 9 (5): 90 pp.

AFFOLTER, F., AUROI, C. & MATTHEY, W. - (1981). La biocénose des habitats larvaires de *Hybomitra bimaculata* (Macquart) (Dipt., Tabanidae). Rev. Suisse Zool. 88 (4): 965-975.

ARN, R. & CAMPY, M. - (1990). Un problème de paléogéographie glaciaire au maximum würmien dans la zone circumalpine : le glacier jurassien. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 113: 113-131.

AUBERT, O. - (1987). Guide géologique de la Vallée de Joux. Editions de la Feuille d'Avis de la Vallée de Joux - Le Brassus. 64 pp.

AUROI, CH. - (1975). Etude comparative de quelques associations végétales dans la tourbière du Cachot: caractères microclimatiques et phénologie. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 98: 125-148.

AUROI, CH. - (1979). Recherches sur l'écologie des Tabanidae, et *Hybomitra bimaculata* (Macquart) en particulier, dans une tourbière du Haut-Jura neuchâtelais. Thèse, Université de Neuchâtel, Institut de Zoologie. 390 pp.

AUROI, CH. - (1982). Le cycle vital de *Hybomitra bimaculata* (Macquart) (Dipt., Tabanidae). II. Les larves et leur développement. Bull. Soc. Ent. Suisse 55: 139-150.

AUROI, CH. - (1983). Le cycle vital de *Hybomitra bimaculata* (Macquart) (Dipt., Tabanidae). III. Etat nymphal, éclosion des imagoes, repas sanguin et oogenèse. Bull. Soc. Ent. Suisse 56: 343-359.

AUROI, CH. - (1983a). Les Tabanidae (Diptères) de la tourbière du Cachot (Jura neuchâtelais). II. Phénologie et abondance annuelle. Bull. Soc. neuch. Sci. nat. 106: 61-72.

AURDI, C. - (1983b). Les Tabanidae (Diptères) de la tourbière du Cachot (Jura neuchâtelais). III. Chorologie des espèces les plus abondantes. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. Nat. 106: 73-82.

B

BÄHRMANN, R. - (1991). Beitrag zur Kenntnis der *Hilara*-Arten (Empididae, Diptera) Ostdeutschland. Ent.Nach. B. 35 (4): 237-244.

BÄHRMANN, R. & STARK, A. - (1990). Zum Vorkommen der *Platypalpus*-Arten (Hybotidae, Empidoidea, Diptera) in der DDR. Zool.Jb. Syst. 117: 273-315.

BALLMOOS, C. von - (1989). Contribution à l'étude des Odonates des tourbières ombrogènes. Peuplement d'un haut-marais du Jura neuchâtelais (Vallée de La Brévine). Travail de licence, Université de Neuchâtel. 162 pp + Annexes.

BARTÁK, M. - (1982). The Czechoslovak species of *Rhamphomyia* (Diptera, Empididae), with description of a new species from Central Europe. Acta Univ. Carolinae, Biologica 1980: 381-461.

BASSET, Y. - (1984). Contribution à la connaissance des peuplements d'Arthropodes sur *Pinus mugo* Turra dans les tourbières du Haut-Jura neuchâtelais. Travail de licence, Université de Neuchâtel. 201 pp.

BASSET, Y. - (1985). Les peuplement d'Arthropodes sur *Pinus mugo* Turra dans les tourbières du Haut-Jura neuchâtelais. Bull. Soc.neuchâtel.Sci.nat. 108: 63-76.

BASSET, Y. - (1986). Aspects de la répartition des peuplements d'arthropodes sur le tronc, sous les écorces et le bois mort de *Pinus mugo* Turra. Bull. Soc.neuchâtel.Sci.nat. 59: 349-364.

BEAVER, R. - (1966) The biology and immature stages of two species of *Medetera* (Diptera, Dolichopodidae) associated with the bark beetle *Scolytus scolytus* (F.). Proc. R. ent. Soc. London (A) 41: 145-154.

BENZECRI, J.-P., - (1973). L'analyse des données. Ouvrage collectif, Dunod, Paris 2 vol.: 615 et 619 pp.

BLANDIN, P. - (1986). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bull. Ecol. 17: 215-307.

BLANDIN, P. & LAMOTTE, M. - (1988). Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages: la notion d'écocomplexe. Bull. Ecol. 19: 547-555.

BLANDIN, P., BARBAULT, R. & LECORDIER, C. - (1976). Réflexion sur la notion d'écosystème: le concept de stratégie cénotique. *Bull. Ecol.* 7: 391-410.

BORCARD, D. - (1988). Les Acariens Oribates de quelques tourbières du Haut-Jura suisse. Vol. Ecologie. Thèse, Université de Neuchâtel, 261 pp.

BORCARD, D., LEGENDRE P. & DRAPEAU, P. - (1992). Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73 (3): 1045-1055.

BORCARD, D. & BUTTLER, A. - (1994). Ecologie numérique. Cours de l'Université de Neuchâtel, version septembre 1994. 232 pp.

BORCARD, D., GEIGER, W. & MATTHEY, W. - (1995). Oribatid mite assemblages in a contact zone between a peat-bog and a meadow in the Swiss Jura (Acari, Oribatei): influence of landscape structures and historical processes. *Pedobiologia* 39 (4): 318-330.

BRINDEL, A. - (1965). Taxonomic notes on the larvae of British Diptera. N° 22, The Psilidae. *The Entomologist*, 98: 169-173.

BRUNEL, C. BRUNEL, E. & FRONTIER, S. - (1990). Structures spatio-temporelles d'un peuplement de Diptères Dolichopodides le long d'un transect culture / coteau calcaire / vallée humide (Vallée de la Somme). *Bull. Ecol.* 21 (2): 97-117.

BRUNHES, J. - (1981). Caractéristiques et performances d'un piège à émergence destiné à l'étude des Insectes à larves édaphiques ou aquatiques. *L'Entomologiste* 37 (3): 126-131.

BRUNHES, J. - (1984). Relations entre gîtes larvaires de quelques Diptères (Limonides et Tipulides) et associations végétales des tourbières d'Auvergne (Massif Central). *Acta biol. mont.* 4: 277-289.

BRUNHES, J. - (1986). Un Dolichopodide nouveau du Massif Central français : *Achalca vaillanti* n. sp. (Diptère). *Bull. Soc. ent. Fr.* 91 (9-10) 307-311.

BRUNHES, J. - (1989). Les Limonides des tourbières acides du Massif Central et des groupements végétaux périphériques (Dipt. Tipuloidea). *Bull. Soc. ent. Fr.* 94 (7-8): 247-258.

BRUNHES, J. & DUFOUR, C. - (1989). Les Tipulides (Dipt. Nematocera) de la Région Auvergne : catalogue, affinité du peuplement et principales localités étudiées. *L'Entomologiste* 45 (4-5): 225-235.

BRUNHES, J. & DUFOUR, C. - (1992). Etudes structurales et dynamiques sur les

écosystèmes de tourbières acides. III. Le peuplement des Tipulides (Diptera, Tipulidae). Bull. Ecol. 23 (1-2): 17-26.

BRUNHES, J. & HAEHNI, J.P. - (1982). Gîtes larvaires et phénologie de quelques Scatopsidae (Diptera, Hematocera) des tourbières du Cézallier (Massif Central, France). Bull. Soc. Ent. Suisse 55: 181-185.

BRUNHES, J. & VILLEPOUX, O. - (1987). Les Arthropodes du Marais de Lavours. Ecol. appl. Univ. B.Pascal, F- 63170 Aubière. Rapport non publié. 26 pp.

BRUNHES, J. & VILLEPOUX, O. - (1988). Les Arthropodes du Marais de Lavours. Ecol. appl. Univ. B.Pascal, F- 63170 Aubière. Rapport non publié. 19 pp.

BRUNHES, J. & VILLEPOUX, O. - (1990). Etudes structurales et dynamiques sur les écosystèmes de tourbières acides. II. Le peuplement des Diptères Limonides. Bull. Ecol. 21 (4): 91-104.

BURGER, A. - (1959). Hydrogéologie du Bassin de l'Areuse. Bull.Soc. neuch. Géogr. S2: 5-304.

C

CHANDLER, P. J. - (1975). Observations on Plant Associations of the Psilidae (Diptera). Entomologist's Record 87: 13-27.

CHVÁLA, M. - (1971). A revision of the Scandinavian Tachydromiinae (Dipt. Empididae) described by J.W.Zetterstedt. Ent. scand. 2: 1-28.

CHVÁLA, M. - (1975). The Tachydromiinae (Dipt. Empididae) of Fennoscandia and Denmark. Fauna ent. scand. 3: 336 pp.

CHVÁLA, M. - (1983). The Empidoidea (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. II. General Part. The families Hybotidae, Alestidae and Microphoridae. Fauna ent. scand. 12: 279 pp.

CHVÁLA, M. - (1989). Atelestidae. In SOOS, A & PAAP, L. Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 6: 169-170.

CHVÁLA, M. - (1989). Microphoridae. In SOOS, A & PAAP, L. Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 6: 171-173.

CHVÁLA, M. - (1994). The Empidoidea (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. III. enus

Empis. Fauna ent. scand. 29: 192 pp.

CHVÁLA, M. & GROOTAERT, P. - (1992). Monograph of the genus *Platypalpus* (Diptera, Empidoidea, Hybotidae) of the Mediterranean region and the Canary Islands. Acta Univ. Carolinae. Biologica 36: 3-226.

CHVÁLA, M. & KOVALEV, V.G. - (1989). Hybotidae. In SOOS, A & PAAP, L. Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 6: 174-227.

CHVÁLA, M. & WAGNER, R. - (1989). Empididae. In SOOS, A & PAAP, L. Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 6: 228-336.

COLLART, A. - (1953). Capture d'*Achalcus cinereus* Walker (Diptera, Dolichopodidae) en Belgique. Bull. Annis Soc. ent. Belg. 89: 66-67.

COLLIN, J. E. - (1961). British Flies: Empididae (IV). Cambridge University Press. 782pp.

COP, R. (1989). L'or des Montagnes neuchâteloises. L'Impartial, 4, 5, 11 et 12 juillet.

D

DANIELS, R.E. & EDDY, A. - (1985). Handbook of European sphagna. Inst. of Terrestrial Ecol. (Nat. Env. Research Council). 262 pp.

DETHIER, M. & MATTHEY, W. - (1981). Les larves d'insectes supérieurs dans le sol. Soc. Suisse Pédol. 5: 45-55.

DUCOMMUN, A. - (1989). Influence des boues d'épuration et du fumier sur les Macroinvertébrés édaphiques de quelques cultures intensives de Grand-Maraïs (Plateau suisse). Thèse. Université de Neuchâtel, 277 pp + Annexes.

DUFOUR, C. - (1980). Die Insectenfauna des Hochmoores Balmoos bei Hasle, Kanton Luzern. VI. Diptera 1: Tipulidae (Schnaken). Ent. Berichte Luzern 4: 15-17.

DUFOUR, C. - (1986). Les Tipulidae de Suisse (Diptera, Nematocera). Documenta Faunistica Helvetiae. Centre Suisse de cartographie de la Faune, Neuchâtel. 149 pp.

E

ECOCONSEIL. - (1993). Décret pour la protection des marais. Rapport final. Script non publié.

EMEIS, W. - (1964). Untersuchungen über die ökologische Verbreitung der Dolichopodiden (Ins. Dipt.) in Schleswig-Holstein. *Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* 35: 61-75.

EMEIS, W. - (1970). Zur Verbreitung und Ökologie der Empididen (Ins. Dipt.) in Schleswig-Holstein. *Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* 40: 79-96.

E

FERRAR, P. - (1987). A guide to the Breeding Habits and Immature Stages of Diptera Cyclorrhapha. *Entomograph Vol. 8, Part I & II. Scandinavien Science Press.* 907 pp.

FORMAN R. T.T. & GODRON, M. - (1986). *Landscape Ecology.* Ed. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 619 pp.

FREEMAN, P. & LANE, R.P. - (1985). Bibionid and Scatopsid Flies. Diptera: Bibionidae and Scatopsidae. *Handbook for the Identification of British Insects. Vol.9 (7).* Royal Entomological Society of London. 74 pp.

G

GALLANDAT, J.D. - (1982). *Prairies marécageuses du Haut-Jura.* Thèse Université de Neuchâtel, 327 pp.

GEIGER, W. - (1986). Limoniidae 1: Limoniinae. *Insecta Helvetica Catalogus 5 Diptera.* Neuchâtel. 66 pp + fiches synthétiques.

GEIGER, W., PODENAS, S. & BRUNHES, J. - (1994). Contribution à la connaissance des Limoniidae (Diptera, Nematocera) des Pyrénées (France). 1. Pyrénées orientales. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci.nat.* 117 : 23-31.

GEISSLER, P. & URMI, E. - (1984). Liste der Moose der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. *in* *Naturräumliches Inventar der Schweizer Moosflora.* Document de travail non publié.

GILLET, F., de FOUCAULT, B. & JULVE, P. - (1991). La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts. *Candollea* 46 (2): 315-340.

GOBAT, J. M. - (1984). Ecologie des contacts entre tourbières acides et bas-marais alcalins dans le Haut-Jura suisse. Thèse, Université de Neuchâtel, 255 pp.

GOBAT, J. M. - (1984a). Importance des bordures de tourbières pour la protection des hauts-

- marais: exemple de deux tourbières de Jura suisse. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 107 : 25-38.
- GONSETH, Y. - (1987). Atlas de distribution des papillons diurnes (Lepidoptera Rhopalocera). Documenta faunistica Helvetica 5. Centre suisse de cartographie de la faune et Ligue suisse pour la protection de la nature. 242 pp.
- GONSETH, Y. - (1994). La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des milieux humides du canton de Neuchâtel II - Tourbières, prés à litière, mégaphorbiées. Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 117: 33-58.
- GOSZ, J. R. - (1991). Fundamental ecological characteristics of landscape boundaries. In "Ecotones", Holland & al. (1991). Ed. Chapman and Hall, New York, London: 18-30.
- GROOTAERT, P. - (1980). *Euthyneura myrtili* Macquart (Diptera, Empididae) belg. n. sp. Bull. Ann. Soc. r. belge Ent. 116: 202.
- GROOTAERT, P. - (1981). Notes on the occurrence of the genus *Platypalpus* Macquart, 1827 (Diptera, Empididae) in Belgium. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 53 (15): 1-24.
- GROOTAERT, P. - (1983). A note on *Platypalpus* Macquart (Diptera: Empididae) from Auvergne (France). Bull. Soc. r. Sci. nat. Belg. 55 (5): 1-11.
- GROOTAERT, P., HAGHEBAERT, G., & POLLET, M. - (1987). Some Medetera (Diptera, Dolichopodidae) associated with Scolytidae (Coleoptera) from elms. Bull. Ann. Soc. r. belge Ent. 123: 380-382.
- GROSVERNIER, P., MATTHEY, Y. & MULHAUSER, G. - (1992). Typologie des milieux tourbeux. Actes Soc. juras. d'émulation: 145-186.
- GRUENIG, A. - (1994). Mires and man. Mire Conservation in a densely populated country - the Swiss experience. Inst. Féd. Rech. Forest. Birmensdorf. 415 pp.
- GRUENIG, A., VETTERLI, L. & WILDI, O. - (1986). Les hauts-marais et marais de transition de Suisse. Inst. Féd. Rech. Forest. Birmensdorf. Rapport 281: 58 pp.
- GRUENIG, A., VETTERLI, L. & WILDI, O. - (1991). Les hauts-marais et marais de transition de Suisse. Inst. Féd. Rech. Forest. Birmensdorf. Classeurs cantonaux.
- GUINCHARD, M. - (1993). Etude des modifications du peuplement de larves d'insectes Ptérygotes de sols prairiaux de moyenne altitude, consécutives à un changement d'exploitation. Thèse, Université de Franche-comté, 93 pp.

H

HAENNI, J.P. - (1982). Révision des espèces européennes du groupe *Dilophus febrilis* (L.), avec description d'une espèce nouvelle (Diptera, Bibionidae). *Rev.suisse Zool.* 89 (2): 337-354.

HAENNI, J.P. - (1995). Recognition of the genus *Thripomorpha* Enderlein, 1905, with new synonymies (Diptera, Scatopsidae). *Bull. Soc. Ent. Suisse* 68 : 331-334.

HAENNI, J.-P. & MATTHEY, W. - (1984). Utilisation d'un piège d'interception (tente Malaise) pour l'étude entomologique d'une tourbière du Haut-Jura. 1. Introduction et résultats généraux. *Bull.Soc.neuchâtel.Sci. nat.* 107 : 111-122.

HIRSCHFELD, H.O. - (1935). A connexion between correlation and contingency. *Proc. Camb. phil. Soc.* 31: 520-524.

HOLLAND, M. M., RISSER, P. G. & NAIMAN, R. J. - (1991). *Ecotones: The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments*. Chapman and Hall, New York, London. 142 pp.

HÖVEMEYER, K. - (1991). The study of dipterous populations and communities in European terrestrial ecosystems. *Proceeding of the 2nd International Congress of Dipterology (Bratislava)*: SPB Academic Publishing bv. La Hague, Netherlands: 99- 109.

K

KEISER, F. - (1947). Die Fliegen des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. Pars I: Brachycera Orthorrapha. In "Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks", Bd.II (N.F.), 18: 120-183. Verlag Lütlin AG, Liestal. 198 pp.

KIRCHHOFER, W. - (1982, 1984, 1987, 1991, 1995). *Atlas climatologique de Suisse*. Livraisons 1, 2, 3, 4, 5. Ed. de l'Office fédéral de topographie, Wabern - Bern.

KRIZELJ, S. & VERSTRAETEN, C. - (1971). Recherches sur l'écosystème forêt. Série C. La chênaie à *Lamium galeobdolon* et à *Oxalis* de Mesnil-Eglise (Féragé). Etude de l'entomofaune circulante. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.* 47 (26): 1-37.

KROEGERUS, R. - (1939). Zur Ökologie nordischer Moortiere. VII. *Internat. Kongr. Entomol.* 1938, Bd. 2.

L

LEFEUVRE, J.-CL. & BARNAUD, G. - (1988). Ecologie du paysage: mythe ou réalité ? Bull. Ecol. 19 (4): 493-522.

LEGENDRE, P. - (1993). Spatial autocorrelation : trouble ou new paradigm ? Ecology 74 : 1659 - 1673.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. - (1984). Ecologie numérique. Masson, 2ème édition, 2 vol. Paris, Québec: 260 et 335 pp.

LEGENDRE, P. & TROUSSELLIER, M. - (1988). Aquatic heterotrophic bacteria: Modelling in the presence of spatial autocorrelation. Limnol. Oceanogr. 33 (5): 1055-1067.

LEGENDRE, P. & VAUDDR, A. - (1991). Le progiciel "R" - Analyse multidimensionnelle, analyse spatiale. Département des Sciences biologiques, Université de Montréal. IV + 144 pp.

LELOUP, E. & JACQUEMART, S. - (1963). Ecologie d'une tourbière bombée. Mémoire 149. Inst. r. Sci. nat. Belg., Bruxelles. 159 pp.

LEPART, J. & LESCARRÉ, J. - (1983). La succession végétale, mécanismes et modèles. Analyse bibliographique. Bull.Ecol. 14: 133-178.

LESQUEREUX, L. - (1845). Quelques recherches sur les marais tourbeux en général. Mémoires Soc. neuch.Sci. nat. 3, 309 pp.

LUNDBECK, W. - (1912). Dípera Danica. Part IV. Dolichopodidae (Dipt.). O.E.C. Wesley, London, Gad, Copenhagen: 1- 407.

M

MacGOWAN, I. - (1991). *Platypalpus rapidoides* Chvála (Dipt. Empididae) new to Britain. Entomol. Mon. Mag. 127: 219-220.

MacALPINE, J.F., PETERSON,B.V., SHEWELL, G.E., TESKEY, H.J., VOCKEROTH, J.R. & WOOD, D.M. - (1981). Manual of Nearctic Diptera. Vol. 1. Research Branch Agriculture Canada. Monograph 27. 674 pp.

MacALPINE, J.F., PETERSON,B.V., SHEWELL, G.E., TESKEY, H.J., VOCKEROTH, J.R. & WOOD, D.M. - (1987). Manual of Nearctic Diptera. Vol. 2. Research Branch Agriculture Canada. Monograph 28: 675 - 1332.

- MAIRE, J.-A. - (1995). Protection des marais. Bilan intermédiaire de la mise en oeuvre dans le canton de Neuchâtel et comparaison avec les autres cantons romands concernés. Cahiers de l'IDHEAP 140. Lausanne. 75 pp + annexes.
- MANTEL, N. - (1967). The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res.* 27: 209-220.
- MATILE, L. - (1993). Les Diptères d'Europe occidentale. Tome I. Société nouvelle des Editions Boubée, Paris VI. 439 pp.
- MATILE, L. - (1995). Les Diptères d'Europe occidentale. Tome II. Société nouvelle des Editions Boubée, Paris VI. 381 pp.
- MATTHEY, W. - (1971). Ecologie des insectes aquatiques d'une tourbière du Haut-Jura. *Rev. suisse. Zool.* 78 (2): 367-536.
- MATTHEY, W., DETHIER, M., GALLAND, P., LIENHARD, C., ROHRER, N. & SCHIESS, T. - (1981). Etude écologique et biocénotique d'une pelouse alpine au Parc National Suisse. *Bull. Ecol.* 12 (4): 339-354.
- MATTHEY, Y. - (1993). Typologie de la régénération spontanée des hauts-marais jurassiens non boisés et approche écologique de trois séries végétales caractéristiques de la dynamique secondaire. Thèse, Université de Neuchâtel. 180 pp. + Annexes.
- MEUFFELS, H. - . Key to the western European genera of Dolichopodidae. Manuscrit non-publié.
- MEUFFELS, H. - . Key to the genus *Dolichopus* Latreille, 1796. Manuscrit non-publié.
- MEYER, H. & HEYDEMANN, B. - (1990). Faunistisch-ökologischen Untersuchungen an Dolichopodiden und Empididen (Diptera - Dolichopodidae u. Empididae, Hybotidae) in Küsten- und Binnenlandbiotopen Schleswig-Holstein. *Faun.- Ökol. Mit.* 6: 147-172.
- MILLIET-JUNOD, S. - (1994). Végétation des sols et des zones de contacts entre tourbières et milieux agricoles dans le Jura. Travail de diplôme, Université de Neuchâtel, 94 pp.
- MULHAUSER, G. - (1989). Contribution à l'écologie des milieux tourbeux secondaires et leurs communautés d'Arthropodes épigés (Vallée des Ponts-de-Martel - Jura neuchâtelois). Travail de licence, Université de Neuchâtel. 54 pp (+ annexes).

N

NEGREBOV, O. P. - (1977). Dolichopodidae. In LINDNER, E.: Fliegen der Palearctischen Region 316: 347-386.

NEGREBOV, O. P. - (1991). Dolichopodidae. In SOOS, A. & PAPP, L.: Catalogue of Palearctic Diptera. Vol.7: 11-136.

Ö

OOSTERBROEK, P., SAVCHENKO, E.N. & STARY, J. - (1992). Family Limoniidae. In: Catalogue of Palearctic Diptera 1. Budapest: 183-369.

OOSTERBROEK, P. & THEOWALD, B. - (1992). Family Tipulidae. In: Catalogue of Palearctic Diptera 1. Budapest: 56-178.

OSTERWALD, J.-F. d' - (réédition 1985). Carte de la Principauté de Neuchâtel levée aux frais de Sa Majesté dans les années 1838 à 1845 par J.F. d'Osterwald. Rééditée par la Nouvelle Revue neuchâteloise, Imprimerie Courvoisier, La Chaux-de-Fonds.

P

PARENT, O. - (1938). Diptères Dolichopodidae. Faune de France 35. Paris. 720 pp.

PEARSON, S. - (1995). Etude des Araignées (Arachnida, Araneae) d'une zone de transition entre haut-marais et prairie de fauche (vallée de La Brévine, Neuchâtel). Travail de diplôme, Université de Neuchâtel. 67 pp + Annexes.

PERNOT-VISENTIN, O. - (1973). Contribution à l'étude écofaunistique d'un plateau calcaire du Jura. Diptères Brachycères de Chassagne. Annls. Sci. Univ. Besançon: 49-59.

PEUS, F. - (1932). Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der Europäischen Hochmoore. Handbuch der Moorkunde 3, Gebrüder Bornträger, Berlin VIII: 277 pp.

PODENAS, S. (1995). The families Tipulidae, Limoniidae, Cyndrotomidae, Trichoceridae and Ptychopteridae in Lithuania: an eco-faunistic approach. Neuchâtel. 119 pp + synthetical card-index.

POLLET, M. - (1990). Phenetic and ecological relationships between species of the subgenus

Hercostomus (*Gymnopternus*) in western Europe with the description of two new species (Diptera, Dolichopodidae). *Systematic Entomology* 15: 359-382.

POLLET, M. - (1991). Contribution to the knowledge of dolichopodid flies in Belgium: IV. Ecology and faunistics of dolichopodid flies collected in some nature reserves (Diptera Dolichopodidae). *Pheges* 19 (2): 75-85.

POLLET, M. - (1992). Impact of environmental variables on the occurrence of dolichopodid flies in marshland habitats in Belgium (Diptera Dolichopodidae). *Journal Nst. Hist.* 26: 621-636.

POLLET, M. & DE BRUYN, L. - (1987). A contribution to the knowledge of dolichopodid flies (Dolichopodidae, Diptera) in Belgium. I. The Dolichopodidae fauna of a garden at Schoten (Prov. Antwerpen). *Bull. Annls Soc. r. belge Ent.* 123: 371- 377.

POLLET, M & DECLEER, K. - (1989). Contributions to the knowledge of dolichopodid flies in Belgium. III. The dolichopodid fauna of the nature reserve "Het Moelsbroek" at Lokeren (Prov. Eastern Flanders) (Diptera Dolichopodidae). *Phegea* 17 (2): 83-90.

POLLET, M. & GROOTAERT, P. - (1986). Two Dolichopodid species new for the Belgian fauna (Dolichopodidae, Diptera). *Bull. Annls Soc. r. belge Ent.* 122: 300.

POLLET, M. & GROOTAERT, P. - (1987). Ecological data on Dolichopodidae (Diptera) from a woodland ecosystem: I. Color preference, detailed distribution and comparison of different sampling techniques. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.* 57: 173-186.

POLLET, M., VERBEKE, C. & GROOTAERT, P. - (1986). Verspreiding en fenologie van Dolichopodidae in een bosbiotoop te Wijnendale (West-Vlaanderen). *Bull. Annls Soc. r. belge Ent.* 122: 285-292.

POLLET, M., VERBEKE, C. & GROOTAERT, P. - (1987). Preliminary results of the investigations on the distribution of dolichopodid flies (Diptera: Dolichopodidae) in Western Flanders (Belgium). *Bull. Annls Soc. r. belge Ent.* 123: 338-345.

POLLET, M., MERCKEN, L. & DESENDER, K. - (1988). Contributions to the knowledge of Dolichopodid flies in Belgium. I. Faunistic data on the Dolichopodid fauna of some nature reserves in the Campines (Prov. Limburg, Antwerpen, Belgium) (Dolichopodidae, Diptera). *Phegea* 16 (4): 135-143.

POLLET, M., GROOTAERT, P. & MEUFFELS, H. - (1989a). Relationship between habitat preference and distribution of dolichopodid flies in Flanders (Dipt., Dolichopodidae). *Comptes rendus du Symposium "Invertébrés de Belgique"*. pp. 363-371.

POLLET, M., MEUFFELS, H., MERCKEN, L. & DESENDER, K. - (1989b). Faunistic data on the dolichopodid fauna (Dolichopodidae, Diptera) of some habitats in the Famenne (Prov. Namur, Belgium). *Biol.Jb. Dodonaea* 56: 50-61.

POLLET, M., MEUFFELS, H. & GROOTAERT, P. - (1992a). Geographical distribution and habitat selection of species of *Hercostomus* subgenus *Gymnopternus* in the Benelux (Diptera: Dolichopodidae). Proceedings of the 8th International Colloquium of the European Invertebrate Survey, Bruxelles. pp.101-113.

POLLET, M., MEUFFELS, H. & GROOTAERT, P. - (1992b). Dolichopodid Flies at De Mandelhoek Nature Reserve (Belgium): an example of the importance of small Nature Reserves to Invertebrates. *Bull. Annls Soc. r. belge Ent.* 128: 213-227.

PRESCHER, S. - (1992). Ökologie und Biologie des Diptera, insbesondere der Brachycera, eines klärschlammgedüngten Ackerbodens. Naturwissenschaftliche Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Dissertation. 139 pp. + Annexes.

R

RAMADE, F. - (1993). Dictionnaire encyclopédique de l'Ecologie et des Sciences de l'Environnement. Ediscience International. Paris. 822 pp.

REDARD, O. - (1985). Etude écofaunistique des points d'eau de la région neuchâteloise. Les mares de pâturages de la Chaux d'Armin. II. La faune. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 108: 87-101.

REINERS, W.A. - (1986). Complementary models for ecosystems. *Am. Nat.*, 127 (1) 59-73.

RICKLEFS, R. E. - (1987). Community diversity: relatives roles of local and regional process. *Science* 235: 167-171

RINGDAHL, O. - (1957). Fliegenfunde aus den Alpen. *Entomol.Ts.Arg.* 78 (2-3): 115-134.

ROTHERAY, G.E. & SHAW, M.R. - (1989). *Medetera* cocoons under bark (Diptera, Dolichopodidae). *Entomol. Mon. Mag.* 125: 174.

S

SCHMEIDL, H. - (1978). Ein Beitrag zum Mikroklima der Hochmoore. *Telma* 8: 83-105.

SCHMIDT, E. - (1964). Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoortlibellen (Odonata). Z. wiss. Zool. 169: 313-386.

SCHMIDT, E. - (1967). Zur Odonatenfauna des Hinterzartener Moores und anderer mooriger Gewässer des Südschwarzwaldes. D. ent. Zeit. 14: 371-386.

SCHREIBER, K.F. - (1977). Niveaux thermiques de la Suisse - sur la base de relevés phénologiques effectués dans les années 1969 à 1973. Département fédéral de Justice et Police, base pour l'aménagement du territoire, Berne. 69 pp.

SMITH, K.G.V. - (1989). An introduction to the immatures stages of British Flies. Handbook for the Identification of British Insects. Vol. 10, Part 14. Royal Entomological Society of London. 280 pp.

SOOS, A. & PAPP, L. - (1984). Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 8. Syrphidae - Conopidae. Elsevier, Amsterdam - Oxford - NewYork - Tokyo. 363 pp.

SOOS, A. & PAPP, L. - (1989). Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 6. Therevidae - Empididae. Elsevier, Amsterdam - Oxford - NewYork - Tokyo. 435 pp.

SOOS, A. & PAPP, L. - (1991). Catalogue of Palearctic Diptera. Vol. 7. Dolichopodidae - Platypezidae. Elsevier, Amsterdam - Oxford - NewYork - Tokyo. 291 pp.

SPINNER, H. - (1926). Le climat de la vallée de La Brévine. Bull. Soc. neuch. Sci. nat. 51: 20-32.

STARK, A. & BÄHRMANN, R. - (1992). Der Brocken, ein besonderes Refugium für Dipteren-Arten. Entomol. Nachrichten und Berichte 36 (3): 203-208.

STARK, A. & WETZEL, T. - (1987). Fliegen der Gattung Plarypalpus (Diptera, Empididae) - Bisher wenig beachtete Prädatoren im Getreidebestand. Z. angewandte Entomol. 103 (1): 1-14.

T

TANSLEY, A.G. - (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16 (3): 284-307.

TAYOUB, M., LEPRÊTRE, A. & BRUNEL, E. - (1990). Les Diptères Dolichopodidae de la Forêt de Saint-Amand (Nord). Bull. Soc. ent. Fr. 94 (7-8): 259-264.

TER BRAAK, C.J.F. - (1986). Canonical correspondance analysis: a new eigenvector technique

to multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1166-1179.

TER BRAAK, C.J.F. - (1988). CANOCO - an extension of DECORANA to analyze species environment relationships. *Vegetatio* 75: 159-160.

TER BRAAK, C.J.F. - (1990). Update notes: CANOCO version 3.10. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, The Netherlands.

TREHEN, P. - (1971). Recherches sur les Empididés à larves édaphiques. Thèse, Université de Rennes. 280 pp.

TREHEN, P., BAILLOT, S. & DELETTRE, Y. - (1975). Introduction à la dynamique des populations de Diptères dans les sols de la lande rase armoricaine de la région de Paimpont. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 12 (1): 101-112.

Y

VAILLANT, F. & BRUNHES, J. - (1980). Quelques Diptères des Monts Dore et du Cézallier (Puy-de-Dôme). *Annls. Station biol. Besse-en-Chandesse*: 352-366 (+ 3 planches).

VERNEAUX, J. & TUFFERY, G. (1967). Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices Biotiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3: 79-89.

VERNEAUX, J., GALMICHE, P., JANIER, F. & MONNOT, A. - (1982). Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.). *Ann. Sci. Univ. Fr. Comté, Besançon, Biol. Anim.* 4 (3): 11-21.

VOLKART, H.D. - (1991). Die Insectenfauna des Hochmoores Balmoos bei Hasle, Kanton Luzern. XXV. Diptera 3: Hybotidae und Empididae (Tanzfliegen). *Entomol. Berichte Luzern* 25: 51-57.

W

WAGNER, R. - (1980). Die Dipterenemergenz am Breitenbach (1969-1973). *Spixiana* 3 (2): 167-177.

WITTWER, A. - (1993). Peuplement de Staphylinidae (Insecta, Coleoptera) de quelques prairies et champs cultivés de l'ouest de la Suisse. Thèse, Université de Neuchâtel. 124 pp + Annexes.

ANNEXES

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

ANNEXE 1 : Données météorologiques

1. Le Brassus : Climatogrammes 1990 et 1991
2. La Brévine : Climatogrammes 1990, 1991 et 1992
3. Le Brassus et La Brévine : Précipitations et températures moyennes annuelles de 1975 à 1991.

ANNEXE 2 : Végétation

1. Relevés floristiques : Tableaux diagonalisés par station en fonction de l'axe 1 d'une AFC
2. Relevés typologiques : - Feuille de relevé typologique vierge utilisée sur le terrain
- Tableaux résultant du codage de la structure de la végétation
(3 critères retenus)

ANNEXE 2 bis (document à part)

1. Relevés floristiques : - AFC sur les 6 zones de transition regroupées
- AFC sur les 4 stations de la vallée de La Brévine
- Groupement à liens complets sans contraintes sur les 6 zones de transition (Indice de Steinhaus = S17). Regroupement des relevés.

ANNEXE 3 : Familles de Diptères

1. Tableaux bruts par station : nombre d'individus par pièges
2. Tableau illustrant le nombre total d'individus capturés par famille et par transect

ANNEXE 4 : Familles de Diptères déterminées à l'espèce

1. Tableaux épurés par station : - les Psilidae
- les Bibionidae
- les Scatopsidae

- les Tipulidae
- les Limoniidae

ANNEXE 5 : Empidoidea déterminés à l'espèce

1. Tableaux épurés par station : - les Hybotidae
 - les Empididae
 - les Dolichopodidae
 - les Atelestidae
 - les Microphoridae

ANNEXE 6 : Les Empidoidea

1. Tableaux diagonalisés par station en fonction de l'axe 1 d'une AFC

ANNEXE 7 bis (document à part) : Analyses sur les Empidoidea

1. Analyses sur les Empidoidea : - AFC comprenant l'ensemble des stations en "tourbière" pour les espèces comptant au moins 3 individus.
 - AFC comprenant l'ensemble des stations de la vallée de La Brévine en "tourbière" pour les espèces comptant au moins 3 individus.
 - Groupement à liens complets sans contraintes (Indice de Steinhaus = S17) sur l'ensemble des stations en "tourbière" (espèces comptant au moins 3 individus).

ANNEXE 8 bis (document à part) : Facteurs environnementaux

1. pH du sol : - position respective des pièges à émergences et des carottes de sol
 - Résultats pH par station
 - ACC pour l'ensembles des espèces d'Empidoidea contrainte par le pH.
2. La structure de la végétation : - AFC sur les espèces d'Empidoidea comptant 10 individus x structure.

ANNEXE 9 bis (document à part) : Flore et structure partition de variation sur la matrice des Empidoidea (3 individus).

1. La Burtignière : - ACC aspect floristique

- ACC effet de la structure
- ACC aspect floristique sans la structure
- ACC structure sans l'aspect floristique

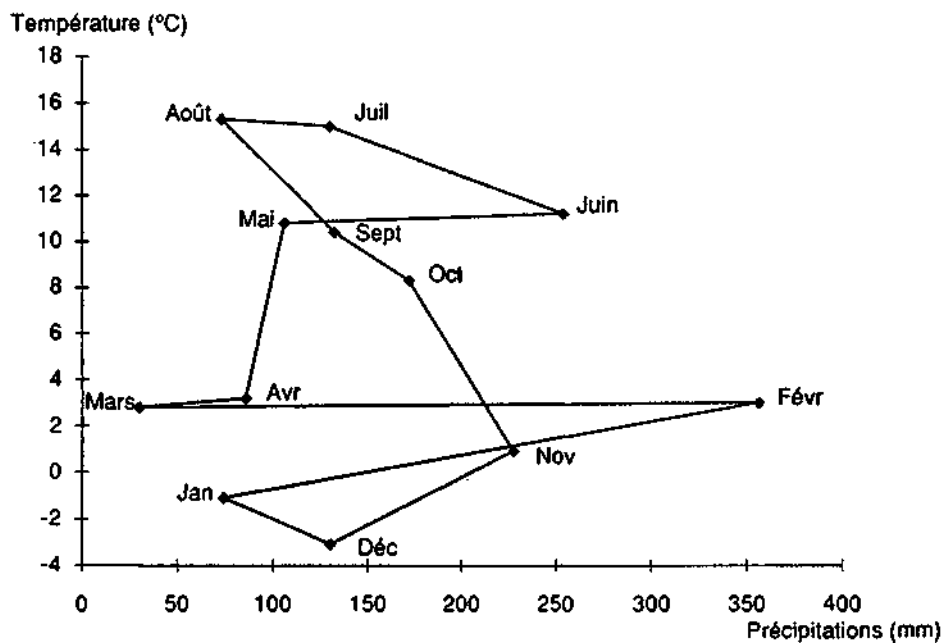
2. Le Cachot 16.2 : - ACC aspect floristique

- ACC effet de la structure
- ACC aspect floristique sans la structure
- ACC structure sans l'aspect floristique

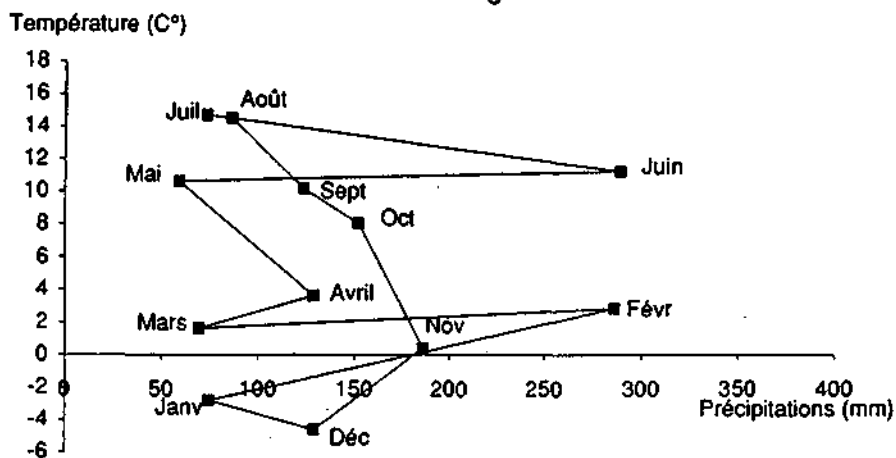
3. Vers le Maix Rochat 13 Sud : - ACC aspect floristique

- ACC effet de la structure
- ACC aspect floristique sans la structure
- ACC structure sans l'aspect floristique

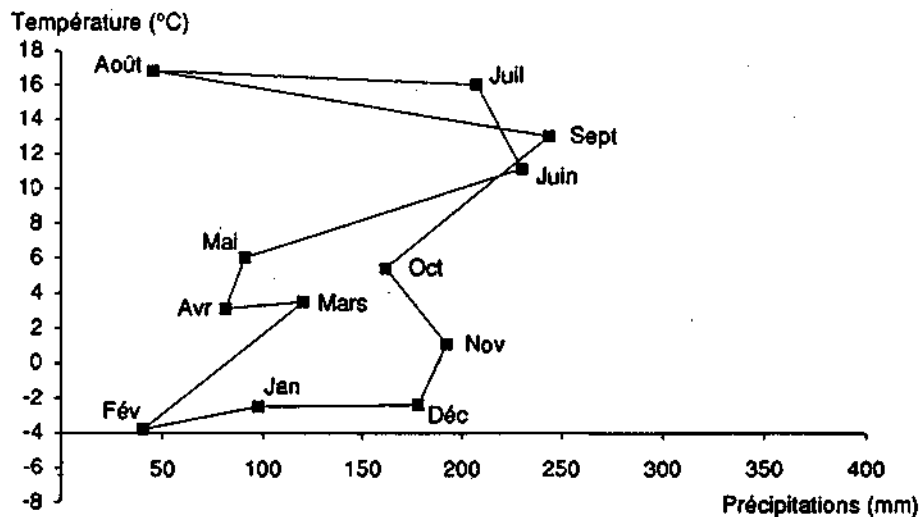
Le Brassus: climatogramme 1990



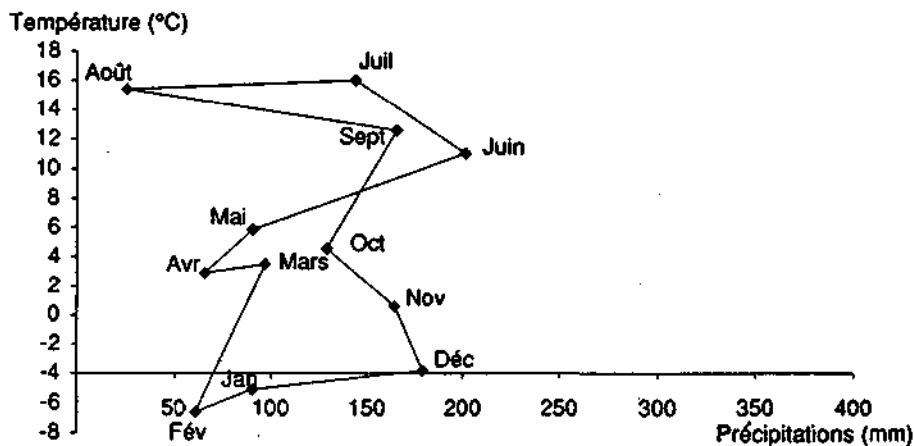
La Brévine: climatogramme 1990



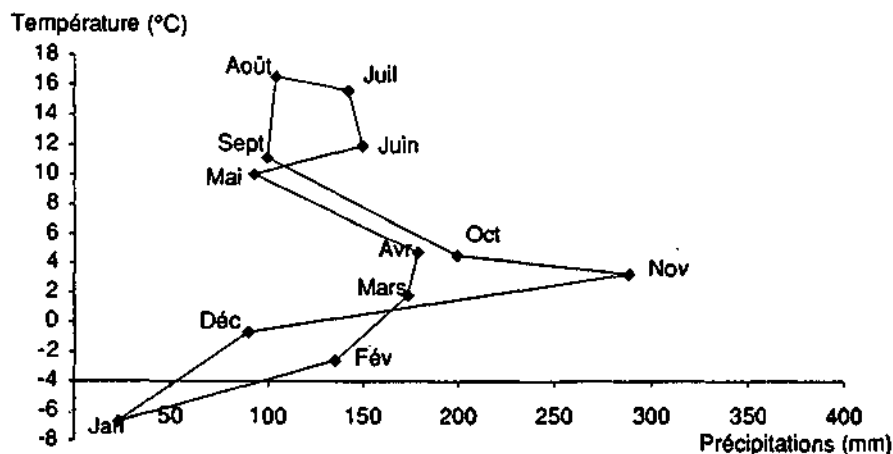
Le Brassus: climatogramme 1991



Le Brévine: climatogramme 1991



La Brévine: climatogramma 1992

Le Brassus /VD et La Brévine /NE:

Précipitations et température moyennes annuelles (1975 à 1991)

Le Brassus

	Précip. (mm)	Temp. °C
1975	1448	5.1
1976	1198	5.1
1977	2021	5.2
1978	1671	4.6
1979	1897	4.9
1980	1776	4.3
1981	1900	4.9
1982	1964	5.7
1983	1953	5.6
1984	1620	4.7
1985	1393	4.7
1986	1780	5.2
1987	1770	5.2
1988	1871	5.8
1989	1058	6.3
1990	1773	6.4
1991	1693	5.6
Moyenne	1693.2	5.25

La Brévine

	Précip. (mm)	Temp. °C
1975	1355	5.1
1976	1117	4.7
1977	1932	4.9
1978	1600	3.9
1979	1680	4.4
1980	1658	3.6
1981	1936	4.2
1982	1776	5.6
1983	1963	5.0
1984	1826	4.2
1985	1375	4.1
1986	1755	4.7
1987	1825	4.7
1988	1983	5.5
1989	1184	5.5
1990	1660	5.8
1991	1413	4.8
Moyenne	1637.5	4.75

	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25
<i>Taraxacum officinale</i>	1																							
<i>Brachythecium rutabulum</i>		+																						
<i>Poa pratensis</i>	2	+																						
<i>Agrostis tenuis</i>		+																						
<i>Gentiana lutea</i>	+																							
<i>Potentilla verna</i>		1																						
<i>Stellaria graminea</i>		1																						
<i>Leucanthemum vulgare</i>																								
<i>Achillea vulgaris</i>	3	3	+																					
<i>Crepis mollis</i>	1	1	+																					
<i>Cynosurus cristatus</i>	1	1																						
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	1	+																					
<i>Carum carvi</i>	+		+																					
<i>Crocus aliflorus</i>		+																						
<i>Trifolium pratense</i>	2	1	2	+																				
<i>Festuca rubra</i>	2	3	2		+	1																		
<i>Dactylis glomerata</i>	+			+																				
<i>Achillea millefolium</i>			1																					
<i>Rhizomnium undulatum</i>			+																					
<i>Primula officinalis</i>			1																					
<i>Cardamina pratensis</i>	+		2	+		1																		
<i>Deschampsia caespitosa</i>			2	+																				
<i>Veratrum album</i>			2							+														
<i>Rhizidadelphus squarrosus</i>	+	+	1	3																				
<i>Gaum rivale</i>		+	2		1																			
<i>Rumex acetosa</i>	1	1	1	+		+																		
<i>Ranunculus acris</i>			+			+																		
<i>Carex hirta</i>			+																					
<i>Plantago media</i>		+																						
<i>Poa trivialis</i>			3	2	1	1	+	2	1	+	1													
<i>Trollius europaeus</i>																								
<i>Galliergon stramineum</i>				+																				
<i>Juncus effusus</i>				1	1																			
<i>Cirsium rivale</i>				2	2	1																		
<i>Myosotis scorpioides</i>																								
<i>Lathyrus pratensis</i>	+		+	1	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+										

Polygonum bistorta	1	1	+	1	+	1	+	1	1	2	1	1	+
Filipendula ulmaria		2	3	2	r		r	+	1	+		+	
Galium uliginosum			+	+	+		+	+		+			
Byssus compressus							+	+					
Briza media		+			1	+	1				r	1	
Silene lili-cuculi					+		+						
Vicia cracca					1	+	1						
Euphresia rostkoviana					+	1	+						
Calliergonella cuspidata		+	2	1	+	+	2	+	1	4			
Thuidium delicatulum					r	r							
Plagiominium elatum	+	1	2	2	3	+	2	+	5				
Thesium pyranacum					+	+	1	+			+		
Polygala amara					+	r							
Betula pubescens V													
Parnassia palustris					1	1	+			+	2		
Dactylorhiza fistulosa					+	r	r			r	1		
Crepis paludosa		+			1	+	1	1	+	+			
Salix repens							+		1		+		
Menyanthes trifoliata											3		
Eriophorum latifolium											1		
Galium boreale											+		
Hematothecium affine						+	3	2	+	5			
Cratoneuron commutatum					+		r	+	2				
Pinguicula lusitana						+	2		+	1	+		
Caltha palustris	1	1	2	r	+	r	+	1	1	1	1	+	
Carex ilacca				+	+	1	2	+	1	1			
Carex davalliana				+	1	+		+	2		+	1	
Listera ovata							+	+					
Salix pentandra							+	+					
Crepis sp.						+	1		1				
Valeriana dioica	+		2	r	r		1	1	1		r	2	
Carex panicea			+	+	1	+	r	+	+	1	2	2	
Glinacium dendroides	+	+	+	2	2	2	3	r	r			+	
Sweetia perennis				3	2	1	r	r	+		+	2	
Salix pentandra V							2	2		1		1	
Pepericula vulgaris													
Anthoxanthum odoratum	2	2	1	1							1		
Carex testiana										2	+	1	
Trichophorum caespitosum											1		
Eriophorum angustifolium													
Succisa pratensis	+				r	r	1	+	2	2	2	r	
Carex paniculata								+	1	1		+	
Betula pubescens sentis			2								2	2	
Campyllum stellatum							+		+		2	2	

Prax Rodet:
Relevés de végétation

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12
<i>Plantago media</i>	+											
<i>Rumex acetosella</i>	+											
<i>Taraxacum officinale</i>	1	+										
<i>Cardamine pratensis</i>	+	+										
<i>Carex leporina</i>	+	+										
<i>Festuca pratensis</i>	+	+										
<i>Stellaria graminea</i>	+	+										
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	+										
<i>Achillea vulgaris s.l.</i>	2	9										
<i>Cynosurus cristatus</i>	2	9										
<i>Crocus albiflorus</i>	+	1										
<i>Rhyssadelphus squarrosus</i>	1	+										
<i>Ranunculus acris</i>	2	2	+									
<i>Trifolium pratense</i>	2	2		+								
<i>Festuca rubra</i>	3	1	+	+	r							
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	+	+		r							
<i>Ranunculus repens</i>		+	+	r	r							
<i>Poa pratensis</i>		+	2	+								
<i>Climacium dendroides</i>		+	3									
<i>Plagiommium elatum</i>			1									
<i>Briza media</i>			+									
<i>Silene flos-cuculi</i>		+										
<i>Calliergonella cuspidata</i>		+										
<i>Callia palustris</i>		2	2									
<i>Myosotis scorpioides</i>		+	+									
<i>Galium album</i>		1	2									
<i>Galium rivale</i>		+	1									
<i>Filipendula ulmaria</i>		+	3									
<i>Eurhynchium striatum</i>			1									
<i>Epilobium palustre</i>			+									
<i>Luzula multiflora</i>	1				+			r				
<i>Valeriana dioica</i>		+	+	r								
<i>Galium uliginosum</i>			2	1	+							
<i>Scirpus silvaticus</i>			2	1	1	+						
<i>Carex nigra</i>	1	+	1	1	+	+	1					
<i>Anthriscanthum odoratum</i>	1	2		2	1	2		r	+			
<i>Carex rostrata</i>			1	2	2							
<i>Polygonum bistorta</i>			1		r	+						
<i>Potentilla palustris</i>			1	+	1	+						
<i>Viola palustris</i>				+	r	+						
<i>Potentilla erecta</i>		+		+	+	1						
<i>Poa trivialis</i>					+							
<i>Succisa pratensis</i>					+							
<i>Betula pubescens semis</i>					r							
<i>Calliergon stramineum</i>				1	+							
<i>Juncus effusus</i>					+	1						
<i>Carex echinata</i>					r	1						
<i>Eriophorum angustifolium</i>						+						
<i>Carex canescens</i>						r						
<i>Sphagnum recurvum/micronatum</i>					5	5	2	5	1	+	3	1
<i>Polytrichum commune</i>					1		3		1			
<i>Eriophorum vaginatum</i>					r	+	3	3	r	r	2	1
<i>Melampyrum pratense</i>								1	+	r		r
<i>Pleurozium schreberi</i>						+		+	2	+		+
<i>Betula pubescens V</i>								r	1			
<i>Vaccinium oxycoccos</i>											2	2
<i>Picea abies V</i>									3			
<i>Autacomium palustre</i>									1			
<i>Pitium crista-castrensis</i>									1			
<i>Vaccinium myrtillus</i>								1	3	3		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>									+	r		
<i>Hylocomium splendens</i>									+	r		
<i>Vaccinium uliginosum</i>											1	2
<i>Sphagnum magellanicum</i>										2	r	1
<i>Pinus uncinata V</i>											2	+
<i>Pinus uncinata V</i>												+
<i>Caulina vulgaris</i>												r
<i>Betula pubescens V</i>											1	

Restored vegetation

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.13b	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21
<i>Capocella bursa-pastoris</i>																						
<i>Filipendula ulmaria</i>		2																				
<i>Festuca pratensis</i>		2	+																			
<i>Poa trivialis</i>																						
<i>Teraxacum officinale</i>	+	1	2	+	1																	
<i>Viola arvensis</i>																						
<i>Abietinus pratensis</i>	2	+	2	1																		
<i>Pterum pratense</i>	1		1	1																		
<i>Achillea vulgaris</i> s.l.		1																				
<i>Poa pratensis</i>	2	1	2	2	1	+																
<i>Cirsium caespitosum</i>	+	1	+	+	+	+																
<i>Ranunculus acris</i>	+	+	+	+	+	+																
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	+	+	+	+	+																
<i>Trifolium repens</i>	+	1	1	1	1	1	+															
<i>Polygonum bistorta</i>	1	1	1	2	1	1	1	+														
<i>Steno. flava-cuculi</i>				+	+	+																
<i>Vicia cracca</i>																						
<i>Anthriscum odoratum</i>				+	+	+	+															
<i>Viola palustris</i>					2																	
<i>Carex leporina</i>	+																					
<i>Festuca rubra</i>				2	1	1																
<i>Carex nigra</i>	+																					
<i>Luzula multiflora</i>				+	+	+	+															
<i>Carex canescens</i>				1	1	1																
<i>Rumex acetosella</i>				+	1	1																
<i>Ajrostris capillaris</i>				1	2	+																
<i>Potentilla erecta</i>				1	+	+																
<i>Juncus effusus</i>				1	2	1																
<i>Polygonum strictum</i>	1			1	3	1																
<i>Eriophorum vaginatum</i>				1	1	2	1															
<i>Mercurialis annua</i>				1	+	1	+															
<i>Sphagnum capillare-pilulatum</i>				1	1	1	1															
<i>Dryopteris carthusiana</i>				1	1	1	1															
<i>Polytrichum commune</i>				1	1	1	1															
<i>Aulacomnium palustre</i>				1	3	2																
<i>Campylopus pyramidalis</i>				1																		
<i>Calluna vulgaris</i>				1																		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>				1																		
<i>Vaccinium uliginosum</i>																						
<i>Sphagnum magellanicum</i>																						
<i>Pinus uncinata</i> Y																						
<i>Vaccinium myrtillus</i>																						
<i>Phacelium schreberi</i>																						
<i>Dicranum scoparium</i>																						
<i>Ptilium crista-castorensis</i>																						
<i>Hylocomium splendens</i>																						

Cachot 16,4 / NE:

Relevés de végétation

	Cat6.4.01	Cat6.4.02	Cat6.4.03	Cat6.4.04	Cat6.4.05	Cat6.4.06	Cat6.4.07	Cat6.4.08	Cat6.4.09	Cat6.4.10	Cat6.4.11	Cat6.4.12	Cat6.4.13	Cat6.4.14	Cat6.4.15
Capella bursa-pastoris				r											
Myosotis scorpioides		r		+	+										
Veronica serpyllifolia				r	+										
Heracleum sphondylium	+	+	+												
Silene dioica	+	+	+												
Taraxacum officinale	+	1	1	1	+	+									
Cerastium caespitosum	+	+	+	1	1	+									
Trifolium repens	1	1	+	+	+	+									
Poa pratensis	+	+	+	1	+	+									
Ranunculus acer	1	+	+	+	+	+									
Festuca pratensis				1	1	+									
Trollius europaeus	r	r	+				r								
Alchemilla vulgaris s. l.	+	r	+	+		+									
Bellis perennis	r			+	1	+									
Veronica arvensis	r		r	r		r									
Anthoxanthum odoratum				+	1	+									
Cardamina pratensis			+		+										
Anthriscus silvestris	3	2	2		+	1	1	+			r				
Dactylis glomerata	r	r					+								
Veronica chamaedrys						r									
Helictotrichon pubescens						+	r								
Alopecurus pratensis	+	1	+	+	+	1	1	+	+		r				
Ranunculus acrifolius	+			+	+	+	+	+	r		r				
Cirsium rivale			r	+	+	2	+	1	1						
Caltha palustris				1	1			1	2						
Filipendula ulmaria				+			3	3	1		r				
Poa trivialis	2	2	2	1	1	1	+	1	+	+	1				
Lathyrus pratensis	+	r			+	+	+	+	+	+					
Valeriana dioica									+						
Angelica silvestris						+		+	1	+					
Vicia cracca						+		+	+	+					
Polygonum bistorta	+	+	+	+	+	+	r		+	1	+	+			
Germ. rivale						+	+	+	1	+	2				
Deschampsia caespitosa								+	1	1	+				
Galium uliginosum									1	+	+				
Molinia coerulesca										2	1				
Rubus idaeus											+				
Festuca rubra										2	2	+			
Potentilla erecta										+	1	+			
Sorbus mougeotti V											+	+			
Luzula multiflora										+	r	1			
Sorbus aucuparia V											+	1			
Betula pubescens Y										2		1	+	+	2
Vaccinium uliginosum										r	2	+		2	+
Carex nigra										r		1			
Sorbus aucuparia Y												+			
Polytrichum strictum												+			
Dryopteris carthusiana											r	+	r	r	r
Vaccinium myrtillus										r	r	2	2	+	1
Pleurozium schreberi												3	1	1	+
Pinus uncinata Y											r	1	3	1	2
Ptilium crista-castrensis														1	r
Rhytidiadelphus squarrosus														2	
Hylocomium splendens														2	
Scheuchzeria palustris														4	

Vers le Massif Rochet 13Sud:

Reliefs de végétation

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21
<i>Veronica serpyllifolia</i>			+																	
<i>Dicranum scoparium</i>			+																	
<i>Poa trivialis</i>	1	2	2	2		2														
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	2	1	2	1	1														
<i>Trifolium pratense</i>	1	2	2	r	2	2														
<i>Poa pratensis</i>	1	1	1	1	1															
<i>Alchemilla vulgaris s.l.</i>						+								+						
<i>Ranunculus acris</i>	1	+	1	1	1	2		+	+											
<i>Cardamine pratensis</i>		r	r			+								r						
<i>Taraxacum officinale</i>	+	1	1	+	+	1	r	+	+											
<i>Lathyrus pratensis</i>					+				r											
<i>Caltha palustris</i>	1			+	+	1							+		f					
<i>Hypoxis scorpioides</i>					r	+		+	+											
<i>Anthriscum odoratum</i>					+	+	1	+	+		+									
<i>Carex nigra</i>	+		r				+	f	1					+						
<i>Valeriana dioica</i>								+												
<i>Brachythecium rutabulum</i>														r						
<i>Plagiommium elatum</i>														r						
<i>Silene flaccidula</i>				r			r		+				+							
<i>Succisa pratensis</i>								f	+											
<i>Hieracium lactucella</i>								f	1											
<i>Polygonum bistorta</i>	+								+	+	+		1							
<i>Leucanthemum vulgare</i>									+											
<i>Vicia sepium</i>								r												
<i>Juncus effusus</i>							r	+												
<i>Oxyria caespitosa</i>														+	f					
<i>Hieracium pilosella</i>							3	+	+											
<i>Nardus stricta</i>						+														
<i>Angelica silvestris</i>	r	r			+	r	1	1	1	+	2	1	2	2	r					
<i>Potentilla erecta</i>							1	2	1	+	+									
<i>Rhynchosia squarrosa</i>						+	2	3	1	+	2	1		2						
<i>Potentilla palustris</i>									r	+	2	1	2							
<i>Cereus cernuus</i>						2	-		+	+	+	-								
<i>Cimicifuga racemosa</i>						1	1	1				2	4							
<i>Crepis paludosa</i>							+	+								r				
<i>Viola palustris</i>						+	1	+	+	+	+	+	+	+						
<i>Agrostis capillaris</i>						+			1			1	+	+						
<i>Galium palustre</i>							+	+	+	+		+	+	+						
<i>Scapania sp.</i>												+								
<i>Marchantia polymorpha</i>												r								
<i>Galium uliginosum</i>									+	1	1			+						
<i>Calligon stramineum</i>											+	+								
<i>Aulacomnium palustre</i>						+		+	+	1										
<i>Epilobium palustre</i>								+												
<i>Luzula multiflora</i>						1	+	+		r	+				r		+			
<i>Festuca rubra</i>						+	1	+	+	1	1	1	1	1	+		+			
<i>Rumex acetosa</i>										1	1	1								
<i>Eriophorum vaginatum</i>									3	2	1	2	2				+	r	+	+
<i>Pleurozium schreberi</i>									2	r						1	+	+	+	3
<i>Vaccinium uliginosum</i>											+					+	1		r	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>																			r	1
<i>Calluna vulgaris</i>								+							2	3	1	2	1	2
<i>Trichophorum caespitosum</i>													r					1	1	
<i>Polytrichum strictum</i>															+			1	+	r
<i>Andromeda polifolia</i>																		+	+	
<i>Sphagnum capillare</i>																			4	

Lieu :

Sous-milieu :

Date :

Piège n° :

Type morphologique :

hauteur jusqu'à 10cm	Abon	Rec	Agré:	dév :
Graminée				
Touradon				
Rosette				
Rampante				
1axe feuillage épais				
1axe feuillage moyen				
Chaméphyte				

de 10cm à 30cm	Abon	Rec	Agré:	dév :
Graminée				
Touradon				
Rosette				
Rampante				
1axe feuillage épais				
1axe feuillage moyen				
Chaméphyte				

de 30cm à 60 cm	Abon	Rec	Agré:	dév :
Graminée				
Touradon				
Rosette				
Rampante				
1axe feuillage épais				
1axe feuillage moyen				
Chaméphyte				

de 60cm à 80 cm	Abon	Rec	Agré:	dév :
Graminée				
Touradon				
Rosette				
Rampante				
1axe feuillage épais				
1axe feuillage moyen				
Chaméphyte				

plus de 80cm	Abon	Rec	Agré:	dév :
Graminée				
Touradon				
Rosette				
Rampante				
1axe feuillage épais				
1axe feuillage moyen				
Chaméphyte				

Schéma de structure :

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
5

	Rec. %
Mousses denses	
Mousses lâches	

	Rec. %
Litière d'herbacées	
Litière de feuilles	
Litière de résineux	

	Abond.	Rec.
Arbre 80cm à 150cm		
Arbre 150cm à 300cm		
Arbre plus de 300cm		

Ombre	
% général : 0 - 33%	1
% général : 33% à 66%	2
% général : 66% à 100%	3
plus de 6h consécutives (de 6h à 19h)	oui non

Typologie - structure de la végétation

bornes	code	agrégation	code	abondance	code	degré de dév:	code
0	0	isolée	1	1 à 3 pieds	1	pl. plantule	1
jusqu'à 1.5%	1	touffes	2	4 à 10	2	juv. pt. très jeunes	2
jusqu'à 3%	2	peuplement dense	3	10 à 25	3	fl.1 pl. en fleur -33%	3
jusqu'à 7%	3	plus de 50%	4	25 à 50	4	fl.2 pl. en fleur -66%	4
17.5	4	plus de 75%	5	50 à 100	5	fl.3 pl. en fleur -66%	5
35	5			plus de 100%	6	fr. tout en fruits	6
55	6						
72.5	7						
85	8						
100	9						

Praz Rodet: structure de la végétation

Relevés effectués le 15 juin

Type morphologique	Critère relevé	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12
Graminées	Hauteur max. végét.	3	3	4	4	4	4	4	2				3
	Rec.max	3	5	3	3	4	3	2	1				1
	Haut.rec.max	1	1	3	3	3	3	2	2				3
Touille	Hauteur max. végét.	2					3	3	3	2		2	2
	Rec.max	4					1	5	5	1		2	1
	Haut.rec.max	1					3	2	2	2		2	2
Touradon	Hauteur max. végét.												
	Rec.max												
	Haut.rec.max												
Rampante	Hauteur max. végét.												
	Rec.max												
	Haut.rec.max												
Feuillage large	Hauteur max. végét.												
	Rec.max			2	3								
	Haut.rec.max			4	7								
Feuillage moy	Hauteur max. végét.												
	Rec.max			2	2								
	Haut.rec.max												
Chaméphyte	Hauteur max. végét.	2	3	4	4	2	1	2	2		2	2	2
	Rec.max	5	6	6	3	2	3	1	1		1	2	3
	Haut.rec.max	2	1	2	3	1	1	2	2		2	2	2
Mousses	Hauteur max. végét.								1	2	2	2	2
	Rec.max								2	4	7	2	3
	Haut.rec.max								1	2	1	2	2
	Rec. total	1	2	6	0	8	9	7	9	6	3	9	9

Cachot 16.2 / 1991: structure de la végétation

Type morphologique	Critère relatif	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca292.01	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca292.02	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca292.03	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca292.04	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca292.05	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21
Graminées	Hauteur max. végét.	5	4	4	5	4	4	4	3	3		1				1	1	1	3	4	3	2	2	2			
	Rec.max	5	5	6	5	5	5	5	5	5		1				1	1	1	1	1	2	1	1	1			
	Haut.rec.max	3	3	3	3	3	3	2	1	2		1				1	1	1	3	4	2	2	2	2			
Touffe	Hauteur max. végét.							2			2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3					
	Rec.max							4			4	2	3	3	2	1	2	4	3	3	4	5					
	Haut.rec.max							2									2	2	2	2	2	2					
Touradon	Hauteur max. végét.							3			3	5	4	4	4	3	3	3	2	3							
	Rec.max							4			4	6	5	5	5	5	4	3	3	3							
	Haut.rec.max							2			2	3	3	3	3	2	2	2	2	2							
Rampanie	Hauteur max. végét.						1																				
	Rec.max						3																				
	Haut.rec.max						1																				
Feuillage large	Hauteur max. végét.	3			3																						
	Rec.max	3			1																						
	Haut.rec.max	3			3																						
Feuillage moy	Hauteur max. végét.	4	3	3	3	3	3	3	1	2	1																
	Rec.max	3	4	4	4	5	4	4	2	5	1																
	Haut.rec.max	3	2	3	2	2	2	2	1	2																	
Chaméphyte	Hauteur max. végét.																										
	Rec.max																										
	Haut.rec.max																										
Mousses	Hauteur max. végét.																										
	Rec.max																										
	Haut.rec.max																										
	Rec.total						3	5	5	3	5	4	2							6	4		1		9	6	7

Vers la Maix Rochat 13Est: structure de la végétation

Relevés effectués le 10 juin

Type morphologique	Critère retenu	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17
Graminées	Hauteur max. végét.										4	3	4	3	4	3	2	
	Rec.max										4	4	4	3	4	1	2	
	Haut.rec.max										2	2	2	2	2	3	2	
Touffe	Hauteur max. végét.													2	2	2	3	3
	Rec.max													3	3	3	1	4
	Haut.rec.max													2	2	2	3	2
Touradon	Hauteur max. végét.																	
	Rec.max																	
	Haut.rec.max																	
Rampante	Hauteur max. végét.																	
	Rec.max																	
	Haut.rec.max																	
Feuillage large	Hauteur max. végét.										2	2	2					
	Rec.max										3	5	2					
	Haut.rec.max										2	2	2					
Feuillage moy	Hauteur max. végét.										3	2	2	2	2	2	1	1
	Rec.max										5	3	4	5	4	3	1	2
	Haut.rec.max										2	2	2	2	2	2	1	1
Chaméphyte	Hauteur max. végét.														2	2	3	2
	Rec.max														3	2	4	3
	Haut.rec.max														2	2	2	2
Mousses	Rec.total												2		3	5	5	6

Type morphologique	Critère retenu	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21
Graminées	Hauteur max. végét.	5	5	5	5	4	5	5	3	5	2	2	3	1	3	3	3	3	3	2	2	
	Rec.max	5	5	4	6	5	4	4	3	4	2	2	2	1	3	3	1	3	3	1	1	
	Haut.rec.max	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	1	3	3	3	2	2	2	2	
Touffe	Hauteur max. végét.													2	3	3		3	3	2	2	
	Rec.max													2	1	1		3	3	3	3	
	Haut.rec.max													2	3	3		2	2	2	2	
Touradon	Hauteur max. végét.										4	4	4	5	4							
	Rec.max										5	4	3	3	6							
	Haut.rec.max										3	4	3	3	3							
Rampanie	Hauteur max. végét.							1			1											
	Rec.max							2			1											
	Haut.rec.max							1			1											
Feuillage large	Hauteur max. végét.	3			3		3	1	2	2	4	3	2	3	3	3						
	Rec.max	3			1		3	1	3	3	3	2	4	3	4	5						
	Haut.rec.max	3			3		3	1	2	2	3	3	2	2	2	2						
Feuillage moy	Hauteur max. végét.	4	4	4	4	4	4	1	3	3	2	2	1	2	2	2	1					
	Rec.max	3	4	6	2	6	5	6	4	4	2	5	3	3	2	4	1					
	Haut.rec.max	3	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1					
Chaméphyte	Hauteur max. végét.									1			3				2	2	2	3	2	2
	Rec.max									1			1				4	5	2	4	4	2
	Haut.rec.max									1			3				2	2	1	1	2	2
Mousses																						
	Rec.total										3	4	5	5	6	5	4	0	0	8	2	6

15.05.09.10.1091	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	
Trichidae	1	1								7	1	2			9	3			1							30	
Utricularidae		2	80	58	2	7	3	23	54	49	13	9	8	40	30	25	26	12	1					20	1	591	
Blattellidae	1	15	3																							19	
Myrmecophagidae	6	5	15	2	6	13	1	4	2	10	4	5	22	5	7	50	21	3	2	5	2				13	203	
Scutigeridae	29	34	34	66	25	48	65	29	40	9	31	33	6	138	178	21	17	20	14	169	47	46	49	82	1273		
Cecidomyiidae	69	72	80	50	92	118	111	75	63	47	145	98	51	23	112	170	125	40	61	75	84	128	78	23	2056		
Psychodidae	9	17	7	2	4	9	4	5	5	2	12	2	4	3	15	21	19	4	5	2	5	3	4	6	1	170	
Thricostidae																											
Antropodidae	1	3	1		1					1	1	1		3	1	1	1				1					10	
Scutigeridae		1	3	17	3	5						1		3	1	1	6					1				42	
Ceratopogonidae	3	3	4	24	24	13	35	34	16	28	64	9	25	78	78	56	30	27	40	10	13	6	14	8		626	
Chironomidae	41	25	27	220	180	121	332	267	377	62	157	351	132	427	420	720	801	214	258	127	22	8	25	25	20	5111	
Thaumetidae																											
Rugosidae		7	1	2	3	1				4	1	1		1	1	1										24	
Empididae	45	12	117	82	20	13	8	9	10	3	1	4	26	13	11	13	10	7	12	15	63	44	78	25	26	665	
Dolichopodidae	8	1	10	10	14	19	6	7	6	1	2	8	9	6	5	61	35									208	
Leucophaeidae	1	3																								9	
Phoridae	15	21	29	10	18	32	32	17	37	16	19	29	19	15	80	26	17	16	19	32	22	34	38	26	34	651	
Syrphidae	3	2		4	1	3	1	3				1		1	1	3	1		1							25	
Platycrurae										1	1													1		5	
Microgasteridae																										53	
Pulicidae	1	17	32	1	2																					10	
Oxidae																										4	
Trypetidae																											
Acetropiidae																											
Agromyzidae	4	17	6	3	2	1	0	3	5	2		1	1	1	7	1	1		2	1						6	67
Opomyzidae																											
Anthomyiidae	1																										
Arctosiphidae																											
Atakidae																											
Melichidae																											
Carnidae	42	27	28	16	8	13	33	30	57	3	2	5	19	17	99	2	0	3	4	1	4		2	8	424	101	
Scomyzidae																											
Sagidae	16	6	17	2	3	4	4	4	2	1		3	3	9	5	3	1					1		1	69	16	
Chamomyidae																										4	
Helomyiidae		1	1																							5	
Sphaeroceridae	18	10	17	3	13	11	2	1	1	3	6	2	1	1	5	1	2	2	1	1						101	
Drosophilidae	26	25	13	2	11	6	4	7	7	1		2	2	1	2	1					1	112				112	
Ephyrididae	2																										
Chomyidae	56	100	78	25	31	13	11	30	28	7	4	10	8	13	50	15	31	4	4	7	1	4	4	1	5	543	
Scaphomyidae																											
Scaphomyidae	3																									32	
Arthropomyidae	3	2	1																							16	
Muscidae	3																									13	
Fanniidae																										8	
Calliphoridae																										1	
Scaphomyidae																										1	
Technidae																										6	
Total	407	406	505	632	522	530	645	578	667	284	456	678	389	563	1065	1411	878	270	443	306	423	249	337	253	209	13255	
Myrmecophagidae																										530.2	
Key type																										27.16	

Prax Rodel : totaux Diptères 1991 (familles)

[illegible]

Le Cachet: totaux Diplômes 1991 (familles)

[illegible]

Le Cachol 16.2: Pino-Schagnetum humide et Schagnetum magellanic

PS1	PS2	PS3	Sm1	Sm2	Sm3	Total
Thuidiaceae	18	30	3	6	9	21
Limoniaceae						83
Blattariaceae						6
Mniotaphidaceae	29	79	20	30	20	6
Selaginellaceae	69	74	28	49	20	12
Ceratomyxaceae	7	4	6	13	4	6
Psychodaceae						42
Trichomanaceae						
Antropodaceae						
Scapanaceae						
Ceratopteridaceae	6	2	11	1	1	21
Chlorophoraceae	10	40	17	37	7	47
Thuidiaceae						130
Blattariaceae						1
Mniotaphidaceae	15	70	20	4	15	134
Empidaceae	3	1	1		6	1
Lophophoraceae					1	11
Phoridaceae	6	8	4	2	1	3
Synphidaceae						28
Platyphidaceae						
Micropodaceae						
Palaearctaceae						
Onitaceae						
Thuidiaceae						
Acanthophragmaceae						
Agropyridaceae						2
Opomyzidae						2
Anthonomidae						
Aucosagastriidae						
Asteridae						
Mitichnidae						
Carnidae	1	14	6	12	33	33
Selenomyzidae						
Selenomyzidae	2		1	4		7
Chamaemyzidae						
Selenomyzidae						
Selenomyzidae	2		1	1	6	9
Selenomyzidae						23
Ephyridae	1	4	1	3	6	8
Chamaemyzidae						7
Anthonomidae	2		1	14	23	39
Muscidaceae						1
Fanniidae						2
Calliphoridae						1
Sarcophagidae						
Tachinidae						
Total	178	327	127	190	140	1103
Mean/row/pidge						180.33
Equal types						74.34

Le Cachot 16.2: totaux Diptères 1992 (familles)

[illegible]

Le Cachet 16,4: totaux Diptères 1992 (familles)

[illegible]

Vers le Maix Rochat 13S: totaux Diolères 1992 (familles)

[illegible]

Diptères: familles par station: 1991 et 1992

	BU	PR	Ca16.2	Ca16.4	MREst	MRSud	Total
Tipulidae	30		39	7	28	29	133
Limoniidae	501	64	62	61	25	167	900
Bibionidae	19	1	410	5	300	62	797
Mycetophilidae	203	113	94	148	56	38	652
Sciidae	1273	502	1735	606	703	676	5495
Cecidomyiidae	2056	745	1157	1061	985	896	6900
Psychodidae	170	208	160	188	119	170	1035
Trichoceridae			2			1	3
Anisopodidae	10	6	14	12		6	48
Scatopsidae	42	70	247	13	21	131	524
Ceratopogonidae	625	255	157	75	95	137	1344
Chironomidae	5111	2110	506	224	232	1066	9271
Tabanidae	1	3	2		5	1	12
Rhagionidae	24	1	6	14	10	11	66
Empididae	680	395	797	472	327	724	3365
Dolichopodidae	206	38	585	369	105	264	1567
Lonchoceridae	9	13	47	73	39	51	231
Phoridae	651	349	882	486	196	130	2694
Syrphidae	25	19	6	5	27	17	99
Pipunculidae	5	1	12	3	4	1	26
Micropezidae	5		2	3	1	3	14
Psilidae	53	15	15	6	7	15	113
Otitidae	10						10
Tephritidae	4					1	5
Acartophthalmidae		1		1			2
Agromyzidae	67	45	37	42	14	28	233
Opomyzidae	1	2	9	5	13	4	34
Anthomyzidae	2				1	2	5
Aulacigastridae	1						1
Asteiidae		1	1			1	3
Milichidae	2	6	8	1	26	42	87
Camidae	424	196	336	27	304	365	1652
Sciomyzidae	16	3		4		1	24
Sepsidae	89	23	127	106	90	212	647
Chamaemyiidae	4		10			2	16
Heleomyzidae	5	6	16	24	3	1	55
Sphaeroceridae	101	100	70	110	88	55	524
Drosophilidae	112	48	133	95	42	74	504
Ephydriidae	11	5	7	13	300	197	533
Chloropidae	543	479	1613	382	591	725	4333
Scatophagidae	32	15	6	4	1	7	65
Anthomyiidae	18	6	140	72	5	42	263
Muscidae	88	60	248	88	58	115	655
Fanniidae	13	5	2	7	3	3	33
Calliphoridae	8		72	76	4	21	161
Sarcophagidae	1	1	10	10		6	28
Tachinidae	6	9	22	7	13	14	71
Diastatidae			1	1	2		4
Acroceridae						1	1
Asilidae					1		1
Platypezidae					1		1
Total	13255	5921	9825	4928	4844	6531	45310
Moyenne/piège	530.20	483.42	377.88	328.53	284.94	311.28	387.71
Ecart-type	271.16	261.70	216.86	119.53	63.50	58.46	175.20

Psittidae

La Burtignière /1991	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Chamaepsila obscuritarsis				31	1	2							
Chamaepsila atra			17	1									
Chamaepsila nigra		1											

Praz Rodet /1991	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Chamaepsila nigra	6								1	1			
Loxocera aristata					2	3	1						

Cachot16.2 /1991-92	1	2	3	4	5	6	7	7	9	10	11	12	13
Loxocera aristata				1	8	2	1	2		1			

Cachot16.4 /1992	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Psittia mercatoria ?											1		
Chamaepsila obscuritarsis							1						
Chamaepsila pectoralis	1							1					
Loxocera albiseta					3								
Loxocera aristata												1	

V.Maix Rochat 13E/1992	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Chamaepsila atra																	
Psittosoma telebhrei							1						2				
Loxocera aristata									3								1

V.Maix Rochat 13S/1992	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Loxocera aristata							11		1				
Loxocera fulviventris							3						

Scatopsidae

La Butignière /1991

	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
Anapausis albohalterata				13	1																					14
Anapausis difourella				1		1																				2
Anapausis rectinervis		1		2	2	4					1	1											1			12
Colobostema sp.														1												1
Cockella albifarsis															1											1
Femeiella incompleta																	2									2
Thripomorpha colini																1	4									5
Thripomorpha halteratum			1																							1
Rhexozia s.l. sp.										1																1
Swammerdamella acuta			2																							2
Nombre d'espèces: 10																										
Total par émergence:		1	3	16	3	5				1	1	1	1	1	1	1	6	1						1		41

Praz Rodel /1991

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
Anapausis difourella	1												1
Anapausis rectinervis	22	2	1	3	2	2	5	1	1			1	40
Colobostema lrisie						1					1		2
Thripomorpha paludicola													1
Thripomorpha verralli	1			1	1								3
Nombre d'espèces: 5													
Total par émergence:	24	2	1	4	4	3	5	1	1	1	1	1	47

Scatopsidae

Cachot 16.2 / 1991

[illegible]

Cachot 16.2/1992

	Ca292.01	Ca292.02	Ca292.03	Ca292.04	Ca292.05	Total
<i>Coboldia fusipes</i>						
<i>Cobostoma infumatum</i>			3			3
<i>Thrimompha halleratum</i>	51	3				54
Nombre d'espèces: 3						
Total par émergence	51	3	3			57

Cachot16.4 /1992

Cachot16.4 /1992		Total												
Colobostema infumatum													1	Ca492.15
Cookella albilaris									1				1	Ca492.14
Tinipomorphia halteratum														Ca492.13
Scatopse notata														Ca492.12
														Ca492.11
														Ca492.10
														Ca492.09
														Ca492.08
														Ca492.07
														Ca492.06
														Ca492.05
														Ca492.04
														Ca492.03
														Ca492.02
														Ca492.01
Nombre d'espèces: 4														
Total par émergence		2	2	3			2	1		1			1	12

Scatopsidae

V. Maix Rochat 13E/1992

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17	Total
<i>Anapausis recinervis</i>					1	1								1				3
<i>Cobostema infumatum</i>							1											1
<i>Cookella albicans</i>															1			1
<i>Thripomorpha halteratum</i>	1	7			2			1		1								12
<i>Swammerdamella acuta</i>													1					1
<i>Swammerdamella</i> sp.				1														1
Nombre d'espèces: 6																		
Total par émergence	1	7		1	3	1	1	1		1			1	1	1			19

V. Maix Rochat 13S/1992

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
<i>Anapausis recinervis</i>					1	1	1	1			1	1		1	1							8
<i>Cobostema infumatum</i>								4						1				1				6
<i>Cookella albicans</i>				6				3			1					6						16
<i>Holoptigia transversalis</i>															1							1
<i>Pharsoreicherella hamifera</i>												1										1
<i>Thripomorpha cooki</i>																	1					1
<i>Thripomorpha paludicola</i>													1									1
<i>Thripomorpha halteratum</i>	7	14	20	7	2	5	4	3	6	2	6	4	4	6	1							87
<i>Swammerdamella acuta</i>								1														1
<i>Swammerdamella adersensis</i>																	1					1
<i>Swammerdamella brevicornis</i>						2											1			1		4
<i>Swammerdamella</i> sp.									1					1								2
Nov. gen. ?n.sp.									1			1		1								3
Nombre d'espèces: 13																						
Total par émergence	7	14	20	7	9	6	5	12	8	2	6	3	5	10	3	6	3	1		1		132

Bibio claypides

MR13Est

	MR92.01	MR92.02	MR92.03	MR92.04	MR92.05	MR92.06	MR92.07	MR92.08	MR92.09	MR92.10	MR92.11	MR92.12	MR92.13	MR92.14	MR92.15	MR92.16	MR92.17	Total
24.08-31.08.92							12						1					12
07.09-14.09.92						1												2
14.09-21.09.92						5	14								1			20
21.09-28.09.92						1					4		3					8
28.09-05.10.92											1							1
Total						7	26				5		4		1			43

MR13Sud

MRR13Sud	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
21.09-28.09.92								26		6						1						35
28.09-05.10.92								3										1				4
05.10-12.10.92																		3				6
Total								29		6						1		4				45

Saison 1993

	Li93.01	Li93.02	Li93.03	Total
23.08-30.08.93	3			3
30.08-06.09.93	1	1		2
Total	4	1		5

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.06	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15
Cachot 16.4						1								
28.09-05.10.92						1								1
05.10.12.10.92						1								2
Total						2								3

MR13Est	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17
14.09-21.09.92			1			7		2							1		11
21.09-28.09.92				11	1	7		17	6				47				89
28.09-05.10.92					1		1		2				60			1	65
05.10-12.10.92			1		3			1	8				16				29
12.10-19.10.92					1				4					2			7
Total			2	11	8	14	1	20	20				123	2	1	1	201

MR13Sud	MR92.01	MR92.02	MR92.03	MR92.04	MR92.05	MR92.06	MR92.07	MR92.08	MR92.09	MR92.10	MR92.11	MR92.12	MR92.13	MR92.14	MR92.15	MR92.16	MR92.17	MR92.18	MR92.19	MR92.20	MR92.21	Total
28.09.05.10.92								1	16													16
05.10.12.10.92																	1					2
Total								1	16								1					18

Saison 1993	AF.93.01	AF.93.02	AF.93.03	MY.93.01	MY.93.02	MY.93.03	LS93.01	LS93.02	LS93.03	SB.93.01	SB.93.02	SB.93.03	Pa.93.01	Pa.93.02	Pa.93.03	MRS93.01	MRS93.02	MRS93.03	MRS93.04	Total
27.09-04.10.93														4					1	5
04.10-09.10.93							1							17						18
Total							1							21					1	23

Biblio Iohannis

La Burtignière

La Burtignière	BU.91.01	1	3	3	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
	15.05-22.05.91	1	3	3																									7
	22.05-29.05.91		15																										15
Total	1	18	3																										22

Praz Rodet

15.05-22.05.91	1			PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
Total	1													1

Cachot 16.2

13.05-20.05.91				Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
20.05-27.05.91	1																								0
Total	1																								1

MR13Est

11.05-18.05.92				MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
		2	2																						2

Biblio. Iohannis (suite)

Saison 1993	AF 93.01	AF 93.02	AF 93.03	MY 93.01	MY 93.02	MY 93.03	LI 93.01	LI 93.02	LI 93.03	SB 93.01	SB 93.02	SB 93.03	Pa 93.01	Pa 93.02	Pa 93.03	Total
03.05-10.05.93							1		1							2
24.05-31.05.93			1													1
31.05-07.06.93														2		2
07.06-14.06.92													5	11		16
14.06-21.06.93													5	1	9	15
Total			1				1		1				10	14	9	38

Biblio. hortulanus

Saison 1993	LI 93.01	LI 93.02	LI 93.03	Total
27.09-04.10.93		1		1
04.10-09.10.93			1	1
Total		1	1	2

[illegible]

Cachot 16.4		Total
Ca492.01		0
Ca492.02		0
Ca492.03		1
Ca492.04		0
Ca492.05		0
Ca492.06		0
Ca492.07		0
Ca492.08		0
Ca492.09		0
Ca492.10		0
Ca492.11		0
Ca492.12		0
Ca492.13		0
Ca492.14		0
Ca492.15		0
Total		2

Tipulidae

Burtonière / 1991

	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
<i>Tipula fascipennis</i>			1																							1
<i>Tipula gimnethali</i>										7	1	1			8	2										19
<i>Tipula varipennis</i>	1																									1
Nombre d'espèces: 3																										
Total par émergence:	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7	1	1	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21

Cachot 16.2 / 1991

Cachot 16.2 /1991	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca292.01	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.08	Ca291.07	Ca292.02	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca292.03	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca292.04	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca292.05	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
Tipula pagana		1	1			1	3																				6
Tipula paludosa	12	3	3		3		4																				25
Tipula sublavra																								4	1	5	
Tipula varipennis				2									1														3
Nombre d'espèces: 4																											
Total par émergence:	12	4	4	2	3	1	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	39	

Cachot 16.4 / 1992

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.06	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Tipula pagana</i>					1			1								2
<i>Tipula nebulosa</i>														1		1
<i>Tipula varipennis</i>									1		1			1		3
Nombre d'espèces: 3																
Total par émergence:	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	8

Tipulidae

V.Maix Rochat 13E /1992

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17	Total
Tipula pagana			7	1		3			6					2				19
Tipula varipennis	1							1	1					2	1			6
Tipula vernalis						2												2
Nombre d'espèces: 3																		
Total par émergence:	1	0	7	1	0	5	0	1	7	0	0	0	0	4	1	0	0	27

V.Maix Rochat 13S /1992

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
Tipula pagana				1	1	1	1	2	5	2			1		5							19
Tipula turcica												1										1
Tipula varipennis		4	2		1	1																8
Tipula vernalis						1																1
Nombre d'espèces : 4																						
Total par émergence:	0	4	2	1	2	3	1	2	5	2	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	29

Burtignière / 1991

Buntonnière / 1991	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
<i>Cheilotrichia cinarens</i>			1	56	28	28																				113
<i>Cheilotrichia intuba</i>				3		1																				4
<i>Cheilotrichia mendii</i>				1	2	1																				4
<i>Cheilotrichia staryi</i>						1																				1
<i>Cheilotrichia sp.</i>																				3						3
<i>Dicranomyia distendens</i>													3													3
<i>Dicranomyia stigmatica</i>								1																		5
<i>Eriocnopa diuturna</i>														2	3											5
<i>Erioptera flavata</i>																1				1						2
<i>Euphyllidorea phaeostigma</i>					1																					4
<i>Limonia macrostigma</i>						3																				3
<i>Limonia sp.</i>						2																				2
<i>Limonia trivittata</i>						2																				2
<i>Monophilius bifidus</i>						1					2					11										14
<i>Monophilius flavus</i>											10						1									11
<i>Monophilius medius</i>				2	6	4			9	30		22	5	1	1	7	18	1		3						109
<i>Monophilius nodicornis</i>																										2
<i>Monophilius obscurus</i>					2																			2		16
<i>Monophilius ochraceus</i>					5																					5
<i>Monophilius sp.</i>						1			1				2	3			1	1		3						2
<i>Neolimnomyia batava</i>																										1
<i>Neolimnomyia filata</i>											1															1
<i>Neolimnomyia nemoralis</i>			1	2	10	15	2	3	1	6	10	5	2	6		1	3									87
<i>Ormosia sp.</i>					1																					1
<i>Pedicia foveola</i>																	1	1								2
<i>Phyllidorea fulvovenosa</i>					1												1	8	1	11	12	1				36
<i>Phyllidorea squalens</i>																	2	2	3	6	1					12
<i>Pteromalus hospes</i>																			1		1					2
<i>Rhipidia maculata</i>										4																4
<i>Trichophona immaculata</i>				1							2		1				3	5			2					14
<i>Trichophona sp.</i>								1		1		1														3
<i>Trichophona unicolor</i>				1				3	2	2		22					4	5	4	6						49
Nombre d'espèces: 31																										
Total par émergence:	0	0	2	66	58	57	2	8	3	23	55	50	13	9	8	41	36	25	28	14	1	0	0	20	1	520

Limoniidae

Praz Rodet / 1991

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
<i>Cheilodrichia cinerescens</i>	1												1
<i>Dicranomyia</i> sp.			1										1
<i>Erioptera flavala</i>			13										13
<i>Erioptera sordida</i>			16										16
<i>Euphytidorea phaeostigma</i>											1		1
<i>Monophilus</i> sp.				1									1
<i>Neolimnomyia nemoralis</i>			4	13									17
<i>Ormosia ruficauda</i>						3							3
<i>Phylidorea ferruginea</i>			1										1
<i>Phylidorea fulvovervosa</i>			1	1									1
<i>Phylidorea squalens</i>			1	6									7
<i>Rhipidophus bilurcatus</i>			2	2									2
Nombre d'espèces: 12													
Total par émergence:	1	0	6	53	0	0	0	0	3	0	1	0	64

Cachol 16.2/1992

	Ca292.01	Ca292.02	Ca292.03	Ca292.04	Ca292.05	Total
<i>Euphytidorea phaeostigma</i>						
<i>Ormosia ruficauda</i>	1				2	3
Nombre d'espèces: 1						
Total par émergence:	1	0	0	0	2	3

Limoniidae

Cachol 16.2/1991

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Euphytidorea phaeostigma</i>														1							1	2
<i>Ormosia ruficauda</i>				1			1	1	17	4	1	2		3	4	3					18	54
Nombre d'espèces: 2																						
Total par émergence:	0	0	0	0	1	0	0	1	17	4	1	2	0	4	4	3	0	0	0	0	19	56

Limoniidae

Cachol 16.4 /1992

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.08	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Cheilodictia cinarens</i>				2					1							3
<i>Cheilodictia imbuta</i>	2			2	1		1			1						7
<i>Dicranomyia milis</i>				2	1											3
<i>Dicranomyia modesta</i>					1											1
<i>Dicranomyia sp.</i>				1												1
<i>Erioptera griseipennis</i>							1		3							4
<i>Limonia phragmitidis</i>							2									2
<i>Monophilius ater</i>							1									1
<i>Monophilius obscurus</i>							1		1							2
<i>Omosia lineata</i>							1		1							1
<i>Omosia nufcauda</i>		1		3	2	2	4	3	5	2	1	3	7	3	36	
<i>Omosia sp.</i>							1									1
<i>Rhipidia maculata</i>								1								1
<i>Triclyphonia schumannii</i>									19							19
<i>Triclyphonia sp.</i>															1	1
Nombre d'espèces: 15																
Total per émergence:	2	1	0	7	6	2	9	7	26	6	2	1	3	7	4	83

Limoniidae

V. Maix Rochat 13E / 1992

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17	Total
<i>Cheilotrichia imbuta</i>							2	1	2			3	2					10
<i>Dicranomyia autumnalis</i>							2		2									2
<i>Monophilus ater</i>									1									1
<i>Ormosia nuficauda</i>								1			1	1	1	1	2	1	1	9
<i>Trichophora unicolor</i>														3				3
Nombre d'espèces: 5																		
Total par émergence:	0	0	0	0	0	0	2	2	5	0	1	4	3	4	2	1	1	25

Limoniidae

V. Maix Rochat 13S /1992

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total	MRS93.01	MRS93.02	MRS93.03	MRS93.04	Total
<i>Chalotrichia imbuta</i>								2														2					
<i>Dicranomyia mitis</i>						1																1					1
<i>Dicranomyia</i> sp.												2										2	1				1
<i>Erioptera flavata</i>													8				1					7			2		2
<i>Euphyidorea phaeostigma</i>															1	1						2					2
<i>Monophilus ater</i>																											
<i>Monophilus medius</i>																											
<i>Monophilus propinquus</i>															1												
<i>Monophilus</i> sp.														1	4							1					1
<i>Neolimnomyia nemoralis</i>													1									5					5
<i>Omosia depilata</i>																						1					1
<i>Omosia nodulosa</i>											1				1	2						4					4
<i>Omosia ruficauda</i>	1					1		3	20	1	1				3	2	3	11				46					46
<i>Omosia</i> sp.											1											1					1
<i>Phyidorea ferruginea</i>															1							1					1
<i>Phyidorea fulvonervosa</i>										1			2		6							9	3	7	1	9	20
<i>Phyidorea squelens</i>												2			3					1		6	7	1			8
<i>Rhipidia maculata</i>				49																		49					
<i>Tricryphona innaculata</i>											1			2	5	1						9					
<i>Tricryphona unicolor</i>								2		1	1	3	15									22					33
Nombre d'espèces: 21																											
Total par émergence:	1	0	0	0	49	2	0	2	0	5	20	6	13	8	40	6	4	11	0	0	1	168	4	16	10	27	57

Limoniidae

Stations de comparaison (1993)

Stations en tourbière	Pino-Sphagnetum			Sphag. - magellanic			13S/ marais abaissé			
	PS1	PS2	PS3	Sm1	Sm2	Sm3	13S1	13S2	13S3	13S4
Dicranomyia distendens		4	1			5				
Dicranomyia sp.							1			
Erioptera flavata									2	
Euphyidorea phaeostigma					1	13				
Monophilius ater								1		7
Monophilius medius									1	6
Monophilius ocellatus				8	4					
Neolimnomyia nemoralis	11	23	3							4
Omosia depilata										4
Phylidorea fulvonervosa							3	7	1	9
Phylidorea sp.						2				
Phylidorea squalens						2		7	1	
Triclyphonia schumeli	1	6								
Triclyphonia unicolor										3
Total par émergence:		16	30	8	5	22	4	16	10	27

Stations sur sol brun

	Héraie-Sapinière			Idem, avec V. myrtillus		
	AF1	AF2	AF3	M1	M2	M3
Cheilotrichia cinarecens						
Limonia phragmitidis						
Omosia albibia	4				1	1
Omosia nodulosa	2					
Total par émergence:	6	0	0	0	1	1

Lisière			
L1	L2	L3	
		1	3
		1	2
		1	1
0	2	6	

Prairie sur sol brun		
Sb1	Sb2	Sb3
2		2
2	0	2

Pâturage abandonné		
Pa1	Pa2	Pa3
0	0	0

Hybotidae

Burtigniera / VD

	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
<i>Bicellaria austriaca</i>	11		33	30	8	4			1	3			6	6		3					28	17	34	8	1	88
<i>Bicellaria sulcata</i>																							1		1	107
<i>Drapetis completa</i>									1																1	1
<i>Drapetis exilis</i>								1	1																	5
<i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp.		2						2							3	1	1	1								10
<i>Drapetis parilis</i>								1											1							2
<i>Euthyneura gyllenhali</i>																					1					1
<i>Euthyneura mytilii</i>																							1			1
<i>Hybos femoratus</i>												1	2													3
<i>Hybos grossipes</i>																					1					2
<i>Platypalpus alpinus</i>			1																							1
<i>Platypalpus borealpinus</i>																										4
<i>Platypalpus candicans</i>			1	1														1	1							2
<i>Platypalpus calceatus</i>	5	1	6																							12
<i>Platypalpus curialis</i>	1		9		1																					11
<i>Platypalpus luteicornis</i>	3		2	2		1	1																			15
<i>Platypalpus lyrieri</i> n. sp.							1	1	1	2			7	2	1	2	2	5	4	12	3		1			43
<i>Platypalpus n°1</i>							1																			1
<i>Platypalpus n°3</i>				1																						1
<i>Platypalpus pallidicoma</i>	1		2	34	5		3	1	1											1	1	1				50
<i>Platypalpus vernalis</i>							1																			1
<i>Stilpon graminum</i>															1											1
<i>Symbalophthalmus dissimilis</i>																1										2
<i>Tachydromia aemula</i>								1																		1
<i>Tachydromia arrogans</i>							2	2																3	1	8
<i>Tachypeza rubra</i>																				1	3	2				6
<i>Trichina biflobata</i>													1													1
<i>Trichina clavipes</i>			1										2	1												4
<i>Trichina elongata</i>									1			1	2							1					2	7
<i>Trichomyia flavipes</i>																						7	10	2	2	21
Nombre d'espèces: 30																										
Total par émergence:	21	3	55	68	14	7	8	7	7	5	0	2	25	12	5	8	4	7	6	15	37	28	45	14	9	412

Empididae

Burdigalière / VD

	BU 91.01	BU 91.02	BU 91.03	BU 91.04	BU 91.05	BU 91.06	BU 91.07	BU 91.08	BU 91.09	BU 91.10	BU 91.11	BU 91.12	BU 91.13	BU 91.14	BU 91.15	BU 91.16	BU 91.17	BU 91.18	BU 91.19	BU 91.20	BU 91.21	BU 91.22	BU 91.23	BU 91.24	BU 91.25	Total
<i>Empis chioptera</i>	13	2																								15
<i>Empis nigripes</i>						2																				2
<i>Empis nidula</i>					1	4						1		1	2	1										10
<i>Empis nuntia</i>			3																							3
<i>Empis n°1</i>		2	13																							15
<i>Empis n°2</i>																	1									1
<i>Empis digramma</i>		2																								2
<i>Empis stercora</i>																										1
<i>Hilara chonica</i>			1	15	3																					19
<i>Hilara galactoptera</i>			2	4																						6
<i>Hilara litorea</i>	1	2	16	2																						21
<i>Hilara maurea</i>			1																							1
<i>Hilara matronella</i>				1							1															2
<i>Hilara nidula</i>	5																									5
<i>Hilara scrobiculata</i>																										2
<i>Phylodromia melanocephala</i>	1								1	1			3				1		5		2	13	27	10	15	99
<i>Rhamphomyia cinerascens</i>																										2
<i>Rhamphomyia lava</i>				2																						2
<i>Rhamphomyia galactoptera</i>	1																									1
<i>Rhamphomyia hybotina</i>																						3	6			9
<i>Rhamphomyia longipes</i>																						2				2
<i>Rhamphomyia n°1</i>			3																							3
<i>Rhamphomyia plumipes</i>								1								4	4									9
<i>Rhamphomyia stigmosa</i>					2				1			1			3	1	1									9
<i>Rhamphomyia sulcata</i>																										1
<i>Rhamphomyia trigemina</i>																										23
<i>Rhamphomyia umbripes</i>	2	1	20																							6
<i>Rhamphomyia unguiculata</i>	3	3																	1					1		2
<i>Rhamphomyia vesiculosa</i>															1											1
Nombre d'espèces: 28																										
Total par émergence:	26	9	63	25	6	6	0	2	2	0	1	2	3	1	6	6	7	0	6	0	26	16	35	10	16	274

Dolichopodidae

Burignière / VD

	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
<i>Achelous cinereus</i>	1				1											6	9									17
<i>Achelous flavicollis</i>					1	2	3	3	1		1					1	1									13
<i>Achelous nigropunctatus</i>						1					1					2	3									7
<i>Achelous vaillanti</i>																28	18									44
<i>Chrysotus gramineus</i>	7	1	4	1											1							2		1		15
<i>Dolichopus nigritornis</i>																1										3
<i>Dolichopus longitarsis</i>																2										2
<i>Dolichopus pennatus</i>																2										2
<i>Dolichopus pipipes</i>							1		1			5				2	5									12
<i>Dolichopus plantaris</i>						1	2		3		1		2	2		4	1									16
<i>Dolichopus popularis</i>					1											1										1
<i>Dolichopus plumipes</i>					1																					1
<i>Dolichopus trivialis</i>	1	1																								2
<i>Dolichopus unguiculatus</i>																										1
<i>Dolichopus urbanus</i>			2	8	10	13		1		1	2		1	1		6	1									45
<i>Hercostomus aerosus</i>			1				2						1	1	1											6
<i>Medetera n°1</i>															1											1
<i>Micromorphus alipes</i>								1																		1
<i>Symptenus pulicarius</i>			1																							1
<i>Symptenus spiculator</i>				1	3									4		5	1									14
Nombre d'espèces: 20																										
Total par émergence:	9	1	10	10	17	17	6	7	5	0	2	9	2	7	5	55	39	0	0	0	0	2	0	1	0	204

Hybotidae**Praz Rodet / VD**

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
<i>Bicellaria austriaca</i>									9	2			11
<i>Bicellaria sulcata</i>	6									1	1		8
<i>Drapetis completa</i>												1	1
<i>Drapetis exilis</i>					1			1					2
<i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp.	1	2		1									4
<i>Drapetis parilis</i>										2			2
<i>Drapetis pusilla</i>	1				1								2
<i>Euthyneura gyllenhalii</i>									1				1
<i>Hybos grossipes</i>												2	2
<i>Ocydromia melanopleura</i>									1				1
<i>Oedalea zetterstedti</i>									1				1
<i>Platypalpus boreoalpinus</i>					1	2	4						7
<i>Platypalpus ciliaris</i>									10				10
<i>Platypalpus calceatus</i>	10	2											12
<i>Platypalpus cruralis</i>	5							1		2			8
<i>Platypalpus longicornis</i>	1												1
<i>Platypalpus luteicornis</i>	4									2			6
<i>Platypalpus lyfferi</i> n. sp.			4		11	5	3	2			5	2	32
<i>Platypalpus minutus</i>	2												2
<i>Platypalpus n°2</i>	1												1
<i>Platypalpus pectoralis</i>									2				2
<i>Platypalpus vegrandis</i>		1	1										2
<i>Tachydromia arrogans</i>	1						5	2		3	1		12
<i>Tachypeza nubila</i>								1	16	5		1	23
<i>Trichina clavipes</i>										5			5
<i>Trichinomyia flavipes</i>								3	2	9			14
Nombre d'espèces : 26													
Total par émergence:	32	5	5	1	14	7	12	10	42	31	7	8	172

Empididae**Praz Rodet / VD**

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
<i>Empis nigripes</i>		1											1
<i>Empis nitida</i>		1											1
<i>Empis stercorea</i>			1										1
<i>Hilara galactoptera</i>									1				1
<i>Hilara litorea</i>	2	3											5
<i>Hilara maura</i>	1											1	2
<i>Hilara nitidula</i>	3	1							1	1			6
<i>Hilara n°1</i>									1				1
<i>Phylodromia melanocephala</i>							4	10	18	78	7	45	162
<i>Rhagas unice</i>												1	1
<i>Rhamphomyia hybotina</i>						2							2
<i>Rhamphomyia pilifer</i>								2					2
<i>Rhamphomyia plumipes</i>			1										1
<i>Rhamphomyia stigmosa</i>							1						1
<i>Rhamphomyia umbripes</i>		1											1
<i>Rhamphomyia unguiculata</i>							7	10		4		15	36
<i>Rhamphomyia vesiculosa</i>			1										1
Nombre d'espèces : 17													
Total par émergence:	6	7	3	0	0	2	12	22	21	83	7	62	225

Dolichopodidae

Praz Rodet /VD

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
<i>Achatus vaillanti</i>				1									1
<i>Campicnemus</i> sp.				1									1
<i>Chrysotus gramineus</i>	4	9								1			14
<i>Dolichopus annulipes</i>							1						1
<i>Dolichopus nigricornis</i>										3		1	4
<i>Dolichopus lepidus</i>							1						1
<i>Dolichopus viripennis</i>						1							1
<i>Hercostomus aerosus</i>	1	3						1	2	1			8
<i>Medetera jacula</i>												1	1
<i>Medetera truncorum</i>						1							1
<i>Xiphandrium monolichum</i>			1	1									2
Nombre d'espèces: 11													
Total par émergence:	5	12	1	3	0	2	2	1	2	5	0	2	35

Hybotidae

Cachol 16.2 NE

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Bicellaria austriaca</i>									1	7		1		2	5	4	3		8	11	6	48
<i>Bicellaria sulcata</i>	10	1				1	1			2												15
<i>Draperis completa</i>														2								2
<i>Draperis hirsuticornis</i> n. sp.																1	1					1
<i>Draperis parilis</i>							1										1					2
<i>Draperis pusilla</i>													1									1
<i>Euthyneura myrtilis</i>										2	2	1		2								7
<i>Hybos grossipes</i>																						1
<i>Platypalpus agilis</i>		1																	3		1	4
<i>Platypalpus albocapillatus</i>								1														2
<i>Platypalpus calceatus</i>	1					1													1			2
<i>Platypalpus infectus</i>						1																1
<i>Platypalpus longicornis</i>	1			2																		3
<i>Platypalpus luteicornis</i>			3			2	2	4	1			1	2		1		1					16
<i>Platypalpus lynifer</i> n. sp.						3			4		1			5	3							17
<i>Platypalpus minutus</i>	1		1																			2
<i>Platypalpus nigritarsis</i>					1																	1
<i>Platypalpus pallidiventris</i>	1	1	1	1	1														1			5
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>				1	1														1			3
<i>Symbalophthalmus disseminis</i>										1												1
<i>Tachydromia aenula</i>		1				2																3
<i>Tachypiza rubila</i>										2		1	1		1	2			7			14
<i>Trichina clavipes</i>	1	1	2	9			21	73	7	17	9	29	11	60	5	1	3		1			260
<i>Trichina elongata</i>																					2	
<i>Trichonormia flavipes</i>											1	2			3	4					1	11
Nombre d'espèces: 25																						
Total par émergence:	15	4	4	4	14	11	25	78	13	31	13	35	15	71	16	21	11	0	21	12	10	424

Empididae

Cachot 16.2 /NE

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Empis nigripes</i>			10		1	1																12
<i>Empis nuntia</i>																	1					1
<i>Empis n°1</i>																	1					1
<i>Empis digramma</i>						1																1
<i>Empis stercorea</i>																						1
<i>Hilara litorea</i>	18	5		1	1		1	1					2			1			2			32
<i>Hilara nitidula</i>		1																				1
<i>Phylodromia melanoccephala</i>									1	6	8	4	12	33	21	19	5		11	15	15	150
Nombre d'espèces: 7																						
Total par émergence:	18	6	10	1	2	2	1	1	1	6	8	4	14	33	21	20	7	0	13	15	15	198

Microphoridae

Cachot 16.2 /NE

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Microphor holosericeus</i>	3			1																		4
Nombre d'espèces: 1																						
Total par émergence:	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Hymenoptera

Cachot 16.2 /NE

	Ca292.01	Ca292.02	Ca292.03	Ca292.04	Ca292.05	Total
Becellaria austriaca				2	1	3
Becellaria sulcata	1	2				3
Drapetis completa		1				1
Drapetis hirsuticornis n. sp.						0
Drapetis parilis						0
Drapetis pusilla						0
Euthyneura myrmili						0
Hybos grossipes						0
Platypalpus agilis		1				1
Platypalpus albocapillatus						0
Platypalpus calceatus						0
Platypalpus infectus	1					1
Platypalpus longicornis		1		1		2
Platypalpus luteicornis						0
Platypalpus lyriter n. sp.						0
Platypalpus minutus						0
Platypalpus nigritarsis		3				3
Platypalpus pallidiventris	1					1
Platypalpus pallidirostris						0
Symbolophthalmus dissimilis						0
Tachydromia aemula	1					1
Tachypoda rubra				4		4
Trichina clavipes		27	33	21	4	85
Trichina elongata						0
Trichinomyia flavipes	1					1
Nombre d'espèces: 12						
Total par émergence:	5	35	33	28	5	106

Empididae

Cachot 16.2 /NE

	Ca292.01	Ca292.02	Ca292.03	Ca292.04	Ca292.05	Total
Empis nigripes	3					3
Empis nuntia						0
Empis n°1						0
Empis digramma						0
Empis stercorea	1					1
Hilara litorea	2		1	7	1	11
Hilara nitidula						0
Phylodromia melanocephala		4	36	7	7	54
Nombre d'espèces: 4						
Total par émergence:	6	4	37	14	8	69

DolichopodidaeCachot 16.2 / NE

	Ca291.01	Ca291.02	Ca291.03	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Chrysotus gramineus</i>	2	1	7		4	2				2												18
<i>Diaphorus nigricans</i>					1	1						1	1	1		2	2	1				9
<i>Dolichopus nigricornis</i>			1		2	2	1		1	6	1		1		3	1	3		1		1	24
<i>Dolichopus plumipes</i>	2	1	1	1		4																9
<i>Dolichopus rufescens</i>																	1					1
<i>Dolichopus trivialis</i>	1																		1			2
<i>Dolichopus unguatus</i>			1		1																	2
<i>Dolichopus vittipennis</i>		1		8	54	6	4	1	13	2	2		4									95
<i>Hercostomus aerosus</i>		1	1	3		2	3	4	2	2	1	1	1									21
<i>Hercostomus cupreus</i>				4	2		2	2	1									1				12
<i>Medetera jacula</i>	35	27	18		31	17		17	2	2		2				1	36		7			199
<i>Symptenus pulicarius</i>						1																1
Nombre d'espèces: 12																						
Total par émergence:	40	31	29	16	94	35	10	7	34	14	4	4	7	1	3	4	42	2	9	0	1	387

Cachot 16.2 / NE

	Ca292.01	Ca292.02	Ca292.03	Ca292.04	Ca292.05	Total
<i>Chrysotus gramineus</i>	4	2			33	39
<i>Diaphorus nigricans</i>				1	3	4
<i>Dolichopus nigricornis</i>	1			1	4	6
<i>Dolichopus plumipes</i>	3					3
<i>Dolichopus rufescens</i>						
<i>Dolichopus trivialis</i>	1				1	2
<i>Dolichopus unguatus</i>						
<i>Dolichopus vittipennis</i>	8	9		1		18
<i>Hercostomus aerosus</i>	3		1			4
<i>Hercostomus cupreus</i>	1	9		2		12
<i>Medetera jacula</i>	103	2				105
<i>Symptenus pulicarius</i>						
Nombre d'espèces: 9						
Total par émergence:	124	22	1	5	41	193

Hybotidae

Cachol 16.4 / NE

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.06	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Bicellaria austriaca</i>											2	1	15	35	10	63
<i>Bicellaria sulcata</i>							11	36	22		5					74
<i>Drapetis assimilis</i>	1															1
<i>Drapetis completa</i>		1			1											2
<i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp.					1											1
<i>Drapetis parilis</i>					1						1					2
<i>Elaphropeza ephippiala</i>					1											1
<i>Hybos femoratus</i>								3								3
<i>Platypalpus agilis</i>		4	1			4				2		2		1		14
<i>Platypalpus albocapillatus</i>								1								1
<i>Platypalpus ciliaris</i>							1	1		1	1			1	1	3
<i>Platypalpus calceatus</i>						4		2				1				7
<i>Platypalpus inlectus</i>																1
<i>Platypalpus longicornis</i>			2													2
<i>Platypalpus luteicornis</i>													1			1
<i>Platypalpus pallidiventris</i>	1	2				3							1	1	1	8
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>		1											1			2
<i>Platypalpus vernalis</i>					1											1
<i>Symbatophthalmus luscitarsis</i>								1								1
<i>Tachydromia errogans</i>	3											1		1		5
<i>Tachypeza rubra</i>											1	1		5	3	10
<i>Tachydromia umbrarum</i>	1	1	2	1		1										8
<i>Trichina clavipes</i>									3	2	12		2	3	5	27
<i>Trichina elongata</i>													2	2	2	6
Nombre d'espèces: 24																
Total par émergence:	6	9	6	1	5	12	11	44	25	4	22	6	21	48	22	242

Empididae

Catchol 16.4 / NE

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.06	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Empis chioptera</i>	3															3
<i>Empis gooti</i>		3				2										5
<i>Empis nigripes</i>		2	10	3	3	1										19
<i>Empis niktia</i>				1					2							3
<i>Empis nuntia</i>											1					1
<i>Empis n°1</i>	1										1					2
<i>Empis digramma</i>														1		1
<i>Empis trigamma</i>								1	1		1					3
<i>Hilara galactoptera</i>								3		1						5
<i>Hilara florea</i>						1										1
<i>Hilara matronella</i>							2		5		2					9
<i>Phylodromia melanocephala</i>										4	6	3	5	14	10	169
<i>Rhamphomyia culcina</i>									1							1
<i>Rhamphomyia flava</i>									1					2	2	4
<i>Rhamphomyia montana</i>																1
<i>Rhamphomyia umbripes</i>						1										1
Nombre d'espèces: 16																
Total par émergence:	4	5	10	0	4	7	3	4	10	5	12	3	5	144	12	228

Microphoridae

Catchol 16.4 / NE

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.06	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Microphor hobsonaeus</i>									1							1
Nombre d'espèces: 1																
Total par émergence:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Dolichopodidae

Cachot 16.4 / NE

	Ca492.01	Ca492.02	Ca492.03	Ca492.04	Ca492.05	Ca492.08	Ca492.07	Ca492.08	Ca492.09	Ca492.10	Ca492.11	Ca492.12	Ca492.13	Ca492.14	Ca492.15	Total
<i>Chrysotus gramineus</i>	11	13	27	49	22	46			1	1	3					173
<i>Dolichopus nigricornis</i>					1				2							3
<i>Dolichopus popularis</i>									1							1
<i>Dolichopus plumipes</i>	1	1	5	5	5	2	4		1			2		1		27
<i>Dolichopus rupestris</i>	1															1
<i>Dolichopus trivialis</i>	2	2				1	1		9							15
<i>Dolichopus unguilatus</i>				1				1								2
<i>Hercostomus aerosus</i>			1													1
<i>Hercostomus cupreus</i>					1							1				2
<i>Medetera laevis</i>	7	1	14			59		8		9		4	8	10	6	126
<i>Symptetrus pulicarius</i>			1	1	1	1			1							5
Nombre d'espèces: 11																
Total par émergence:	22	17	48	56	30	109	5	23	2	12	0	7	8	11	6	356

Hybotidae

V. Maix Rochal 13E / NE

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17
<i>Bicellaria sulcata</i>	19	4		2			7	1	5	1	3	2	3	5			52
<i>Drapetis funipennis</i>						1											1
<i>Drapetis parilis</i>							2										2
<i>Platypalpus calceatus</i>															1	1	2
<i>Platypalpus luteicornis</i>	4										1					1	6
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>			1						1						1		3
<i>Tachydromia arrogans</i>			1														1
<i>Tachypeza rubila</i>													1		8	4	13
<i>Tachydromia unibratum</i>						1											1
<i>Trichina clavipes</i>	1						1		2	29	6	9	9	1	3	4	83
Nombre d'espèces: 10																	
Total par émergence:	24	4	2	2	0	2	10	1		30	10	11	13	6	12	11	164

V. Maix Rochat 13E / NE

V. Maix Rochat 13E / NE	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17
<i>Empis nigripes</i>		1															1
<i>Empis nitida</i>		1							3				1	7			12
<i>Empis nuntia</i>		2															2
<i>Empis staegeni</i>		1															1
<i>Empis n°4</i>			1														1
<i>Empis digramma</i>	1																1
<i>Empis stercoræa</i>												1	2				3
<i>tilara albitarsis</i>						1								2			1
<i>tilara lilorea</i>	6				1	1	1			1	1	2			2		14
<i>tilara nitidula</i>		1			1	1											3
<i>Phylodromia melanocephala</i>									2		3	32	6	1	18	26	121
<i>Rhamphomyia umbripes</i>	1																1
Nombre d'espèces: 12																	
Total par émergence:	8	6	1	0	1	2	2	0	5	1	4	35	7	10	20	26	161

Micronophoridae

V. Maix Rochat 13E / NE

[illegible]

Dolichopodidae

Y. Maix Rochat 13E/NE

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17	Total
<i>Chrysotus gramineus</i>	2	1	11	7	1	7	2	3	6							1		41
<i>Diaphorus nigrifrons</i>																	1	1
<i>Dolichopus nigricornis</i>																	1	1
<i>Dolichopus longiaris</i>																1		1
<i>Dolichopus pennatus</i>									1									1
<i>Dolichopus plumipes</i>	1				1													2
<i>Dolichopus rufescens</i>															4	7		11
<i>Dolichopus trivialis</i>						1												1
<i>Dolichopus unguiculatus</i>	1		1									2	2	3				2
<i>Dolichopus urbanus</i>							1											8
<i>Dolichopus viirpennis</i>																		
<i>Hercostomus aeropus</i>						2	2	2	7			2						15
<i>Hercostomus cupreus</i>																2	2	4
<i>Medetera jacula</i>					6						2		2		2	1	2	15
Nombre d'espèces: 14																		
Total par émergence:	4	1	12	7	8	10	5	5	14	0	2	4	4	3	6	12	6	103

Hybolidae

Y. Maix Rochat 13S/NE

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
<i>Bicellaria austriaca</i>															1	3	1	3	6	3		17
<i>Bicellaria sulcata</i>				1																		1
<i>Drapetis completa</i>	1																					1
<i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp.																						0
<i>Drapetis parilis</i>	1																					1
<i>Drapetis pusilla</i>									1													1
<i>Euthyneura mytilis</i>																	1	2	3			6
<i>Oxydromia glabricula</i>					4																	4
<i>Platypalpus cabreatus</i>									1													1
<i>Platypalpus longicornis</i>																1						1
<i>Platypalpus luteicornis</i>							3	1								26		5	1			36
<i>Platypalpus lyrieri</i> n. sp.									4	11	6	11	6	3								41
<i>Platypalpus nigritarsis</i>																		7				7
<i>Platypalpus palidicoxa</i>								1	1							1						3
<i>Tachydromia arrogans</i>			1																			1
<i>Tachyzeza nubila</i>						1					1	2	1			2	4	1				12
<i>Tachydromia umbratum</i>	3					2	2		1		3											11
<i>Trichina clavipes</i>		3		1		1	1	9	35	4	11	1				10			7	15	3	100
Nombre d'espèces : 17																						
Total par émergence:	3	5	1	1	5	3	6	11	43	15	21	14	1	6	6	45	2	18	17	18	3	244

Empididae

V.Maix Rochat 13S / NE

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
<i>Empis nigripes</i>	8	15	1	9	3	14																50
<i>Empis nuntia</i>				1																		1
<i>Empis nuda</i>	1	1																				3
<i>Hilara litorea</i>								1								6		7				14
<i>Phylodromia melanoccephala</i>								7	3	3	12	34	6		16	72	24	66	82	27	54	406
<i>Rhamphomyia pluvialis</i>															1							1
<i>Rhamphomyia stigmosa</i>												2										2
Nombre d'espèces : 7																						
Total par émergence:	9	16	1	10	4	14	0	8	3	3	12	38	6	0	17	78	24	73	82	27	54	477

Microphoridae

V.Maix Rochat 13S / NE

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
<i>Micromorphus holosericeus</i>									1		1								1			3
Nombre d'espèces : 1																						
Total par émergence:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3

Hybolidae

V. Maix Rochat 13S / NE

	MRS93.01	MRS93.02	MRS93.03	MRS93.04	Total
Bicellaria austriaca					
Bicellaria sulcata					
Drapetis completa					
Drapetis hirsuticornis n. sp.		1			1
Drapetis parvif					
Drapetis pusilla					
Euthyneura mytili					
Ocydromia glabrata					
Platypalpus cabealus			1		1
Platypalpus longicornis					
Platypalpus luteicornis					
Platypalpus lyriter n. sp.	16	7	5		28
Platypalpus nigritarsis					
Platypalpus palidicoxa				1	1
Tachydromia arrogans					
Tachypeza nubila					
Tachydromia umbratum					
Trichina clavipes				8	8
Nombre d'espèces : 5	16	8	6	9	39
Total par émergence:					

Empididae

V. Maix Rochat 13S / NE

	MRS93.01	MRS93.02	MRS93.03	MRS93.04	Total
Empis nigripes					
Empis nuntia					
Empis nitida					
Hilara litorea				1	1
Phylodromia melanocephala	3	1			4
Rhamphomyia plumipes					
Rhamphomyia stigmata					
Nombre d'espèces : 2	3	1	0	1	5
Total par émergence:					

Dolichopodidae

V. Maix-Rochat 13S/NE

	MRS92.01	MRS92.02	MRS92.03	MRS92.04	MRS92.05	MRS92.06	MRS92.07	MRS92.08	MRS92.09	MRS92.10	MRS92.11	MRS92.12	MRS92.13	MRS92.14	MRS92.15	MRS92.16	MRS92.17	MRS92.18	MRS92.19	MRS92.20	MRS92.21	Total
<i>Chrysotus gramineus</i>	8	7	6	5	15	5	1	2	4						1							54
<i>Chrysotus neglectus</i>					1																	1
<i>Dolichopus nigricornis</i>								2			1		3			1						7
<i>Dolichopus permatus</i>		1																				1
<i>Dolichopus plantaris</i>					1																	1
<i>Dolichopus plumipes</i>	22	5	4	6	5	5																47
<i>Dolichopus rupestris</i>															1			1	10	18	4	34
<i>Dolichopus tanythrix</i>																				1		1
<i>Dolichopus trivialis</i>													1									1
<i>Dolichopus unguiculatus</i>	1		2																			3
<i>Dolichopus urbanus</i>	1		1	3	1					2												8
<i>Dolichopus vittipennis</i>	8		9	4		15	11	6														53
<i>Herosotomus aeneus</i>		1	2	1	3	4	2	4	1													18
<i>Herosotomus cupreus</i>																		1				1
<i>Medetera jacula</i>	2	2	5	4		10				8						2	1			1	1	36
<i>Symptenus descottii</i>				1																		1
Nombre d'espèces: 18																						
Total per émergence:	42	16	29	24	25	40	14	14	5	0	11	0	4	0	1	4	1	1	11	20	5	267

Dolichopodidae

V. Maix-Rochat 13S/NE

	MRS93.01	MRS93.02	MRS93.03	MRS93.04	Total
<i>Herosotomus aeneus</i>				1	1
<i>Symptenus aeneicoxa</i>			1		1
Nombre d'espèces: 2			1	1	2
Total per émergence:			1	1	2

Hybotidae

Stations de comparaison (1993)

Stations en tourbière

	Pino-Sphagnetum			Sphaq - magellanic				13S: marais abaissé			
	PS1	PS2	PS3	Sm1	Sm2	Sm3		13S1	13S2	13S3	13S4
<i>Bicellaria austriaca</i>	6	5	5						1		
<i>Drapetis hirsuticercis</i> n. sp.					2						
<i>Drapetis parilis</i>					1						
<i>Drapetis pusilla</i>										1	
<i>Platypalpus calceatus</i>								16	7	5	
<i>Platypalpus lyriar</i> n. sp.		1									1
<i>Platypalpus palliditoxa</i>		1									
<i>Tachypeza nubila</i>		1									
<i>Trichina clavipes</i>				1							8
Total par émergence:	6	8	5	4	0	0		16	8	6	9

Empididae

Stations de comparaison (1993)

Stations en tourbière

	Pino-Sphagnetum			Sphaq - magellanic				13S: marais abaissé			
	PS1	PS2	PS3	Sm1	Sm2	Sm3		13S1	13S2	13S3	13S4
<i>Empis chioptera</i>		2									
<i>Hilara litorea</i>											1
<i>Phylodromia melanocephala</i>	9	56	14	1	13			3	1		
<i>Rhamphomyia montana</i>		1									
<i>Rhamphomyia obscura</i>					1						
Total par émergence:	9	61	14	1	14	0		3	1	0	1

Stations de comparaison (1993)

Hybidae

Stations sur sol brun	Hérault-Sapinière			idem, avec V. myrtillos			Lisière			Prairie sur sol brun			Pâturage abandonné		
	AF1	AF2	AF3	M1	M2	M3	L1	L2	L3	SB1	SB2	SB3	Pa1	Pa2	Pa3
<i>Bicellaria aushacæ</i>	3			1	1								1		
<i>Bicellaria intermedia</i>			4	1	1	1			3				1		
<i>Bicellaria sulcata</i>	3	2						2	2	2	3	1		1	
<i>Drapetis completa</i>														1	
<i>Drapetis hirsuticornis</i> n. sp.													1	2	1
<i>Drapetis parilis</i>							5					1			
<i>Drapetis pusilla</i>							1		1		1				
<i>Drapetis ephippiata</i>							3	1							
<i>Oxydromia glabricula</i>							2								
<i>Oedotea zetterstedti</i>															
<i>Platypalpus agilis</i>			1				1		2			4			
<i>Platypalpus alpinus</i>													6		1
<i>Platypalpus ciliaris</i>		1													
<i>Platypalpus calceatus</i>							2	2				1			
<i>Platypalpus curvialis</i>			1				1	1							
<i>Platypalpus exilis</i>	2	3	3					1							
<i>Platypalpus infectus</i>															
<i>Platypalpus latitinctus</i>							4	10	14						
<i>Platypalpus longicornis</i>							1	1							
<i>Platypalpus luteicornis</i>	1							1	1				1	5	1
<i>Platypalpus major</i>	1	1	1				1		2						
<i>Platypalpus minutus</i>										2	1	1			
<i>Platypalpus pallidiventris</i>												3			
<i>Platypalpus pallidicornis</i>											1				
<i>Platypalpus vegrandis</i>										2					
<i>Stilpon graminum</i>													1		
<i>Symbalophthalminus dissimilis</i>							1								
<i>Tachydromia aemula</i>															
<i>Tachydromia arrogans</i>										1					
<i>Tachydromia costalis</i>											1				
<i>Tachypeza rubra</i>		1	2	3		2		2	1						
<i>Trichina clavipes</i>							1		4				1	1	
<i>Trichina elongata</i>									1						
<i>Trichomyia flavipes</i>		1	1		12	4									
Total per émergence:	10	11	13	5	14	7	23	21	31	8	12	8	12	11	3

Empididae**Stations de comparaison (1993)**

Stations sur sol brun	Hérault-Sapinière			idem, avec <i>V. mytilus</i>			Lisière			Prairie sur sol brun			Pâturage abandonné		
	AF1	AF2	AF3	M1	M2	M3	L1	L2	L3	Sb1	Sb2	Sb3	Pa1	Pa2	Pa3
<i>Empis chioptera</i>		1							3	3		2		6	
<i>Empis nigripes</i>												1			
<i>Empis nuntia</i>	6									2	6	12			
<i>Empis tessellata</i>													1		
<i>Empis digramma</i>								1							
<i>Empis stercora</i>							1								
<i>Empis trigamma</i>							6	6	4	2	3	5			
<i>Hilara galactoptera</i>	1		1				1			1					
<i>Hilara litorea</i>							1		1					1	
<i>Rhamphomyia lava</i>															
<i>Rhamphomyia hybolina</i>														1	
<i>Rhamphomyia montana</i>					1										1
<i>Rhamphomyia n°2</i>															
<i>Rhamphomyia poissoni</i>	1						1				1			1	
<i>Rhamphomyia sulcata</i>															
<i>Rhamphomyia umbripes</i>															
Total par émergence:	8	1	1	0	1	1	10	22	15	8	10	20	1	9	1

Dolichopodidae

Stations de comparaison 1993

Stations en tourbière

	Pino-Sphagnetum			Sphag. - magellanic			19S: marais abaissé			
	PS1	PS2	PS3	Sm1	Sm2	Sm3	19S1	19S2	19S3	19S4
Dolichopus nigricornis		3	1							
Dolichopus lepidus						1				
Hercostomus aerosus					4					1
Medetera jacula										
Rhaphium longicorne			1		1				1	
Symplicnus aeneicoxa										
Total par émergence:		3	1	0	5	1	0	0	1	1

Stations sur sol brun

	Hérole-Sapinière			idem, avec V. myrtilus			Listère			Prairie sur sol brun			Pâturage abandonné		
	AF1	AF2	AF3	M1	M2	M3	L1	L2	L3	Sb1	Sb2	Sb3	Pa1	Pa2	Pa3
Chrysotus gramineus															
Dolichopus plumipes								2				1			
Dolichopus trivialis								1				1			
Dolichopus unguiculatus											1				
Medetera jacula										1	7	6			
Medetera truncorum							1					1			
Neurigona suturalis							2	5	1						
Xanthochonus tenellus															
Total par émergence:		0	0	0	0	0	3	8	2	1	8	9	0	0	0

La Burvigilata (partim)	BU.91.01	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.17	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total
<i>Empis digramma</i>	2																						2
<i>Empis n°1</i>	2	13																					15
<i>Empis nuntia</i>		3																					3
<i>Hilara maura</i>		1																					1
<i>Platypalpus alpinus</i>																							1
<i>Rhamphomyia n°1</i>		3																					3
<i>Rhamphomyia silesia</i>		1																					1
<i>Dolichopus unguilatus</i>		1																					1
<i>Symptenus annulipes</i>		1																					1
<i>Rhamphomyia virgamina</i>	2	1	20																				23
<i>Hilara florea</i>	1	2	16	2																			21
<i>Platypalpus calceatus</i>	5	1	6																				12
<i>Platypalpus curvella</i>	1	9																					11
<i>Rhamphomyia umbripes</i>	3	3																					6
<i>Dolichopus trivialis</i>	1	1																					2
<i>Empis chloptera</i>	13	2																					15
<i>Platypalpus caridians</i>																							2
<i>Hilara galleoptera</i>		2	4																				6
<i>Hilara nitidula</i>	5																						5
<i>Rhamphomyia galactoptera</i>	1																						1
<i>Hilara chortica</i>		1	15	3																			19
<i>Hilara maltonella</i>		1							1														2
<i>Empis stictocera</i>																							1
<i>Platypalpus n°3</i>																							1
<i>Rhamphomyia liara</i>			2																				2
<i>Dolichopus plumipes</i>				1																			1
<i>Dolichopus populiarts</i>				1																			2
<i>Empis nigripes</i>					2																		1
<i>Platypalpus n°1</i>					1																		1
																							1
<i>Dolichopus urbanus</i>		2	8	10	13		1		1	2	1			6	1								15
<i>Rhamphomyia vesiculosa</i>														1									1
<i>Stilpon graminum</i>														1									1
<i>Medetera n°1</i>														1									1
<i>Symbalophthalmus deslimilis</i>																							2
<i>Chrysotus gramineus</i>	7	1	4	1				1						1									15
<i>Empis nitida</i>					1	4					1		1	2	1								10
<i>Drepanis hirsuticorda n. sp.</i>		2					2							3	1	1	1						10
<i>Symptenus epicletus</i>				1	3								4		5	1							14
<i>Achalcus chinensis</i>															6	9							17
<i>Dolichopus longicarsis</i>	1				1																		2
<i>Dolichopus pennatus</i>														2									2

La Burtignière (suite)

La Burtignière (suite)	BU.91.01	BU.91.02	BU.91.03	BU.91.04	BU.91.05	BU.91.06	BU.91.07	BU.91.08	BU.91.09	BU.91.10	BU.91.11	BU.91.12	BU.91.13	BU.91.14	BU.91.15	BU.91.16	BU.91.17	BU.91.18	BU.91.19	BU.91.20	BU.91.21	BU.91.22	BU.91.23	BU.91.24	BU.91.25	Total	
<i>Rhamphomyiaalignosa</i>					2				1			1			3	1	1										9
<i>Achalousnigropunctatus</i>						1						1				2	3										7
<i>Hecatomusareolatus</i>			1					2					1	1	1												6
<i>Achalousvallanti</i>																											6
<i>Bicellariakulata</i>													6	6		26	18										44
<i>Rhamphomyiaplumpipes</i>	11		33	30	6	4			1	3							3						1				107
<i>Achalousflavicollis</i>									1							4	4										9
<i>Empisn°3</i>									3	1	1						1										13
<i>Trichinaclavipes</i>			1										2	1			1										4
<i>Dolichopusplantaris</i>						1	2		3			1			2	2	4	1									16
<i>Micromorphusalbipes</i>							1		1																		1
<i>Tachydromiaaemula</i>									1																		1
<i>Dolichopuspicipes</i>									1			5					5										12
<i>Platypalpusluteicornis</i>	3		2	2		1	1						3	2													15
<i>Platypalpuspallidocoxa</i>	1		2	34	5	3	1	1													1	1					50
<i>Rhamphomyiacinerascens</i>									1																		2
<i>Hybosfemoratus</i>									1			1	2														3
<i>Platypalpusvegetardus</i>							1																				1
<i>Platypalpusboreocarpinus</i>									1	1			2				1	1									4
<i>Drapetisexilis</i>									1	1						1											5
<i>Trichinabibiobata</i>																											1
<i>Platypalpuslyfifer n.sp.</i>								1	1	2		7	7	2	1	2	2	5	4	12	3						43
<i>Drapetisparilis</i>								1											1								2
<i>Trichinaelongata</i>									1			1	2														7
<i>Tachydromiaarrogans</i>							2		2															3	1		6
<i>Dolichopusnigricornis</i>																1						2					3
<i>Rhamphomyiaunguiculata</i>																			1								2
<i>Phytodromiamelanoccephala</i>	1												3				1	5	1	5	24	13	27	10	15		99
<i>Tachypezanebula</i>																				1	3	2					6
<i>Drapetiscompleta</i>																											1
<i>Hybosgrossipes</i>																					1						1
<i>Euthyneuramyrtilli</i>																											2
<i>Euthyneuragyllentuli</i>																					1						1
<i>Hileraeroboloides</i>																											2
<i>Bicellariaeubacca</i>																					2						2
<i>Trichinomyiaflavipes</i>																				28	17	34	6	1	86		88
<i>Trichinomyiahyalina</i>																					7	10	2	2			21
<i>Rhamphomyiahyalina</i>																						3	6				9
<i>Rhamphomyialongipes</i>																							2				2
Total espèces	15	6	24	14	12	10	8	12	11	2	3	6	11	9	10	18	15	3	5	4	6	8	6	6	6	9	2
Total individus	56	13	128	103	37	30	14	16	14	5	3	13	30	20	46	69	50	7	12	15	63	46	80	25	25	890	

Praz Rodet

	PR.91.01	PR.91.02	PR.91.03	PR.91.04	PR.91.05	PR.91.06	PR.91.07	PR.91.08	PR.91.09	PR.91.10	PR.91.11	PR.91.12	Total
Achalucg vaillanti				1									1
Campicnemus sp.				1									1
Xiphandrium monotrichum			1	1									2
Drapetis hirsuticercis n. sp.	1	2		1									4
Empis stercorea			1										1
Rhamphomyia plumipes			1										1
Rhamphomyia vesiculosa			1										1
Platypalpus vegrandis		1	1										2
Empis nigripes		1											1
Empis nitida		1											1
Rhamphomyia umbripes		1											1
Hilara litorea	2	3											5
Platypalpus calceatus	10	2											12
Chrysotus gramineus	4	9								1			14
Platypalpus longicornis	1												1
Platypalpus minutus	2												2
Platypalpus n°2	1												1
Hilara nitidula	3	1							1	1			6
Drapetis pusilla	1				1								2
Bicellaria sulcata	6									1	1		8
Platypalpus luteicornis	4									2			6
Hercostomus aeneus	1	3						1	2	1			8
Platypalpus cruralis	5							1		2			8
Hilara maura	1											1	2
Platypalpus lyrifer n. sp.			4		11	5	3	2			5	2	32
Rhamphomyia hybotina						2							2
Dolichopus vitripennis						1							1
Medetera truncorum						1							1
Drapetis exilis					1			1					2
Tachydromia arrogans	1						5	2		3	1		12
Platypalpus boreoalpinus					1	2	4						7
Drapetis parilis										2			2
Trichina clavipes										5			5
Rhamphomyia pilifer								2					2
Dolichopus nigricornis										3		1	4
Trichinomyia flavipes								3	2	9			14
Phyllodromia melanocephala							4	10	18	78	7	45	162
Rhamphomyia stigmosea							1						1
Dolichopus annulipes							1						1
Dolichopus lepidus							1						1
Rhamphomyia unguiculata							7	10		4		15	36
Tachypeza nubila								1	16	5		1	23
Bicellaria austriaca									9	2			11
Drapetis complete												1	1
Hybos grossipes												2	2
Ragas unica												1	1
Medetera jacula												1	1
Euthyneura gyllenhalii									1				1
Hilara galactoptera									1				1
Hilara n°1									1				1
Ocydromia melanoptera									1				1
Oedaea zetterstedti									1				1
Platypalpus ciliaris									10				10
Platypalpus pectoralis									2				2
Nombre d'espèces	15	10	6	4	4	5	8	10	13	15	4	10	
Nombre d'individus	43	24	9	4	14	11	26	33	65	119	14	70	432

Cachot 18.2

Cachot 16.2		Ca291.01	Ca291.03	Ca292.01	Ca291.04	Ca291.05	Ca291.06	Ca291.07	Ca292.02	Ca291.08	Ca291.09	Ca291.10	Ca292.03	Ca291.11	Ca291.12	Ca291.13	Ca292.04	Ca291.14	Ca291.15	Ca291.16	Ca292.05	Ca291.17	Ca291.18	Ca291.19	Ca291.20	Ca291.21	Total
<i>Platyfalpus mirvus</i>	1																										2
<i>Empis bicipes</i>			10	3	1	1																					15
<i>Empis barcosa</i>				1																							1
<i>Platyfalpus infusus</i>					1																						1
<i>Dolichopus plumipes</i>	2	1	1	3	1	4																					2
<i>Tachydromia tenuis</i>																											12
<i>Macropod holosericeus</i>	3	1	1	1																							4
<i>Macropod holosericeus</i>																											4
<i>Hilara nitida</i>																											1
<i>Empis dipanema</i>																											1
<i>Symptenus annulipes</i>																											1
<i>Dolichopus unguis</i>																											2
<i>Platyfalpus psalidrensis</i>	1	1		1	1	1																					6
<i>Blepharidopterus</i>	10	1	1	1	1	2																					18
<i>Platyfalpus albocapillus</i>																											2
<i>Chironomus gramineus</i>	2	1	7	4	4	2																					57
<i>Medetera feda</i>	35	27	18	103	31	17	2																				298
<i>Platyfalpus longicornis</i>	1				2																						5
<i>Dolichopus invadens</i>	1																										4
<i>Platyfalpus psalidosa</i>																											3
<i>Platyfalpus nigricornis</i>																											4
<i>Herostomus cupreus</i>																											5
<i>Hilara florea</i>	18	5	2	1	1	1	1																				25
<i>Herostomus cupreus</i>	1	1	3	3	2	3	4	2	2	1	1	1	1	1	1	2											16
<i>Platyfalpus lunicornis</i>																											5
<i>Platyfalpus agilis</i>	1																										2
<i>Drapetis parva</i>																											2
<i>Dolichopus nigricornis</i>	1	1	1	1	2	2	1																				30
<i>Platyfalpus calceatus</i>																											2
<i>Tachina clausus</i>	1	1	2	8																							345
<i>Draperius nigricornis</i>																											13
<i>Draperius pusilla</i>																											1
<i>Platyfalpus lymeri</i> n. sp.																											1
<i>Symptenus annulipes</i>																											17
<i>Symptenus annulipes</i>																											1
<i>Tachypoda nuda</i>																											18
<i>Draperius hirsuticornis</i> n. sp.																											1
<i>Empis nuda</i>																											1
<i>Empis n°1</i>																											1
<i>Dolichopus tupestis</i>																											3
<i>Draperius completa</i>																											

Cachot 16.4

	Cd492.01	Cd492.02	Cd492.03	Cd492.04	Cd492.05	Cd492.06	Cd492.07	Cd492.08	Cd492.09	Cd492.10	Cd492.11	Cd492.12	Cd492.13	Cd492.14	Cd492.15	Total
<i>Drapetis hirsuticornis</i> n. sp.					1											1
<i>Elaphropeza ephippiata</i>					1											1
<i>Platypalpus vegrandis</i>					1											1
<i>Drapetis completa</i>		1			1											2
<i>Platypalpus infectus</i>			1													1
<i>Platypalpus longicornis</i>			2													2
<i>Hercostomus aërosus</i>			1													1
<i>Empis nigripes</i>		2	10		3	3	1									19
<i>Tachydromia umbrarum</i>	1	1	2	1		1										8
<i>Sympicnus annulipes</i>			1	1	1	1			1							5
<i>Chrysotus gramineus</i>	11	13	27	49	22	46		1	1	3						173
<i>Dolichopus unguatus</i>				1				1								2
<i>Empis goeti</i>		3				2										5
<i>Dolichopus nigricornis</i>					1			2								3
<i>Hilera litorea</i>						1										1
<i>Rhamphomyia umbripes</i>						1										1
<i>Dolichopus plumipes</i>	1	1	5	5	5	2	4	1				2		1		27
<i>Empis nitida</i>					1				2							3
<i>Drapetis assimilis</i>	1															1
<i>Empis chloptera</i>	3															3
<i>Dolichopus rupestris</i>	1															1
<i>Dolichopus trivialis</i>	2	2				1	1	9								15
<i>Hercostomus cupreus</i>					1							1				2
<i>Hybos femoratus</i>								3								3
<i>Platypalpus albocapillatus</i>								1								1
<i>Symbolophthalmus fuscitarsis</i>								1								1
<i>Dolichopus popularis</i>								1								1
<i>Platypalpus calceatus</i>						4		2			1					7
<i>Platypalpus agilis</i>		4	1			4			2		2	2		1		14
<i>Drapetis parilis</i>					1						1					2
<i>Bicellaria sulcata</i>							11	36	22		5					74
<i>Microphor holosericeus</i>									1							1
<i>Rhamphomyia culicinea</i>									1							1
<i>Rhamphomyia flava</i>								1								1
<i>Platypalpus pallidiventris</i>	1	2				3			1					1	1	8
<i>Hilera matronella</i>							2		5		2					9
<i>Medetera jacula</i>	7	1	14			59		8		9		4	8	10	6	126
<i>Hilera galactoptera</i>								3		1	1					5
<i>Empis trigamma</i>								1	1		1					3
<i>Tachydromia arrogans</i>		3										1		1		5
<i>Empis n°1</i>	1										1					2
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>		1											1			2
<i>Platypalpus ciliaris</i>								1			1				1	3
<i>Empis nuntia</i>											1					1
<i>Trichina clavipes</i>									3	2	12		2	3	5	27
<i>Phyllodromia melanocephala</i>										4	6	3	5	141	10	169
<i>Tachypeza nubila</i>											1	1		5	3	10
<i>Bicellaria suatriaca</i>											2	1	15	35	10	63
<i>Empis digamma</i>														1		1
<i>Rhamphomyia montana</i>														2	2	4
<i>Trichina elongata</i>													2	2	2	6
<i>Platypalpus luteicornis</i>													1			1
Nombre d'espèces	11	11	10	5	12	13	5	15	10	6	12	9	7	12	9	
Nombre d'individus	32	31	64	57	39	128	19	71	38	21	34	16	34	203	40	827

V. le Maix Rochat13Est

	MRE92.01	MRE92.02	MRE92.03	MRE92.04	MRE92.05	MRE92.06	MRE92.07	MRE92.08	MRE92.09	MRE92.10	MRE92.11	MRE92.12	MRE92.13	MRE92.14	MRE92.15	MRE92.16	MRE92.17	Total
<i>Draspetis lumbanensis</i>						1												1
<i>Hilara affinis</i>						1												1
<i>Tachydromia umbratum</i>						1												1
<i>Dolichopus trivialis</i>						1												1
<i>Microphor holosericeus</i>						1												1
<i>Empis nigripes</i>						1												1
<i>Empis nuda</i>						1												1
<i>Empis ataegei</i>						1												1
<i>Hilara nificula</i>						1	1											3
<i>Empis n°4</i>						1												1
<i>Tachydromia errogenis</i>						1												1
<i>Chrysotus gramineus</i>	2	1	11	7	1	7	2	3	6							1		41
<i>Dolichopus unguistatus</i>	1		1															2
<i>Hercostomus sarcosus</i>						2	2	2	7			2						15
<i>Draspetis panica</i>						2	2											2
<i>Dolichopus pennatus</i>							2		1									1
<i>Platypalpus pallidicoxa</i>							1	1								1		3
<i>Bicellaria sulcata</i>	19	4	2				7	1	5	1	3	2	3	5				52
<i>Empis nitida</i>									3			1	7					12
<i>Empis cyranima</i>	1																	1
<i>Rhamphomyia umbripes</i>	1																	1
<i>Dolichopus plumbeus</i>	1					1												2
<i>Dolichopus urbanus</i>							1					2	2	3				6
<i>Empis stercoraria</i>											1	1		2				3
<i>Platypalpus hircinensis</i>	4										1							5
<i>Hilara litorea</i>	6					1	1			1	1	2		2		1		14
<i>Trichina clavipes</i>	1						1		2	20	6	9	9	1	2	4	18	83
<i>Medeteria jacula</i>											2	2		2		1	2	15
<i>Phylodromia melanoccephala</i>						6			2		3	32	6	1	10	26	33	121
<i>Dolichopus bogitanis</i>																		1
<i>Tachypeza nubila</i>													1					1
<i>Hercostomus cupreus</i>															8	4		13
<i>Dolichopus apicatus</i>															4	2		4
<i>Platypalpus calceatus</i>															4	7		11
<i>Diaphorus nigricans</i>															1	1		2
<i>Dolichopus nigricornis</i>																		1
<i>Nombre d'espèces</i>	9	8	5	2	4	8	8	3	6	3	8	7	7	6	7	11	8	
<i>Nombre d'individus</i>	38	12	15	9	9	15	17	6	27	31	16	50	24	19	36	49	57	490