4.4.

Université de Fribourg
Institut de Zoologie

Travail de diplôme

ETUDE SYNECOLOGIQUE DE LA FAUNE D'INVERTEBRES SUR LES RIVES DU LAC DE NEUCHATEL I

Les distributions d'abondances et leur rapport
avec les associations végétales
des prairies marécageuses

Nicole Gapany Octobre 1986

TABLE DES MATIERES

1. Introduction

1.1. Généralités 1

1.2. Buts du travail 1

2. Matériel et méthodes

2.1. Taille des prélèvements 3

2.2. Techniques d'échantillonnage: 3
a) carrés de ramassage 3
b) cages fixes 4

2.3. Mesure de la biomasse végétale 4

2.4. Méthodes d'analyses quantitatives 5

2.4.1. Détermination 5

2.4.2. Densité et fréquence 5

2.4.3. Courbes d'abondances: 6

2.4.3.1. Choix d'un modèle 6
2.4.3.2. Modèle de Mac Arthur 10
2.4.3.3. Modèle log-normal 10
2.4.3.4. Modèle de Fisher 13

3. Description des parcelles

3.1. Généralités 16

3.2. Description et situation des parcelles 18

3.2.1. Caricetum elatae 18
3.2.2. Ranunculo-Caricetum hostianae 21
3.2.3. Orchio-Schoenetum nigricantis 22
3.2.4. Cladietum marisci 26

4. Résultats

4.1. Productivité primaire: 32

a) Caricetum elatae 32
b) Orchio-schoenentum nigricantis 33
c) Ranunculo-caricetum hostianae 34
d) Cladietum marisci 35

4.2. Résultats des relevés 36

4.2.1. Carré de ramassage 36
4.2.2. Cages fixes 36

4.3. Densité et fréquence 40

4.3.1. Araneida 40
4.3.2. Coleoptera 44
4.3.3. Isopoda 44
4.3.4. Mollusca 47

4.4. Courbes d'abondances 50

4.4.1. Distribution de Mac Arthur 50

4.4.2. Série logarithmique et modèle log-normal: 52

4.4.2.1. Introduction 52
4.4.2.2. Résultats 53

5. Discussion

5.1. Les méthodes 69

5.1.1. Taille des parcelles 69
5.1.2. Productivité primaire 70

5.2. Détermination 71

6. Conclusion 75

Résumé 78

Remerciements 80

Bibliographie 81

1. Introduction

1.1. Généralités

La première correction des eaux du Jura (1869-1888) relia le lac de Neuchâtel à ceux de Morat et Bienne par les canaux de la Broye et de la Thielle.

La conséquence de cette correction fut un abaissement du niveau du lac de 2,73m qui est d'une très grande importance pour la configuration de la rive sud. En effet, le haut fond situé dans cette région fut exondé. Dès lors, on assista à l'implantation de roselières. Le phénomène d'atterrissement entraîna par la suite la transformation continuelle du milieu riverain: apparition de prairies à laîches, de forêts riveraines.

Ce milieu humide de la rive sud du lac constitue à l'heure actuelle une richesse aussi bien pour la flore que pour la faune. Il a, de ce fait, été placé sous la surveillance et la protection de Pro Natura Helvetica.

1.2. Buts du travail

Nous avons effectué notre travail sur la rive sud du lac de Neuchâtel dans une région comprise entre la réserve de Cudrefin et celle de Cheyres. Nous nous sommes limitées à l'étude des prairies marécageuses et avons choisi des parcelles dans chaque association. Tous les relevés dans le terrain ont été effectués en collaboration avec Mlle Dorthe sur la base des buts généraux suivants:

- donner un essai d'inventaire des invertébrés des prairies marécageuses de cette région;
- tenter de mettre en lumière la présence ou absence de corréla-

tion: entre le type d'association végétale et la composition faunistique,et , au sein d'une même association , entre des parcelles différentes.

- poser des jalons pour d'éventuels autres travaux sur ces rives. Il est en effet nécessaire d'établir un profil de l'état actuel de ce milieu afin de pouvoir évaluer, à plus ou moins long terme, l'influence des techniques d'entretien aujourd'hui mises en oeuvre.

Le traitement des résultats obtenus dans le terrain a été effectué en deux travaux distincts:

- Mlle Dorthe traite des corrélations entre la productivité primaire, l'association végétale et les indices de diversité des populations animales des prairies marécageuses.
- Le présent travail traite lui des corrélations entre la productivité primaire, l'association végétale et les distributions d'abondances des populations animales des prairies marécageuses.

Pour une vue plus générale du comportement des populations animales sur la rive sud du lac de Neuchâtel, il serait donc souhaitable de prendre connaissance des deux travaux en parallèle.

2. Matériel et méthodes

2.1. Taille des prélèvements

Nous avons cherché à établir notre inventaire d'invertébrés des prairies marécageuses sur la base d'échantillons qui se veulent représentatifs d'un tout. De ce fait, nous avons été confrontées au problème du choix de la taille de nos prélèvements.

Nous avons finalement fixé celle-ci à $1m^2$, ce qui laissait notre travail dans la limite du possible vu le peu de moyens techniques dont nous disposions (à savoir l'aspirateur à bouche et les bruxelles souples).

2.2 Techniques d'échantillonnage

a) Carrés de ramassage (enceinte à ciel ouvert)

Cette technique a été utilisée dans toutes nos parcelles. La surface prospectée étant petite, nous l'avons entourée d'un cadre en bois de 40cm de haut muni d'une pièce métallique permettant son enfoncement dans la terre.

Cette méthode évitait les pertes par fuite sous le cadre (par les interstices entre les touradons).

Après la pose du cadre, nous récoltions à l'aspirateur à bouche et aux bruxelles souples tous les invertébrés rencontrés, d'une taille supérieure à 2-3 mm. Ensuite, nous coupions la végétation au niveau du sol. Nous effectuions alors un second ramassage. Toute la masse végétale fauchée était triée le lendemain au laboratoire pour récupérer les larves et autres invertébrés encore fixés aux feuilles.

b) Cages fixes

Comme la technique des carrés de ramassage n'a aucune valeur pour les espèces qui volent, nous avons complété nos résultats par des cages fixes.

Vu la densité végétale, il n'était pas possible d'utiliser des biocénomètres mobiles. Nous avons donc utilisé des pièges fixes pyramidaux dont le transport était facile malgré l'éloignement et l'accès difficile de certaines parcelles.

Ces cages sont composées d'une armature métallique recouverte d'un filet dont la base est fixée dans le sol à l'aide de sardines, la surface au sol étant de $1m^2$.

Elles ont été posées pour une durée de huit jours, dans toutes les stations à la même époque, et à proximité des carrés de ramassage. Les relevés se faisaient tous les deux jours à l'aide de l'aspirateur à bouche.

2.3. Mesures de biomasse végétale

Méthode de mesure: Nous avons aussi cherché à déterminer la productivité primaire dans nos parcelles. La méthode utilisée peut être schématisée comme suit: la végétation a été coupée au début de la période de croissance sur une surface de $1/2m^2$. La litière et les mousses ont été enlevées. Puis, toute la végétation qui avait poussé pendant la période de croissance a été fauchée (entre le 5 et le 11 septembre) et séchée à 80^oC pendant douze heures, finalement pesée au centième de gramme près.

Présentation des résultats: Nous avons établi la production journalière,en grammes, d'un m^2. Le calcul est basé sur 142

jours de croissance pour l'association à **Cladium** , 146 jours pour l'association à **Schoenus** de la Motte, 147 jours pour le **Schoenus** et le **Carex elata** de Portalban et 148 jours pour les parcelles de Cudrefin.

2.4. Méthodes d'analyses quantitatives

2.4.1 Détermination

Comme une analyse entomologique trop détaillée irait au-delà des limites de notre recherche, nous avons choisi une solution de compromis pour réaliser la détermination des animaux récoltés. Nous nous sommes en effet contentées de déterminer chaque animal jusqu'au niveau de la famille. Nous avons réuni les individus que nous ne pouvions pas déterminer en une seule famille par ordre, intitulée "inconnus". Pour cela, nous avons principalement utilisé:

- Erwin Stresemann: Exkursionsfauna Wirbellose I; II-1; II-2
- Rémy Perrier: La faune de France illustrée

Le reste de la littérature est signalé dans la bibliographie.

2.4.2 Densité et fréquence

Selon Hurlbert (1971), la notion de densité exprime le nombre d'individus récoltés par unité de surface. Dans notre travail, nous avons fait usage de la densité des familles, définie, par analogie, comme le nombre d'individus n_i d'une famille i récoltés sur une parcelle de $1m^2$ considérée comme unité de surface. A partir de ces résultats, nous avons établi la fréquence des familles par ordre. Cette fréquence est définie comme le rapport du nombre d'individus n_i de la famille i par le

nombre d'individus o_i de l'ordre correspondant: $f_i = n_i / o_i$. De la même manière, nous parlerons de <u>densité des ordres</u>, soit le nombre d'individus o_i d'un ordre i récoltés sur une parcelle, et de <u>fréquence des ordres</u>, soit o_i/N, N désignant le nombre total d'individus collectionnés sur la parcelle.

2.4.3. Courbes d'abondances

2.4.3.1. Choix d'un modèle

Les espèces ne sont pas également abondantes dans un échantillonnage et les échantillonnages diffèrent souvent par l'importance relative ou abondance des espèces constituantes.

L'abondance relative d'une espèce peut être examinée de différentes manières, mais, quel que soit le modèle qu'on emploie, certaines espèces récoltées sont rares, quelques-unes sont communes et la plupart se partagent dans les divers degrés de rareté entre les deux extrêmes.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour décrire graphiquement la relation entre les espèces: modèle de Motomura, distribution de Mac Arthur, distribution log-normale, série de Fischer. Ces différents modèles peuvent être mis en évidence en établissant les distributions d'abondances, c'est à dire, en reportant graphiquement le logarithme de l'abondance de l'espèce (logarithme du nombre d'individus) par rapport au rang. Ceci est présenté à la figure 1.

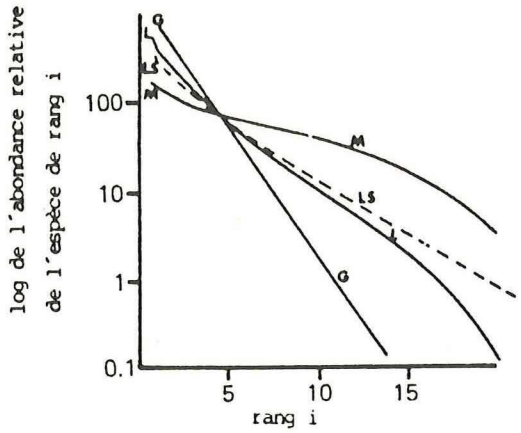


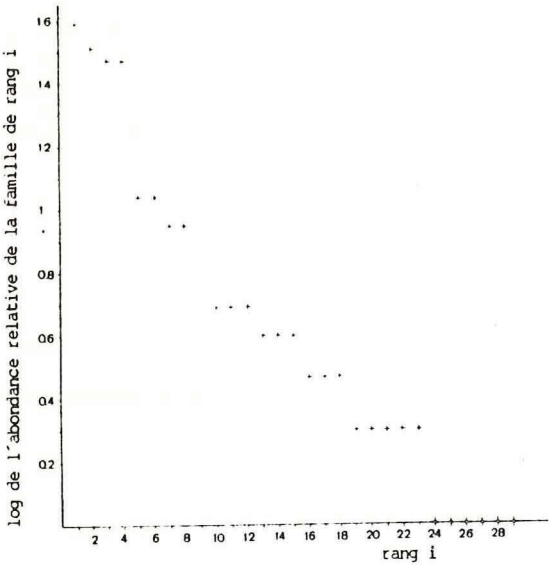
Fig.1 _ Distributions d'abondances:
G : modèle de Motomura
L : distribution log-normale
Ls: série logarithmique
M : distribution de Mac Arthur
(d'après Whittaker 1972)

Pour déterminer quelle courbe d'abondance correspond aux distributions des invertébrés dans nos parcelles, nous avons construit les distributions d'abondances se rapportant à chacune d'elles. Ces distributions sont présentées à la figure 2.

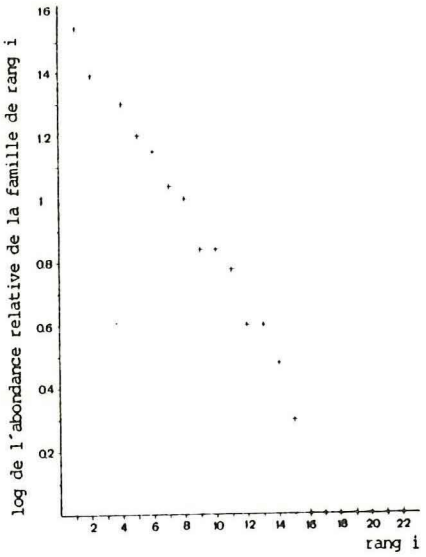
Le modèle de Motomura a été rejeté car nous n'obtenons pas des droites. De plus, selon Inagaki (1967), une distribution d'abondance en progression géométrique (modèle de Motomura) implique que les individus de toutes les espèces ont besoin d'une surface minimale rigoureusement égale pour subsister . Inagaki ajoute donc: "La loi ne peut être valable que si la forme de vie et la taille des espèces en concurrence sont identiques, rigoureusement parlant, ou pas trop différentes approximativement parlant". Ceci n'est pas le cas dans nos parcelles.

Fig.2 - Distributions d'abondances des invertébrés obtenues en reportant graphiquement le logarithme du nombre d'individus d'une famille par rapport à son rang.

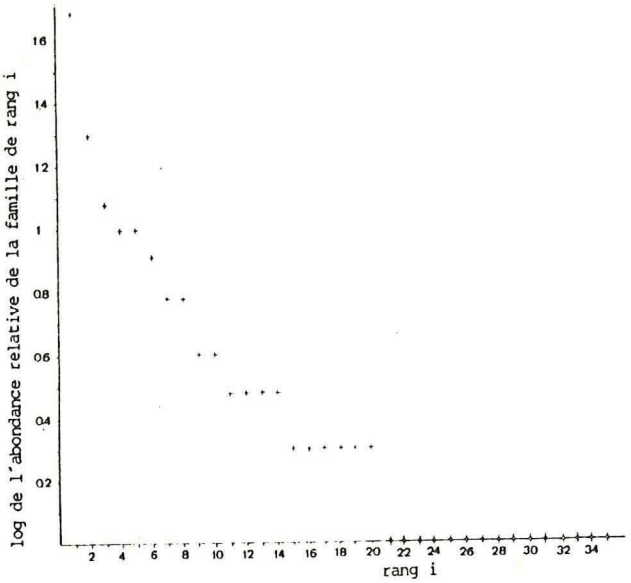
Cudrefin ce *1



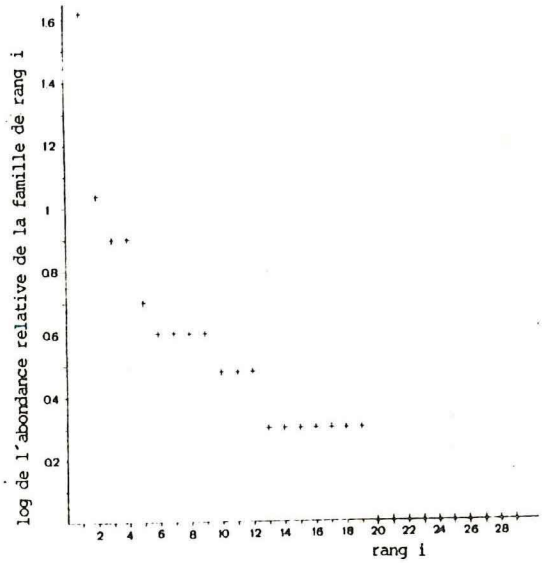
Chabrey-La Motte ce *2



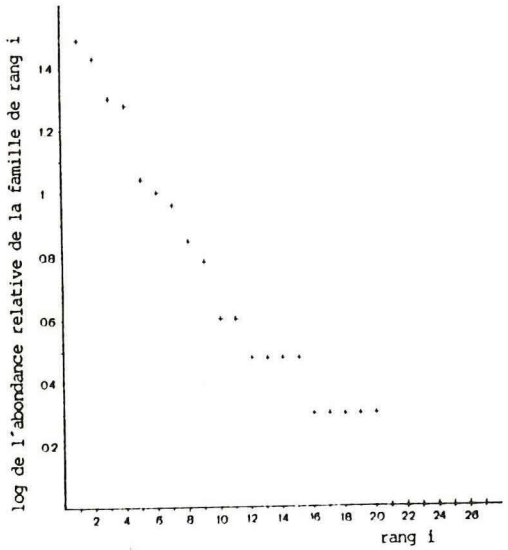
Portalban ce *3



Cudrefin cp *4



Chabrey-La Motte lac *5



Chabrey-La Motte décharge *6

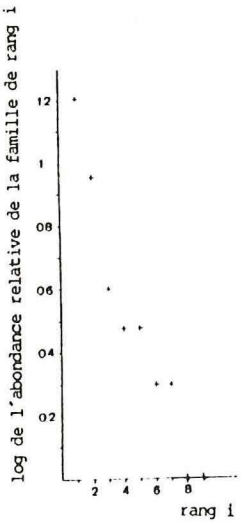
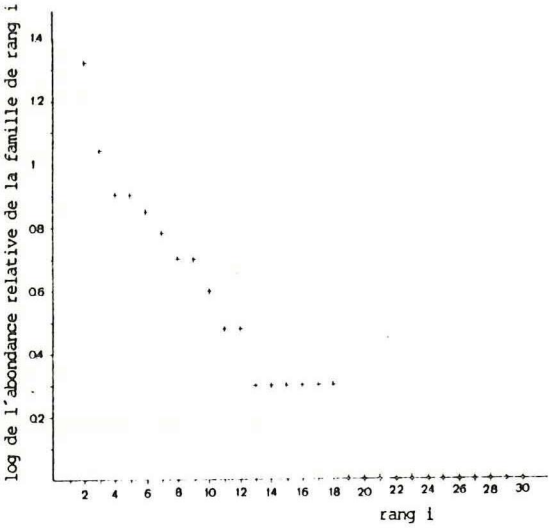
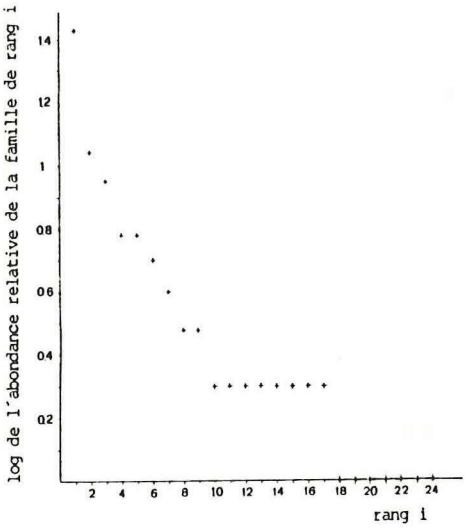


Fig. 2 - Suite

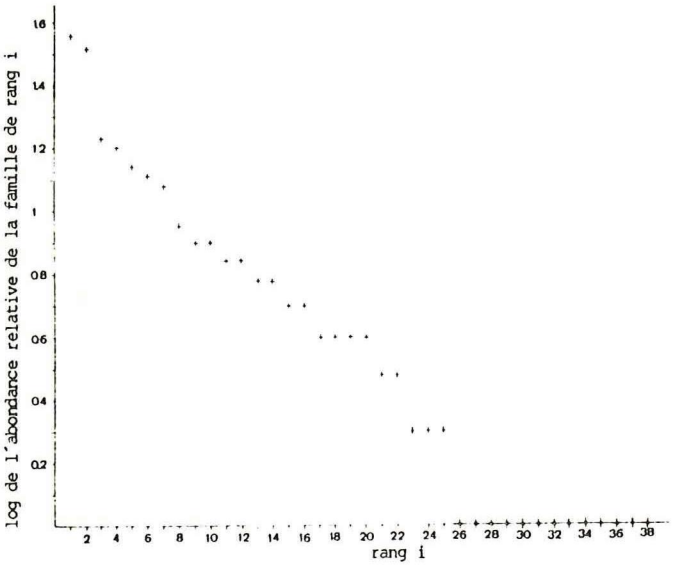
Portalban *7



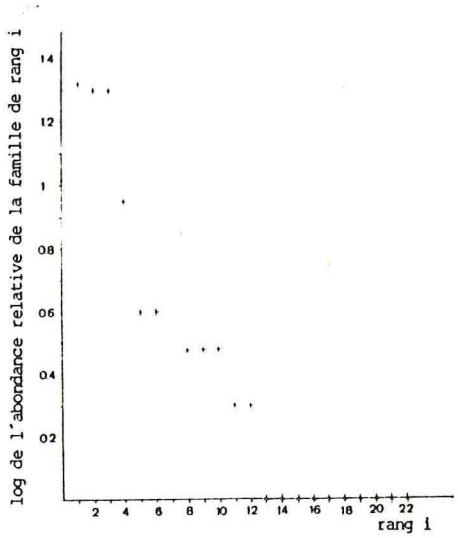
Cheyres CFF *8



Cheyres Grappa *9



Cheyres-La Rochette *10



Il nous reste donc à discuter les distributions de Mac Arthur, log-normale et de Fisher.

2.4.3.2. Modèle de Mac Arthur

Dans le modèle de Mac Arthur, la fréquence relative théorique de l'espèce de rang i, à partir de la plus abondante, est donnée par la formule:

$$f_i = \frac{1}{S} \sum_{r=1}^{r=S+1-i} \frac{1}{S-r+1}$$

S: nombre total d'espèces

r: rang de l'espèce i
(d'après Lloyd and Ghelardi 1964)

Les fréquences observées, elles, sont obtenues en divisant n_i par N, avec: n_i = nombre d'individus de l'espèce de rang i

N = nombre total d'individus

Le modèle de Mac Arthur ne dépend donc que de deux paramètres: l'effectif N et le nombre d'espèces S.

Dans notre cas, nous avons établi les fréquences des familles et non des espèces et cela à partir de la formule adaptée:

$$f_i = \frac{1}{F} \sum_{r=1}^{r=F+1-i} \frac{1}{F-r+1}$$

F = nombre total de familles

r = rang de la famille i

L'image de la population se base donc sur l'effectif N et le nombre de familles F.

2.4.3.3. Modèle log-normal (= modèle de Preston)

Une autre méthode pour décrire l'abondance relative des populations consiste à utiliser une échelle géométrique (logarithmi-

que). Preston (1948) a développé cette méthode empiriquement, en reportant graphiquement le nombre d'individus par espèce sur une base logarithmique, en général de base deux. Utiliser une telle échelle revient à grouper les individus par classes appelées octaves, comme suit:

- octave I: elle réunit la moitié du nombre de familles représentées par 1 individu à la moitié du nombre de familles représentées par 2 individus
- octave II: elle réunit la moitié du nombre de familles représentées par 2 individus à celles représentées par 3 individus et à la moitié du nombre de familles représentées par 4 individus.
- octave III .....ainsi de suite.

Ce procédé peut être tabellé:

Classe	1/2 de	+	la totalité de	+	1/2 de
I	1		_		2
II	2		3		4
III	4		5-7		8
IV	8		9-15		16
V	16		17-31		32
VI	32		33-63		64
VII	64		65-127		128
VIII	128		129-255		256

Lorsque la conversion d'échelle est faite, les résultats de l'abondance relative prennent la forme d'une cloche correspon-

dant à une distribution normale, ou courbe de Gauss. Comme l'échelle est logarithmique, cette distribution est appelée log-normale. Une telle distribution est décrite par la fonction:

$$y = y_0 \exp -(aR)^2$$

où y_0 = nombre d'espèces dans l'octave modale

y = nombre d'espèces dans l'octave distante de R de l'octave modale

a = constante

(d'après Preston 1948)

Nous avons utilisé cette méthode, mais en remplaçant les espèces par les familles.

Ces courbes de Gauss sont transformées en droites, dites de probits, lorsqu'on remplace les surfaces cumulées, exprimées en pourcentage, par leurs probits lus dans des tables spéciales. Nous avons suivi les recommandations données par Daget (1976) pour tester si nos distributions étaient de type log-normal. Nous avons reporté sur papier probit les pourcentages cumulés k_i. Ces pourcentages k_i sont égaux à:

$$\frac{N_f}{N_{f+1}} , \frac{N_{f-1}}{N_{f+1}} , \ldots\ldots , \frac{1}{N_{f+1}}$$

où N_f est le nombre de familles dans la parcelle.

Les probits de ces k_i sont appelés $P(k_i)$. Sur l'échelle non graduée, nous avons reporté les $\log_2 n_f$, où n_f est le nombre de familles représentées par n_i individus. L'alignement des points est d'autant meilleur que la distribution se rapproche de la

log-normalité. Pour déterminer l'écart type σ et la moyenne m, il faut recourir à la droite des probits:

$$\log_2 n_f = \sigma P(k_i) + b$$

où $b = m - 5\sigma$, ceci en calculant la droite de régression de $\log_2 n_f$ en fonction de $P(k_i)$. Cette équation permet également de calculer les effectifs théoriques.

On construit ensuite la courbe des familles, adaptée aux valeurs réelles, avec les indications suivantes:

$$y = y_0 \exp -(aR)^2$$

$$y_0 = \frac{N_{f+1}}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}}$$

où N_f est le nombre total de familles et $a = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \sigma}$

2.4.3.4. <u>Modèle de Fisher</u>

On peut établir le profil d'un échantillon à partir du nombre d'espèces qu'il regroupe, autrement dit, à partir de l'indice de richesse en espèces. Cette méthode a été décrite par Fisher et al.(1943).

Dans les échantillons, le nombre d'espèces représentées par un seul individu est plus grand que le nombre d'espèces représentées par deux individus et ainsi de suite jusqu'à ce que seules quelques espèces soient représentées par un grand nombre d'individus. Fisher et al. (1943) et Williams (1964) ont rassemblé des données de ce type et les ont représentées graphiquement.

Fisher en déduit, empiriquement, que les données correspondent à une série logarithmique dont les termes peuvent être décrits comme suit:

$$\alpha x \ , \ \frac{\alpha x^2}{2} \ , \ \frac{\alpha x^3}{3} \ \ldots\ldots\ldots$$

où αx = nombre d 'espèces représentées par un individu

$\frac{\alpha x^2}{2}$ = nombre d'espèces représentées par deux individus

et ainsi de suite. La somme des termes de la série correspond au nombre total d'espèces S capturées.

La constante α peut être approximée à l'aide de la somme de la série:

$$S = \alpha \ln \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

où ln = logarithme naturel

S = nombre total d'espèces

N = nombre total d'individus

x peut être calulé à partir de N comme suit:

$$x = \frac{N}{\alpha + N}$$

Plus la constante x s'approche de 1, plus l'échantillon est proche de la taille idéale. Cette série de Fisher a un grand avantage; elle permet de tester si une collection a été faite sous des conditions approchant l'échantillonnage aléatoire, c'est-à-dire, si une prise d'échantillon de n individus peut être considérée comme un tirage au hasard n fois répété.

Nous avons donc calculé la série de Fisher pour chaque parcel-

le en remplaçant les espèces par les familles et en utilisant N_f, nombre de familles dans l'échantillon considéré, comme approximation de F, nombre total de familles de la population. Nous avons représenté graphiquement les familles avec n_i individus, soit $F(n_i)$, en fonction des n_i individus puis reporté les valeurs calculées (voir paragraphe 4.4.2. et figure 14).

3. Description des parcelles

3.1. Généralités

Nous avons mené notre étude sur dix parcelles réparties le long de la rive sud du lac de Neuchâtel. Ces dix parcelles se subdivisent en quatre groupes distincts appartenant chacun à un type différent d'association végétale.

Ces associations peuvent être regroupées en deux grands ensembles: les prairies à grandes laîches, les plus humides et à végétation haute (0,5 à 1,2m) d'une part, et les prairies à petites laîches, moins humides et à végétation moins haute (0,4 à 0,8m) d'autre part. On regroupe à l'intérieur des prairies à grandes laîches le Caricetum elatae et le Cladietum marisci; à l'intérieur des prairies à petites laîches l'Orchio-Schoenetum nigricantis et le Ranunculo-Caricetum hostianae. La succession de ces différents types de végétation est illustrée à la figure 3.

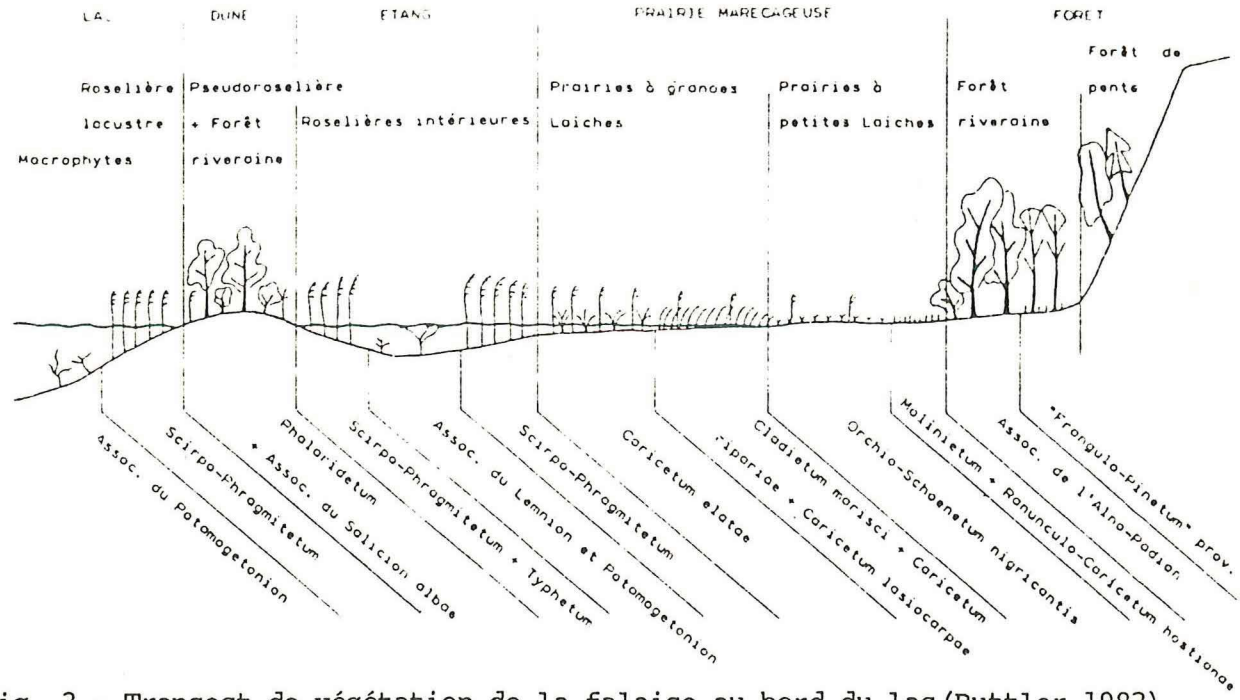


Fig. 3 - Transect de végétation de la falaise au bord du lac (Buttler 1983).

Nous avons choisi trois parcelles à caractéristiques différentes à l'intérieur des Caricetum elatae, Cladietum marisci et Orchio-Schoenetum nigricantis. Nous les avons choisies intentionnellement différentes pour mettre en évidence une éventuelle corrélation au sein d'une même association.

Nous avons fixé la grandeur de nos parcelles à 3m * 3m, surface à l'intérieur de laquelle nous avons ensuite délimité nos aires de travail pour:
- le carré de ramassage;
- la pose de la cage fixe;
- l'essai de productivité primaire.

Lors du choix de l'emplacement géographique de ces parcelles, nous avons été guidées par la nécessité de rencontrer la plus grande homogénéité possible de végétation.

La description de chaque parcelle et son appartenance à un groupement de végétation particulier ont été établies sur la base du travail d'étude phytosociologique de Christian Roulier (1983). Nous nous contenterons ici d'indiquer les espèces dominantes et leurs relations grâce aux échelles d'évaluation selon Braun-Blanquet (1951). Par exemple: **"Carex elata** 4.3" signifie un <u>recouvrement</u> de 50 à 75% et un regroupement en taches (correspondant à la notion de <u>sociabilité</u>).

Nous avons aussi utilisé un moyen plus visuel de description qui consiste à représenter la végétation sous forme de dessin schématique. Ces dessins livrent des informations au sujet de la stratification de la végétation et de la disposition des plantes sur le m^2 de fauchage.

Pour la caractérisation des horizons édaphiques et du régime des eaux, nous avons eu recours aux travaux encore non-publiés de

Mr. Buttler, université de Neuchâtel.

3.2 Description et situation des parcelles

3.2.1. Caricetum elatae

3.2.1.1. Généralités

La prairie à laîches élevées ou Caricetum elatae fait partie de l'ensemble de végétation haute et humide. Elle présente deux types de développement: l'un avec formation de petites buttes de hauteur et surface très variables, les touradons, et l'autre avec formation d'une prairie uniforme pratiquement sans touradon.

3.2.1.2. Parcelle de Cudrefin

Numéro d'ordre: *1

Nom : "Cudrefin ce"

Cette station est située dans la réserve de Cudrefin. Elle est posée sur un horizon-substrat de limon et de sable; le régime des eaux pour 1983 montre une fluctuation de 1m, entre +50cm à la mi-mai et -50cm à la mi-juillet (ces valeurs sont toujours données relativement au niveau du lac). Selon les recherches effectuées, le pic enregistré en avril correspond à une inondation directe par le lac. Le niveau de la nappe reste environ constant en dessus du niveau du lac (moyenne de +30cm) en mars et avril. Il est plus ou moins identique à celui du lac de septembre à décembre.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Caricetum elatae avec faciès à **Phragmites**

Carex elata: 5.2

Phragmites : 3.1

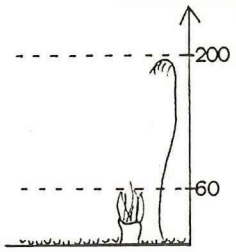
mousses : recouvrement de 60%, couche compacte de 1cm d'épaisseur

-stratification: strate 1. **Phragmites**

↓ passage gradué

strate 2. **Carex**

strate 3. mousses



-structure du **Carex:** il forme des touradons dont la hauteur est d'environ 20cm et le diamètre de 25 à 40cm. Ces touradons sont séparés par des espaces d'environ 10 à 30 cm. Chacun d'eux porte de 10 à 15 touffes de **Carex.**

3.2.1.3. Parcelle de la Motte

Numéro d'ordre: *2

Nom :"Chabrey-la Motte ce"

Cette station est située au pied d'une falaise d'environ 60m. Ceci est d'ailleurs le cas pour toutes les parcelles de "Chabrey-la Motte". Son sol repose sur un horizon-substrat de sable. Le régime des eaux de cette parcelle est tout à fait comparable à celui de "Cudrefin ce *1" mais n'a pas fait l'objet d'une étude approfondie.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Caricetum elatae avec faciès à roseaux

Carex elata: 5.2

Phragmites : 3.1

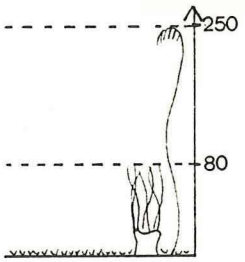
mousses : recouvrement de 10 à 20%, mince tapis

-stratification: strate 1. **Phragmites**

↓ passage net

strate 2. **Carex**

strate 3. mousses



-structure du **Carex**: il forme des touradons plus découpés qu'à "Cudrefin ce *1" et dont la hauteur est d'environ 20cm avec un diamètre de 10 à 30cm. Ces touradons sont séparés par des espaces d'environ 10 à 30cm. Chacun d'eux porte un chevelu de racines.

3.2.1.4. Parcelle de Portalban

Numéro d'ordre: *3

Nom : "Portalban ce"

Cette station est située sur un horizon de sable avec une accumulation de matières organiques dans son sol (pratiquement que des fibres de **Carex** sur environ 20cm de profondeur). Le régime des eaux pour 1983 ne présente pas de pic d'inondation au printemps. La nappe reste plus ou moins stable. De mai à juin, elle est à environ +5cm; en juillet-août elle baisse jusqu'à -20cm, pour reprendre un niveau constant identique à celui du

lac de septembre à décembre.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Caricetum elatae sans variation particulière

Carex elata: 4.2

Phragmites : 2.1

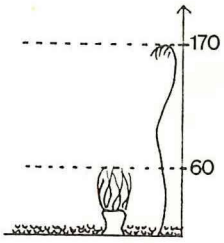
mousses : recouvrement de 100%, couche de 5cm, compacte

-stratification: strate 1. **Phragmites**

↓ passage gradué

strate 2. **Carex**

strate 3. mousses



-structure du **Carex**: il ne forme pas ou presque pas de touradons et l'on peut parler d'une structure plus ouverte, c'est-à-dire avec un recouvrement moindre.

3.2.2. Ranunculo-Caricetum hostianae

3.2.2.1. Généralités

La prairie à petites laîches ou Ranunculo-Caricetum hostianae fait partie de l'ensemble de végétation moins haute et moins humide. Nous avons dans notre seule station de ce type la variante à **Carex panicea** de cette association.

3.2.2.2. Parcelle de Cudrefin

Numéro d'ordre: *4

Nom : "Cudrefin cp"

Cette station est située dans la réserve de Cudrefin. Son sol

repose sur un horizon-substrat de limon et sable. Le régime des eaux pour 1983 présente un pic d'inondation par le lac à la mi-avril (+30cm) et un retrait de la nappe très en profondeur (-80cm) de mi-juin à mi-juillet. La forme générale de la courbe des niveaux est identique à celle de "Cudrefin ce *1" avec toutefois un assèchement beaucoup plus en profondeur.

Profil de la station:

-espèces dominantes: **Carex panicea**: 4.2

Phragmites : 2.2

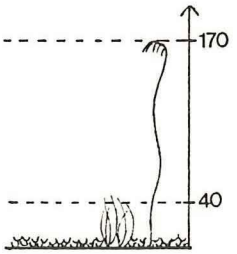
mousses : recouvrement d'environ 95%, couche compacte de 5cm

-stratification: strate 1. **Phragmites**

↓ passage gradué

strate 2. **Carex**

strate 3. mousses



-structure du **Carex:** il donne naissance à un microrelief avec des irrégularités mais sans touradon.

3.2.3. Orchio-Schoenetum nigricantis

3.2.3.1. Généralités

La prairie à **Schoenus** ou Orchio-Schoenetum nigricantis fait partie de l'ensemble de végétation moins haute et moins humide. La croissance du **Schoenus** se caractérise aussi par la formation de touradons, mais ceux-ci sont moins élevés que dans le cas du **Carex elata.** De plus, cette association se distingue par la floraison de diverses espèces d'orchidées dont **Orchis palustris.**

3.2.3.2. Première parcelle de la Motte

Numéro d'ordre: *5

Nom : "Chabrey-la Motte lac"

Cette station a comme environs immédiats un milieu très hétérogène comprenant un canal, un sentier, une étendue de Caricetum elatae, des touffes de marisque et de la forêt. Elle repose sur un horizon-substrat de sable. Nous ne possédons pas de données précises du régime des eaux de cette parcelle. Selon nos observations, elle subit l'influence du lac sous forme d'une inondation directe de la part de celui-ci au printemps.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Schoenetum nigricantis, variante à marisque

Schoenus: 5.2

Cladium : 2.2

mousses : recouvrement d'environ 60%

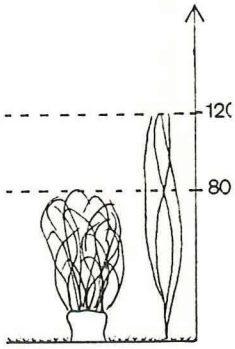
-Stratification:

strate 1. **Cladium** + **Schoenus** (très diffuse: environ 5% du matériel végétal)

↓ passage gradué

strate 2. **Schoenus** (très dense)

strate 3. mousses



-Structure du Schoenus: il forme des touradons (environ 10 par m^2) et nous avons dénombré une moyenne de 11 pieds de marisque par m^2.

3.2.3.3. Deuxième parcelle de la Motte

Numéro d'ordre: *6

Nom : "Chabrey-la Motte décharge"

Cette station est située à l'intérieur d'une clairière de forêt de pins et non loin d'une bordure de frênaie. Il y a donc à nouveau influence d'un milieu environnant hétérogène. La parcelle repose sur un horizon-substrat de molasse. Le régime des eaux pour 1983 indique une nappe environ constante à +5cm de mars à mi-mai. Le niveau baisse jusqu'à -20cm pour y rester constant de mi-mai à mi-juillet. Ce retrait profond s'explique par la présence du socle de molasse imperméable. Jusqu'en décembre, la nappe reste constante environ au même niveau que le lac.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Schoenetum nigricantis à variante pin et **Calamagrostis**

Schoenus: 5.2

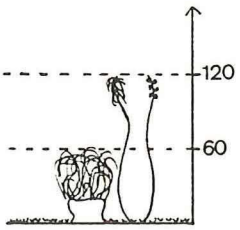
mousses : deux extêmes selon la situation dans la parcelle: recouvrement de 70% dans le carré de ramassage, recouvrement de 10% dans l'essai de fauchage. Tapis très mince

-Stratification:

strate 1. **Molinia + Calamagrostis**

strate 2. **Schoenus**

strate 3. mousses



-structure du **Schoenus:** il forme des touradons plus grands que ceux de la parcelle précédente.

3.2.3.4. Parcelle de Portalban

Numéro d'ordre: *7

Nom : "Portalban"

Cette station se situe dans un milieu beaucoup plus homogène que les deux précédentes. Nous avons tout de même observé de la marisque, mais en dehors du carré de ramassage. La parcelle repose sur un horizon-substrat de sable. Le régime des eaux pour 1983 est comparable à celui de "Chabrey-la Motte décharge *6". Toutefois, l'assèchement se fait sur une période plus longue: mi-mai à fin août, mais le niveau bas (entre -75 et -80cm) est atteint de façon progressive et dure de mi-juin à mi-juillet. Le retour de l'eau se fait aussi progressivement.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Schoenetum nigricantis, variante à **Cladium** et **Molinia**

Schoenus: 4.3

Cladium : 2.3

mousses : recouvrement de 50%, tapis fin

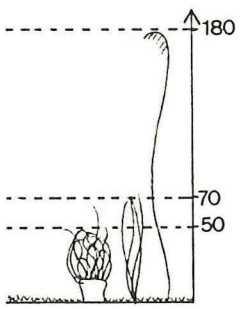
-stratification:

strate 1. **Phragmites + Cladium + Molinia**

passage gradué

strate 2. **Schoenus**

strate 3. mousses



-structure du **Schoenus:** il forme des touradons assez espacés.

3.2.4. Cladietum marisci

3.2.4.1. Généralités

La prairie à marisque ou Cladietum marisci fait partie de l'ensemble de végétation plus haute et plus humide. La marisque forme des étendues très denses et homogènes. Elle se développe par stolons et ne forme jamais de touradons. De plus, elle possède des feuilles toujours vertes qui sont très coupantes.

3.2.4.2. Première parcelle de Cheyres

Numéro d'ordre: *8

Nom : "Cheyres CFF"

Cette station est située sur un horizon-substrat de sable, non loin de la voie de chemin de fer, d'où son nom. Nous ne possédons pas de données précises du régime des eaux de cette parcelle. Selon nos observations, le niveau de la nappe reste haut. Le terrain est presque toujours inondé, ce qui provoque la formation de tourbe.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Cladietum marisci sans variation particulière

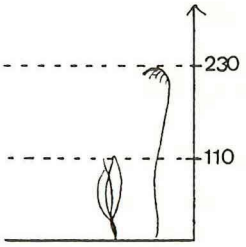
Cladium : 5.5

Phragmites: 1.1

-<u>stratification:</u> strate 1. **Phragmites**

↓ passage net

strate 2. **Cladium**



-<u>structure du **Cladium:**</u> Sur le m^2 du carré de ramassage , nous avons dénombré 34 pieds verts de marisque et 6 pieds coupés n'ayant pas repoussé, soit 40 pieds de marisque au m^2. Sur le demi-m^2 de l'essai de productivité primaire, nous avons dénombré 24 pieds de marisque soit au total 48 pieds de marisque au m^2. Cela nous donne une moyenne de 44 pieds de marisque au m^2. La litière représente une couche de 45 à 50cm.

3.2.4.3. <u>Deuxième parcelle de Cheyres</u>

Numéro d'ordre: *9

Nom : "Cheyres Grappa"

Cette station est située sur horizon-substrat de sable, à l'intérieur de la réserve de Cheyres. Nous ne possédons pas de données précises pour le régime des eaux de cette parcelle. Selon nos observations, elle doit subir une inondation directe du lac. Les fluctuations de la nappe sont plus importantes que pour la parcelle "Cheyres CFF *8" décrite plus haut.

<u>Profil de la station:</u>

-<u>espèces dominantes:</u> Cladietum marisci, à variante **Carex elata**

Cladium : 4.4

Phragmites : 2.1

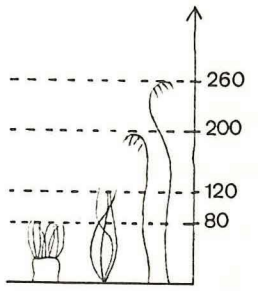
Carex elata: 2.2

-<u>stratification:</u> strate 1. **Phragmites**

passage par un degré

strate 2. **Cladium**

strate 3. **Carex elata**



-<u>structure du **Cladium**:</u> Sur le m^2 du carré de ramassage, nous avons dénombré 32 pieds verts de marisque et 4 pieds coupés n'ayant pas repoussé, soit 36 pieds de marisque au m^2. Sur le demi-m^2 de l'essai de productivité primaire, nous avons dénombré 37 pieds de marisque soit, au total, 74 pieds de marisque au m^2. La différence s'explique par le fait que le carré de ramassage a été réalisé à environ un mètre de la parcelle d'essai. Or nous avons pu observer une nette différence d'homogénéité: celle-ci est meilleure dans l'essai de productivité primaire, ce qui s'illustre par un nombre plus élevé de pieds de marisque au m^2. La litière représente une couche moins dense et moins haute, de 40cm environ.

3.2.4.4. <u>Troisième parcelle de Cheyres</u>

Numéro d'ordre: *10

Nom : "Cheyres La Rochette"

Cette station est située sur un horizon-substrat de sable. Le régime des eaux pour 1983 présente un pic d'inondation directe du lac à mi-avril et un assèchement bref pendant lequel la nappe se retire avec un pic à environ -30cm en juillet.

Profil de la station:

-espèces dominantes: Cladietum marisci sans variation particulière

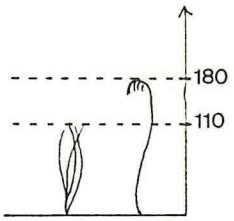
Cladium : 5.5

Phragmites: 1.1

-stratification: strate 1. **Phragmites**

↓ passage gradué

strate 2. **Cladium**



-structure du **Cladium**: Sur le m^2 du carré de ramassage, nous avons dénombré 44 pieds de marisque verts et 16 pieds coupés n'ayant pas repoussé, soit 60 pieds de marisque au m^2. Sur le demi-m^2 de l'essai de productivité primaire, nous avons dénombré 33 pieds de marisque soit, au total, 66 pieds de marisque au m^2. Cela nous donne une moyenne de 63 pieds de marisque au m^2. La litière représente une couche épaisse de 45 à 50cm tassée.

Nous avons résumé toutes ces données par la figure 4. De plus, nous présentons à la figure 5 les schémas de la structure de nos parcelles de carré de ramassage. Les parcelles de Portalban *3 du Caricetum elatae et de Cudrefin *4 du Ranunculo-Caricetum hostianae ne sont pas schématisées car elles présentent un recouvrement homogène du "**carex**" sans touradons.

Fig.4 - **SCHEMA DE LA STRATIFICATION DE LA VEGETATION**

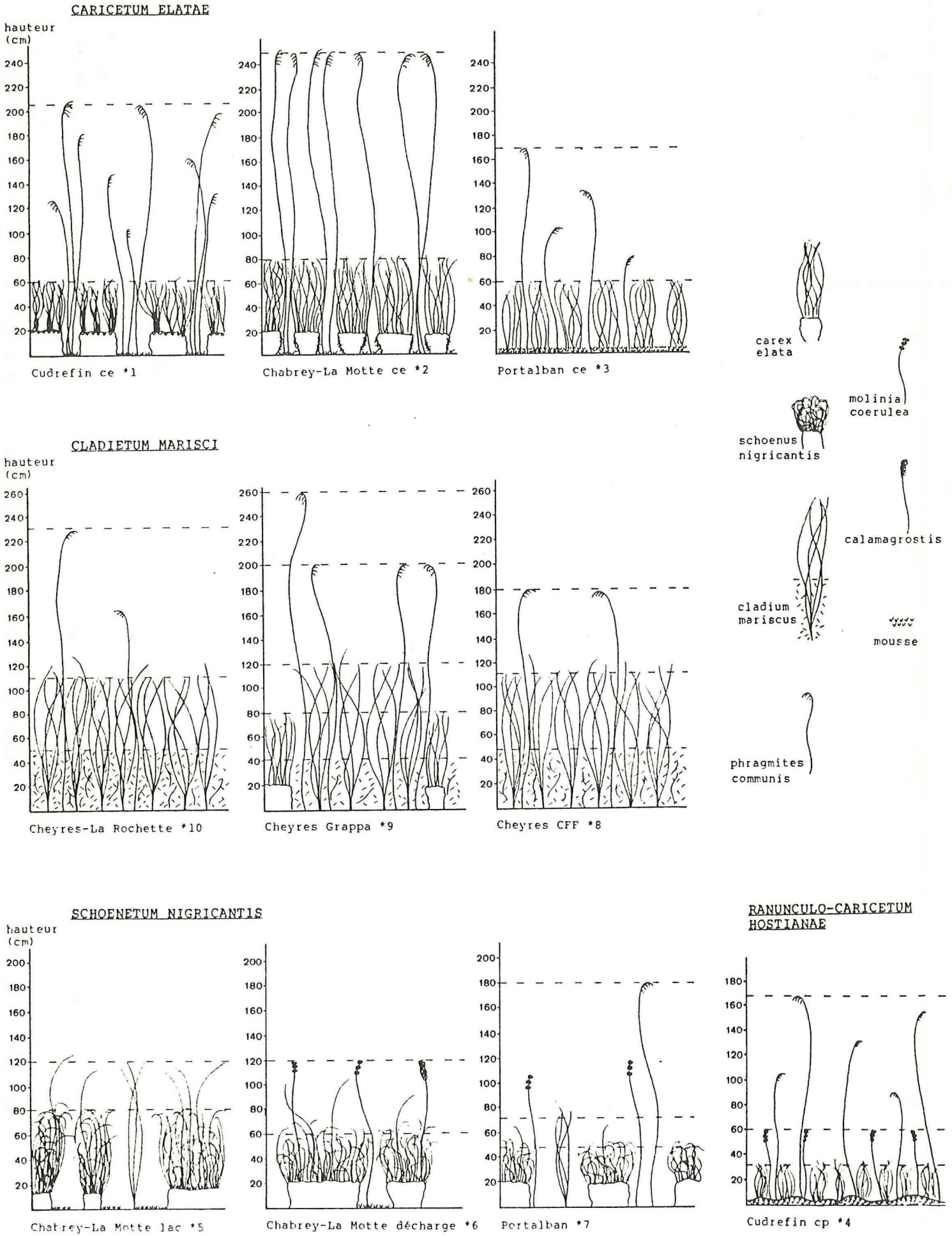
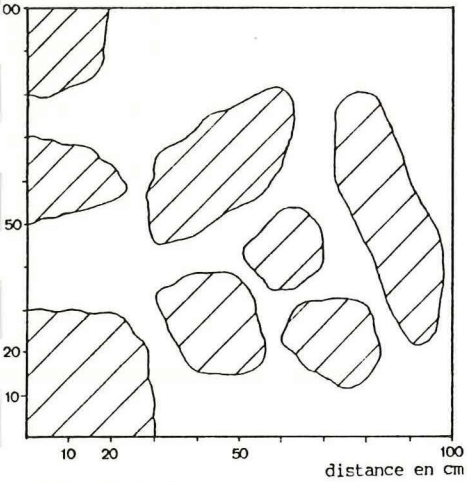


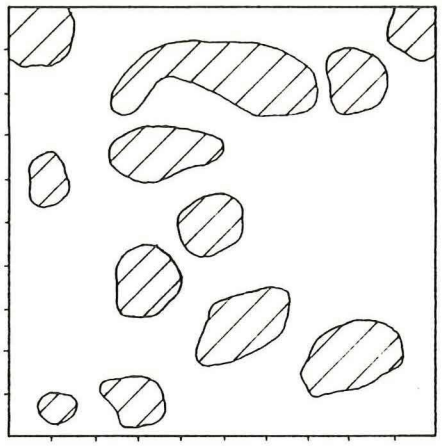
Fig.5 -

SCHEMA DE LA STRUCTURE AU SOL DE LA VEGETATION SUR LE CARRE DE RAMASSAGE

CARICETUM ELATAE

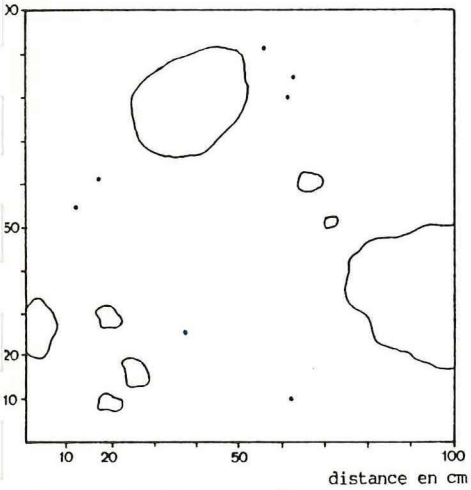


Cudrefin ce *1

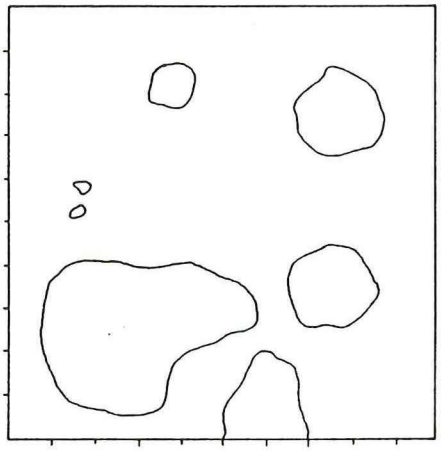


Chabrey-La Motte ce *2

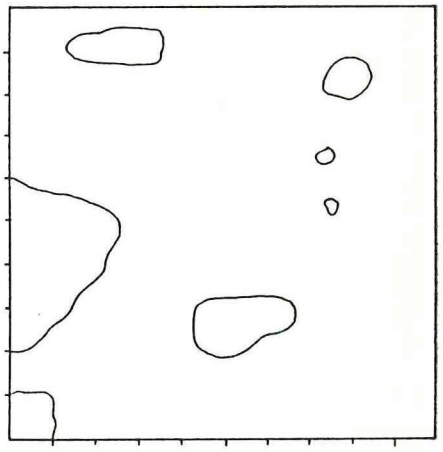
SCHOENETUM NIGRICANTIS



Chabrey-La Motte lac *5

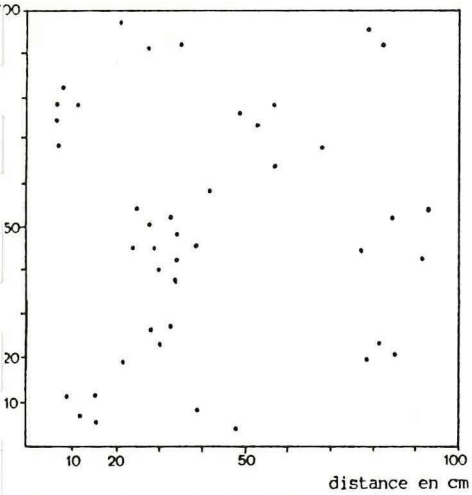


Chabrey-La Motte décharge *6

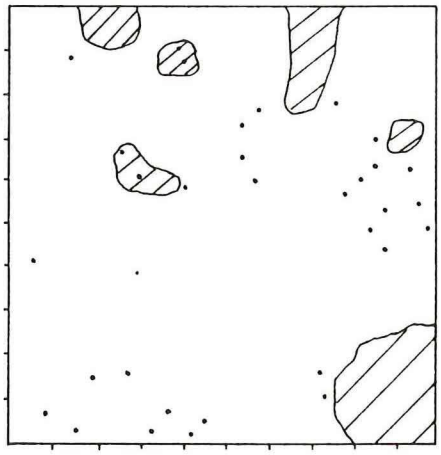


Portalban *7

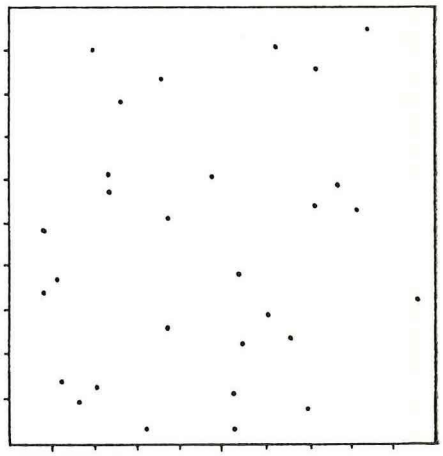
CLADIETUM MARISCI



Cheyres-La Rochette *10



Cheyres Grappa *9



Cheyres CFF *8

Carex elata Schoenus nigricans Cladium marisci

4. Résultats

4.1. Productivité primaire

Les résultats exposés à la tabelle 1 montrent une tendance générale: le Cladietum marisci est plus productif que le Caricetum elatae qui est lui-même plus productif que le Caricetum hostianae et le Schoenetum nigricantis (voir tabelle 1).

Tab.1- Tableau récapitulatif de la productivité primaire de chaque parcelle en gr/jour.m^2 (P_I) et de la productivité primaire moyenne par association en gr/jour.m^2 ($\bar{P}_I$).

	Cud. ce. *1	Mot. ce. *2	Por. ce. *3	Cud. cp. *4	Motl. sch. *5	Motd. sch. *6	Por. sch. *7	ChCFF. mar. *8	ChGra. mar. *9	ChRoc. mar. *10
P_I	2.68	4.29	1.89	1.98	1.52	1.72	2.15	3.59	7.48	5.60
$\bar{P}_I$		2.95			1.84				5.55	
	Caricetum elatae			Ranunculo-caricetum hostianae et Schoenetum nigricantis				Cladietum marisci		

Cependant, de grandes différences sont à remarquer entre les diverses parcelles d'une même association. Elles sont en rapport avec la configuration et les variations de structures observées dans ces parcelles.

Résultats de nos observations:

a) Caricetum elatae: Pour ce groupe du Caricetum elatae, la parcelle "La Motte *2" possède la plus forte productivité et la plus grande hauteur de la strate **Carex elata.** Les parcelles "Cudrefin *1" et "Portalban *3" ont une même hauteur de la strate **Carex elata,** "Portalban *3" est moins productif et a un recouvrement moindre du **Carex elata** et des **Phragmites,** ainsi qu'une hauteur moindre de la strate des **Phragmites** (voir

tabelle 2). On peut expliquer ces variations de la productivité primaire à l'aide des différences dans le régime hydrique de ces parcelles. En effet, la parcelle de "Portalban *3" est totalement isolée de l'influence du lac. Elle se situe dans un milieu inondé presque en permanence, bénéficiant de peu d'oxygène. Par contre, les parcelles de "Cudrefin *1" et "La Motte *2" sont en rapport direct avec le lac dont elles subissent une inondation annuelle. La nappe phréatique se retire ensuite en profondeur permettant une oxygénation du sol et une meilleure croissance.

Tab.2- Productivité primaire des parcelles du Caricetum elatae en relation avec leurs caractéristiques phytosociologiques, ce: **Carex elata** et ph: **Phragmites communis.**

	Cu *1	Mo *2	Po *3	
productivité primaire	2.68	4.29	1.89	
abondance/ sociabilité	5.2 3.1	5.2 3.1	4.2 2.1	ce ph
hauteur de la strate	60 cm 200 cm	80 cm 240 cm	60 cm 170 cm	ce ph

b) <u>Orchio-Schoenetum nigricantis</u>: Pour ce groupe d' association à petites laîches, on observe une productivité primaire croissante pour une hauteur de la strate **Schoenus nigricans** décroissante.

Pour expliquer ce paradoxe, nous pouvons relever que la parcelle "Portalban *7" comprend en plus du **Schoenus** un nombre

important de **Phragmites.** Ceux-ci sont beaucoup plus lourds que le **Schoenus;** par conséquent, il a suffit de la présence d'un ou deux **Phragmites** pour élever de façon significative la valeur de la productivité primaire. De plus, il faut prendre en considération le fait que le choix de l'emplacement du demi-m^2, sur lequel se base le calcul de la productivité primaire, a été tout à fait aléatoire. La structure du Schoenetum nigricantis en touradons provoque donc de grandes différences si cette surface d'essai se situe sur un ou plusieurs touradons ou, au contraire, dans un des espaces vides entre les touradons (voir tabelle 3).

Tab.3- Productivité primaire des parcelles de l'Orchio-Schoenetum nigricantis en relation avec leurs caractéristiques phytosociologiques, sch: **Schoenus nigricans,** cl: **Cladium marisci,** mol: **Molinia coerulea** et ph: **Phragmites communis.**

	Motl *5	Motd *6	Po *7	
productivité primaire	1.52	1.72	2.15	
abondance/ sociabilité	5.2 2.2	5.2	4.3 2.3	sch cl
hauteur de la strate	80 cm 120 cm	60 cm 120 cm	50 cm 70 cm 70 cm 180 cm	sch cl mol ph

c) <u>Ranunculo-Caricetum hostianae</u>: Pour ce groupe de végétation, nous avons réalisé un seul relevé. On retrouve dans ce cas

l'influence du **Phragmites** sur la productivité primaire. En effet, le **Carex panicea**, dominant dans cette parcelle, présente un recouvrement entre 50% et 75% et un poids comparable au **Schoenus nigricans.** Or, on observe à nouveau une productivité primaire supérieure à celle du Schoenetum nigricantis avec recouvrement de 100%. Ceci s'explique une nouvelle fois par une strate de **Phagmites** importante (voir tabelle 4).

Tab.4- Productivité primaire de la parcelle du Ranunculo-Caricetum hostianae en relation avec ses caractéristiques phytosociologiques, cp: **Carex panicea** et ph: **Phragmites communis.**

	Cu *4	
productivité primaire	1.98	
abondance/ sociabilité	4.2 2.2	cp ph
hauteur de la strate	40 cm 170 cm	cp ph

d) <u>Cladietum marisci</u>: Pour ce groupe du Cladietum marisci, la productivité primaire maximale de la parcelle "Grappa *9" s'explique par la présence relativement abondante du **Carex elata** absent des autres parcelles et par un nombre de pieds de marisque par m^2 supérieur. La structure des deux autres parcelles est très proche et la différence de productivité illustre la différence de densité de pieds de marisque au m^2 (voir tabelle 5).

Tab.5- Productivité primaire des parcelles de Cladietum marisci en relation avec leurs caractéristiques phytosociologiques, cl: **Cladium marisci**, ph: **Phragmites communis** et ce: **Carex elata**.

	ChCFF *8	ChGrappa *9	ChRoc *10	
productivité primaire	5.6	7.48	3.59	
abondance/ sociabilité	5.5 1.1	4.4 2.1 2.2	5.5 1.1	cl ph ce
nombre de pieds au m^2	63	74	44	

4.2. Résultats des relevés

4.2.1. Carrés de ramassage:

Nous avons établi un tableau exhaustif de tous les invertébrés collectés sur nos carrés de ramassage, présenté en annexe 1, où larves et adultes ont été additionnés. Ces résultats seront discutés dans la suite du travail.

4.2.2. Cages fixes:

Les résultats des relevés sont présentés à la tabelle 6 . Dans ce cas, nous n'avons récolté que des individus adultes. Nous n'allons pas entrer dans une interprétation détaillée de la répartition des individus capturés. En effet, les résultats obtenus à l'aide des cages fixes n'ont qu'une valeur indicative. Ils nous permettent d'évaluer grossièrement le nombre d'individus volants par m^2. Cependant, ils ne peuvent pas être

simplement ajoutés à ceux des carrés de ramassage pour obtenir un profil complet de la population. Ceci pour les raisons suivantes:

- premièrement, la méthode des cages fixes permet de capturer non seulement les individus volants réfugiés dans la végétation au moment de la pose du piège, mais aussi tous les individus qui se métamorphosent durant les huit jours de relevés. Par conséquent, les résultats qu'elle fournit ne peuvent pas être cumulés à ceux établis par une méthode très ponctuelle dans le temps, celle des carrés de ramassage.
- de plus, les familles d'insectes volants dont les larves vivent dans l'eau ou dans les plantes sont dénombrés une première fois par le carré de ramassage, sous leur forme larvaire (Chironomidae, Stratiomyidae, Drosophilidae). Elles sont ensuite à nouveau comptabilisées sous leur forme adulte par la méthode des cages fixes. En additionnant les résultats des deux méthodes, on multiplie artificiellement par deux l'effectif de toutes ces familles.
- finalement, les résultats obtenus au moyen des cages fixes varient en fonction de l'heure de relevé. En effet, les animaux profitent de la fraîcheur matinale pour sortir de la strate herbacée et se rassemblent sur les parois du piège où ils sont capturés. Puis, la température augmentant, les individus volants se réfugient à nouveau dans la strate herbacée, devenant inaccessibles. Or, il nous était matériellement impossible d'éviter cette influence.

En conclusion, les résultats des cages fixes mettent en évidence que l'ensemble des populations d'insectes volants dans nos

Tab. 6- Résultats des relevés obtenus par la méthode des cages fixes

Lieu:		Cud.	Mot.	Por.	Cud.	Motl.	Motd.	Por.	ChCFF.	ChGra.	ChRoc.
Association:		ce.	ce.	ce.	cp.	sch.	sch.	sch.	mar.	mar.	mar.
Parcelle:		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Ordres	Familles										
Diptera	Chironomidae		1	3	1	5	4	2	1	11	2
	Tipulidae		5	1				1	1	4	2
	Cecidomyidae		2							1	
	Psychodidae		2								1
	Culicidae		1		2						
	Sciaridae										1
	Mycetophilidae								1		
	Ceratopogonidae						2	1			
	Scatopsidae							1			
	Stratiomyidae	1	3			1					
	Drosophilidae	5			6				1	1	2
	Chloropidae	2			9		3	6			2
	Sciomyzidae						1				
	Rhagionidae						1				
	Tabanidae		1								
	Tephritidae								1		
	Inconnus		3		1	2					

Tab. 6- Suite

		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Hymenoptera	Ichneumonidae		1								
	Evaniidae			1							
	Tenthredinidae						1				
	Sphecidae								1		
	Inconnus		1								
Trichoptera	Limnophilidae		1			3			1		
	Polycentropidae		1								
Odonata	Libellulidae									1	
	Corduliidae					1					
N_i		8	22	5	19	12	12	11	7	18	9
N_f		3	12	3	5	5	6	5	7	5	6
B_a		0.0064	0.1027	0.0046	0.0112	0.2282	0.0657	0.0093	0.0220	0.0744	0.0046

N_i: nombres d'individus
N_f: nombres de familles
B_a: biomasse animale

ce : **Carex elata**
cp : **Carex panicea**
sch: **Schoenus nigricans**
mar: **Cladium marisci**

stations est peu important. Mais, ces résultats ne réunissent pas suffisamment d'individus pour établir une quelconque relation entre la répartition de l'ensemble des populations animales et le type d'association végétale.

4.3. Densité et fréquence

Pour traiter les données des carrés de ramassage, nous avons réalisé les graphiques de densité et de fréquence, d'une part pour les ordres au sein du peuplement total, et, d'autre part, pour les familles au sein des ordres les plus importants. A partir de ces graphiques, présentés aux figures 6 et 7 , nous constatons que les araignées, coléoptères, isopodes et mollusques regroupent la majorité de la population de chaque parcelle pour la période précise pendant laquelle nous avons effectué les relevés. Nous nous contenterons donc d'approfondir la répartition des effectifs de ces ordres dans chaque parcelle.

4.3.1. Araneida:

Deux familles se partagent plus de 50% des effectifs de cet ordre dans huit des dix parcelles: ce sont les Lycosidae et les Clubionidae (se reporter à la figure 8).

Il est intéressant de mettre en relation les effectifs de chacune de ces familles. On peut observer une prédominance des Lycosidae dans la prairie à **Carex elata** et à **Carex panicea**, alors que dans le Cladietum marisci ce rôle appartient aux Clubionidae. Pour le Schoenetum nigricantis, la répartition est plus homogène. Cet arrangement s'explique par la biologie différente de ces deux familles. Les Lycosidae aiment la présence d'eau à la surface de laquelle elles sont capables de se dépla-

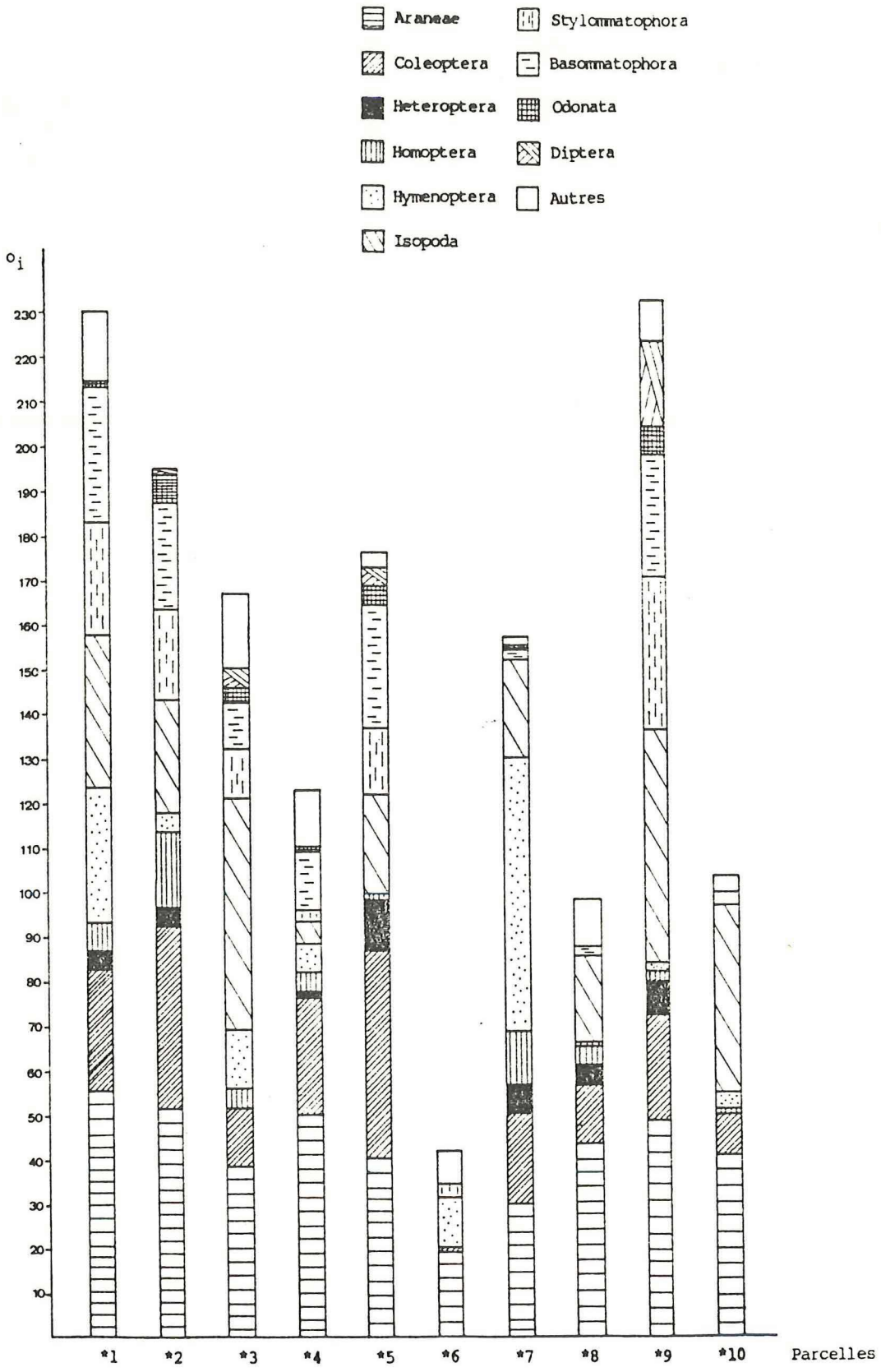


Fig. 6 - Densité des ordres d'invertébrés, c'est-à-dire le nombre d'individus o_i d'un ordre i récoltés sur une parcelle.

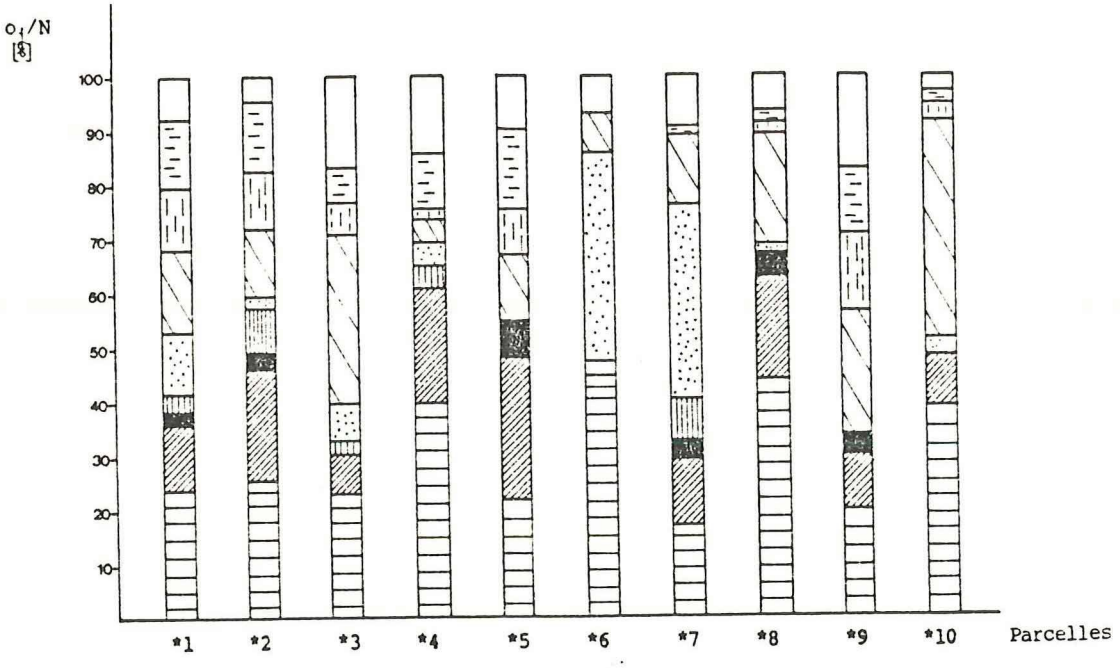
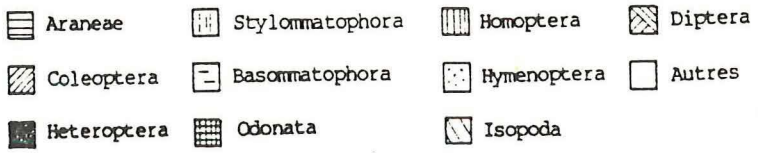


Fig.7- Fréquence des ordres, c'est-à-dire o_i/N où o_i: le nombre d'individus d'un ordre i récoltés sur une parcelle et N: le nombre total des individus récoltés sur cette même parcelle.



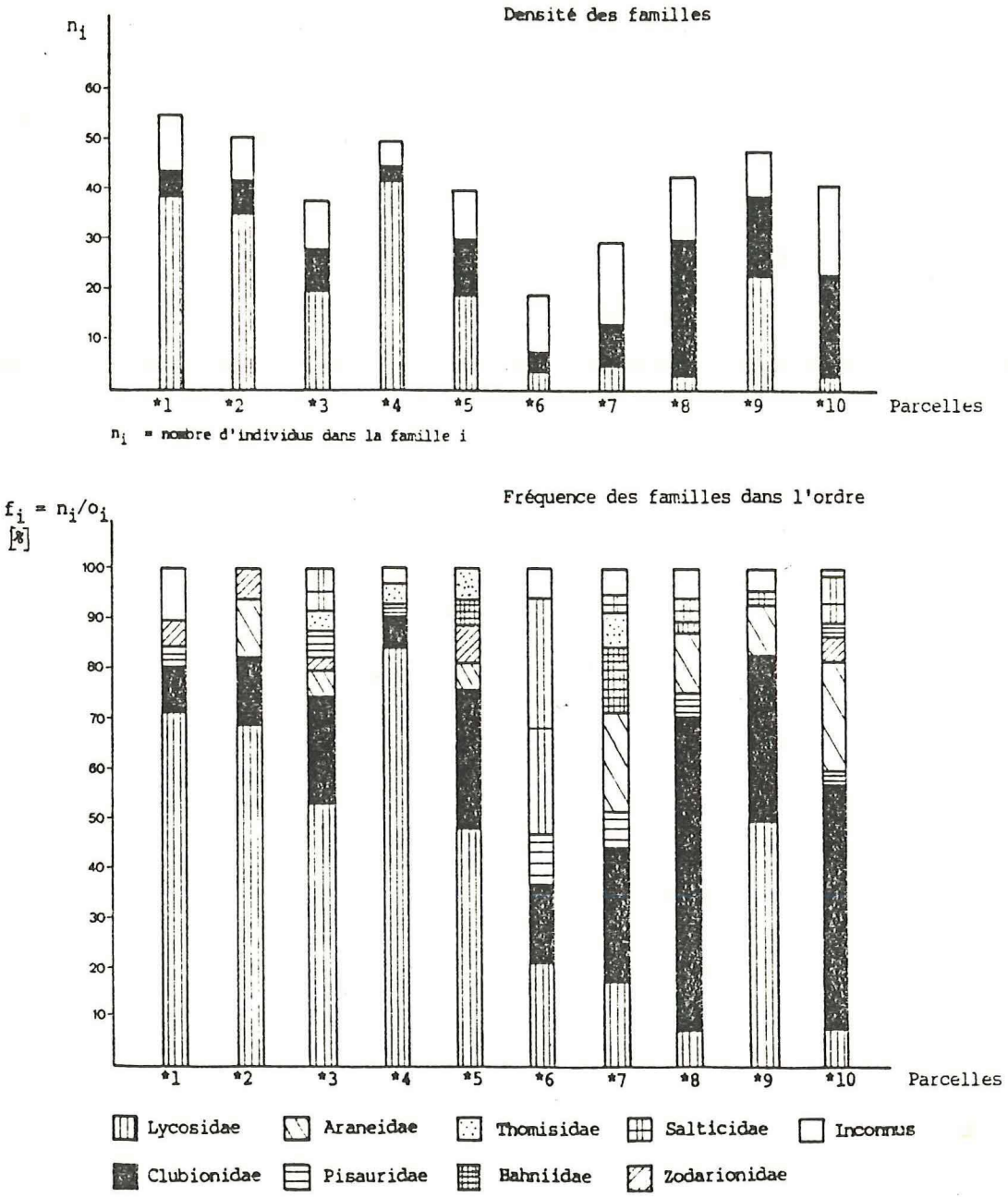


Fig. 8 - Densité des familles d'**Araneida**, c'est-à-dire le nombre d'individus n_i de chaque famille d'**Araneida** récoltés sur une parcelle.

- Fréquence des familles d'**Araneida** au sein de cet ordre, c'est-à-dire le raport n_i/o_i où o_i: nombre total des individus de l'ordre des **Araneida** récoltés sur une parcelle.

cer. Les Clubionidae élisent domicile dans des feuilles roulées où elles tissent un cocon servant de refuge la journée. Le Cladietum marisci est donc un biotope mieux adapté aux Clubionidae que le Caricetum elatae et le Ranunculo-Caricetum hostianae.

Cette liaison entre le biotope offert par le type d'association et la famille d'araignées qui s'y installe préférentiellement est très bien illustrée par la parcelle "ChGrappa *9". En effet, cette station présente un mélange de **Carex elata** et de **Cladium marisci** qui se reflète dans une densité de Lycosidae et de Clubionidae identique.

4.4.2. Coleoptera:

Nous pouvons relever, d'une façon générale, que seules cinq familles de coléoptères -sur les dix-huit que nous avons rencontrées dans nos relevés- se retrouvent dans au moins cinq de nos dix parcelles. Ce sont les Carabidae, Staphilinidae, Hydrophilidae, Dryopidae et la sous-famille Disticinae. Ces familles regroupent donc la majorité des effectifs déterminés. Il faut encore souligner une concentration particulière de la sous-famille Hydroporinae pour la parcelle "Motd. *6".

Les tableaux de densité et de fréquence illustrent la répartition de ces familles à la figure 9 . Cette répartition semble indépendante du type d'association végétale.

4.3.3. Isopoda:

Pour cet ordre, nous ne présenterons que le graphique de densité (voir figure 10) des familles qui est suffisamment significatif pour permettre la discussion.

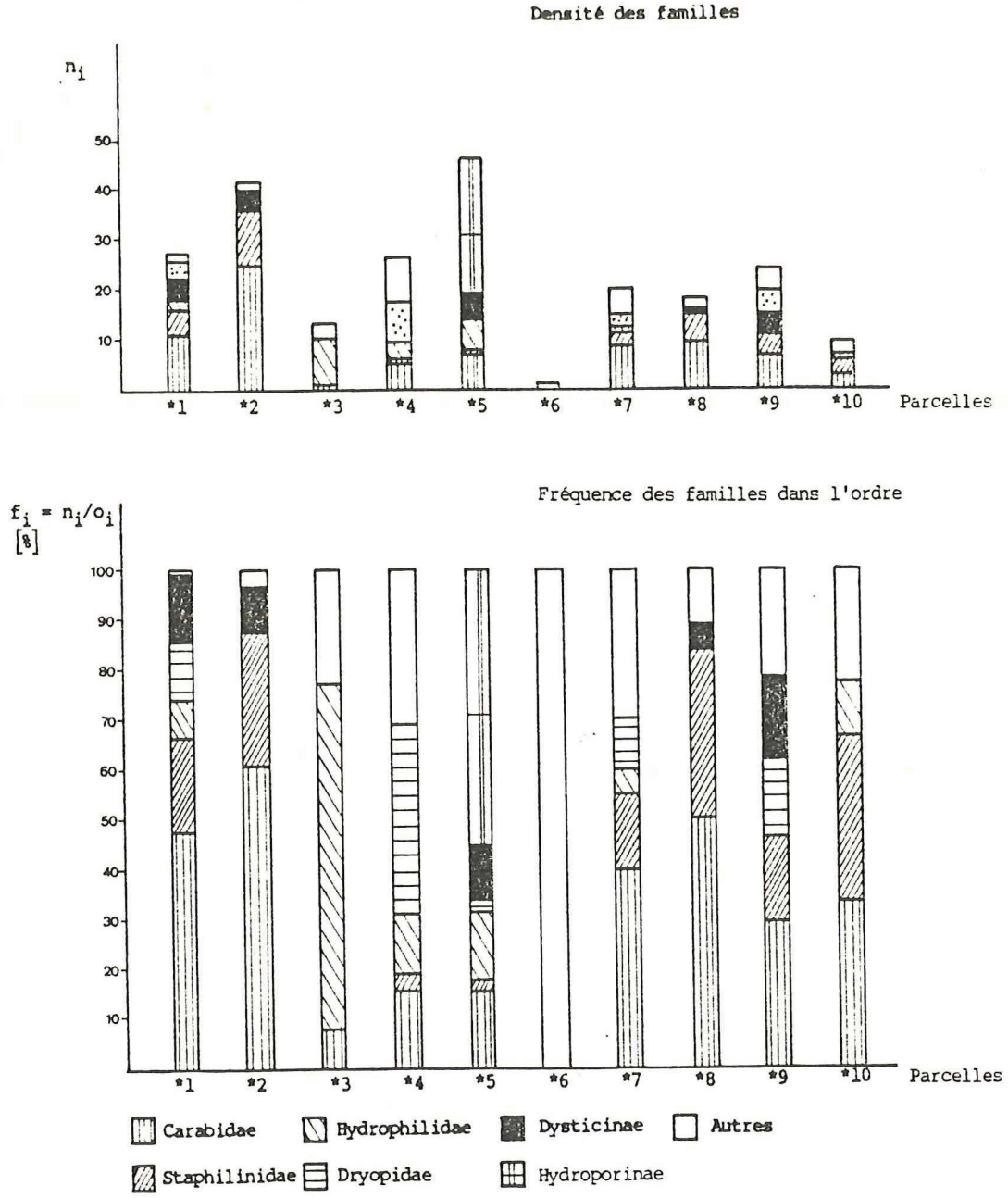


Fig. 9 - Densité des familles de **Coleoptera**, c'est-à-dire le nombre d'individus n_i de chaque famille de **Coleoptera** récoltés sur une parcelle.

- Fréquence des familles de **Coleoptera** au sein de cet ordre, c'est-à-dire le rapport n_i/o_i où o_i: nombre total des individus de l'ordre des **Coleoptera** récoltés sur une parcelle.

La répartition des différentes familles s'explique grâce au mode de vie de chacune d'elles. En effet, **Asellus aquaticus** est un animal d'eau stagnante ou à faible débit, alors que les autres familles sont toutes terrestres. **Asellus aquaticus** se retrouve donc dans toutes les parcelles encore complètement ou partiellement recouvertes d'eau, soit sept sur les dix considérées. Il représente alors entre 40% et 100% de la population d'isopodes, ceci respectivement pour les parcelles "Mo.ce *2" et "Cu.cp*4". Dans les parcelles plus sèches comme "Motd. *6","Po.sch *7", "ChRoc. *10","ChCFF. *8", on rencontre presque exclusivement des familles terrestres.

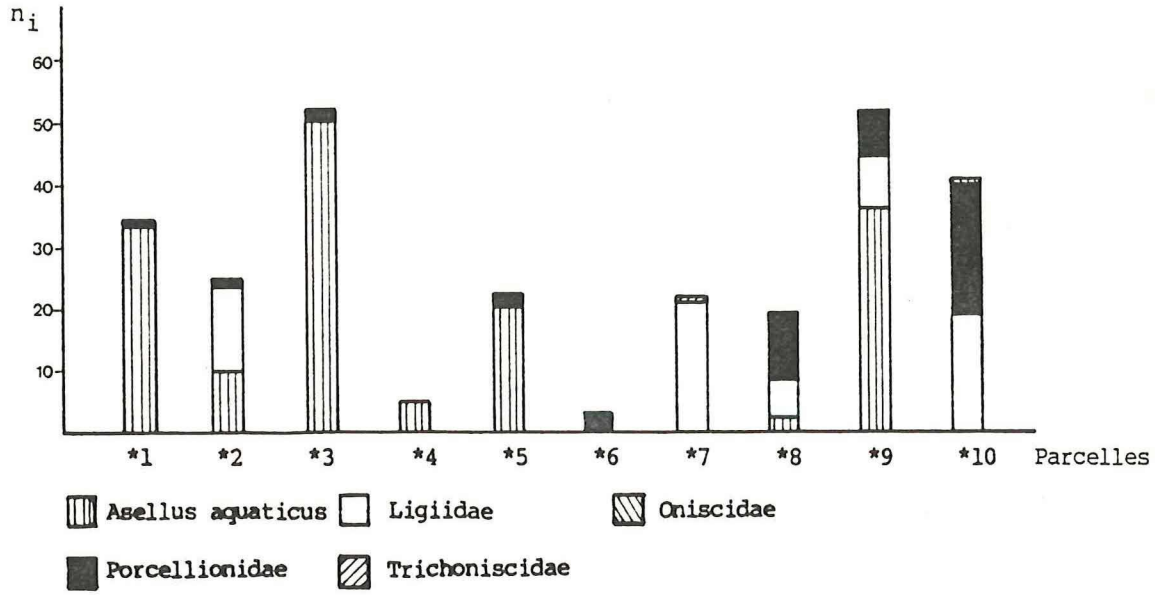


Fig.10 - Densité des familles d'**Isopoda**, c'est-à-dire le nombre d'individus n_i de la famille i par parcelle.

L'apparition de chaque famille ne semble pas due au type d'association végétale mais bien au degré d'humidité des parcelles: sur celles qui allient endroits secs et humides, on observe un mélange entre, respectivement, les Porcellionidae, terrestres, et les Ligidae, amphibies. Par contre, sur celle qui est exclusivement sèche, "Motd. *6", on ne trouve que des Porcellionidae.

4.3.4. Mollusca:

Pour traiter les données relatives aux mollusques nous avons utilisé une démarche légèrement différente de celle choisie pour les trois ordres déjà cités. Nous allons considérer, cette fois-ci, la répartition des ordres au sein de l'embranchement des mollusques et non plus celle des familles au sein d'un ordre. Dans les tableaux de densité et fréquence de ces ordres, figure 11,12 , nous avons distingué entre individus vivants et épaves. Nous présentons parallèlement les résultats concernant les vivants et les épaves pour chaque parcelle.

Nous pouvons dégager une première constatation en observant ces graphiques de résultats: les associations à **Carex elata** et à **Carex panicea** comptent beaucoup plus d'individus que celles à **Schoenus nigricans** et à **Cladium marisci.** Deux parcelles font exception à la règle: celle à dominante **Schoenus** "Motl. *5" et celle à dominante **Cladium** "ChGrappa *9". Pour la première, nous pouvons retenir comme explication le fait que cette parcelle était à proximité du Caricetum elatae. Il n'est donc pas du tout exclu que le **Carex elata** ait une influence importante sur sa composition faunistique. De plus, la parcelle "Motl.*5" était

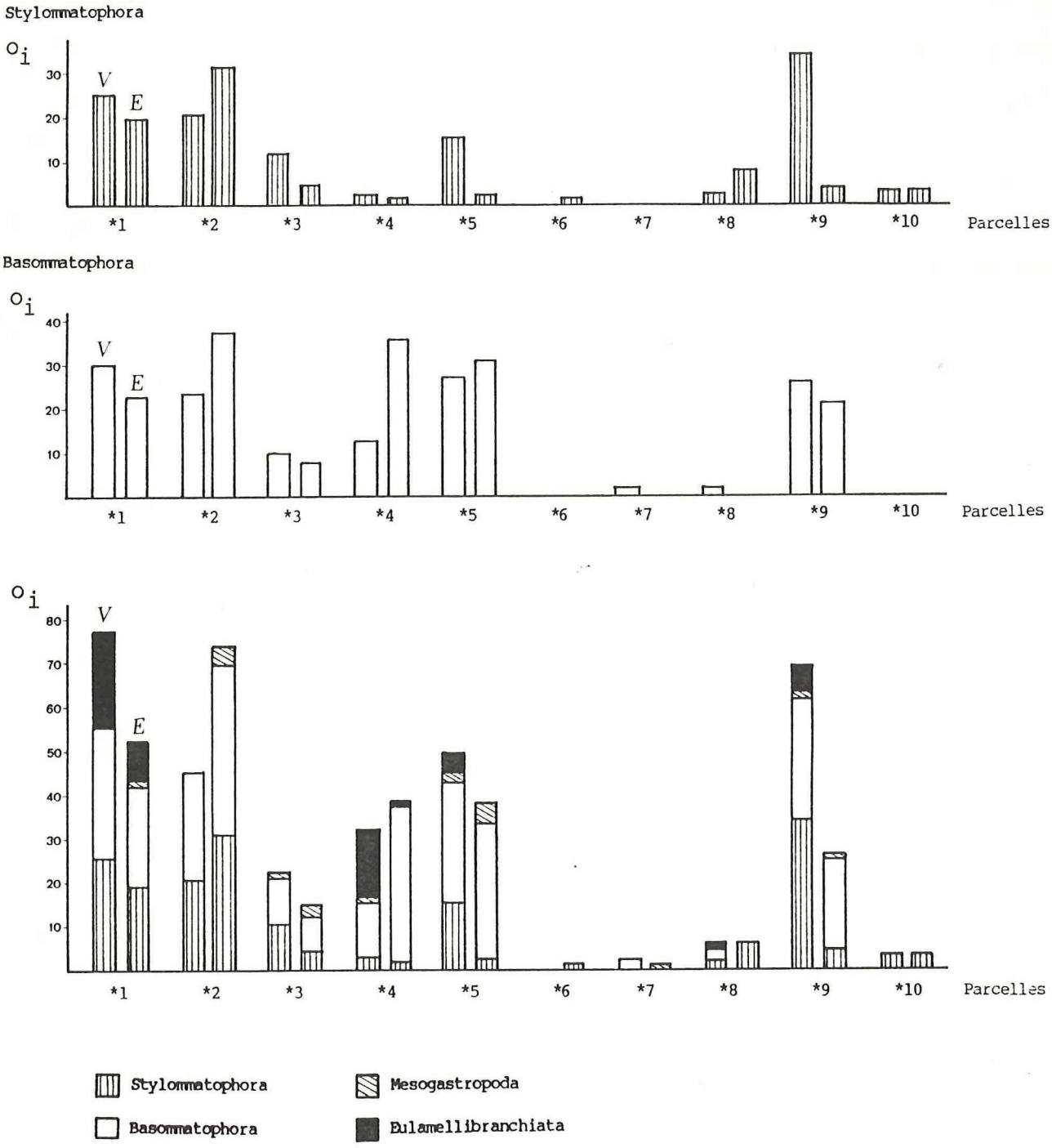


Fig. 11 - Densité des ordres de mollusques pour les individus vivants (V), et pour les épaves (E), c'est-à-dire le nombre d'individus o_i de l'ordre i récoltés par parcelle.

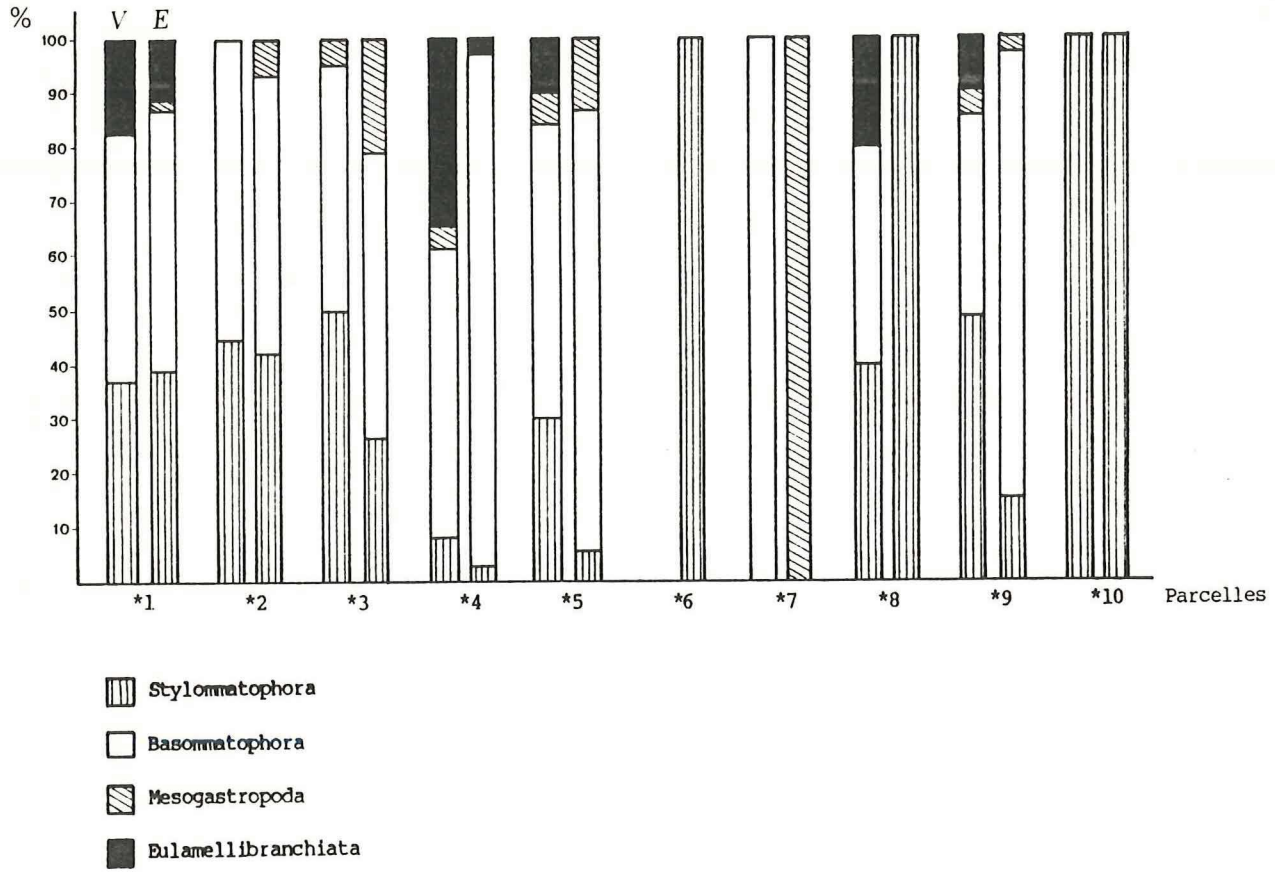


Fig.12- Fréquence des ordres de mollusques pour les individus vivants (V), et pour les épaves (E), c'est-à-dire le rapport o_i/N_m où o_i: nombre d'individus de l'ordre i récoltés sur une parcelle, N_m: nombre total de mollusques récoltés sur cette même parcelle.

beaucoup plus humide que les autres Schoenetum.

La parcelle "ChGrappa *9", elle, est inhomogène, le **Carex elata** étant directement intégré à la composition floristique de la parcelle elle-même.

Pourquoi une telle représentation des ordres de mollusques dans le Caricetum elatae plus particulièrement? Il est certain que, pour apporter un essai de réponse, il faut se pencher sur l'écologie de ces différents ordres. En effet, l'association à **Schoenus nigricans** est très sèche la majeure partie de l'année, ce qui empêche le développement de tout mollusque aquatique et nuit à celui des mollusques terrestres. L'exception est représentée par la parcelle "Hotl. *5", mais s'explique par le fait que cette parcelle est inondée directement par les eaux du lac au printemps et que notre relevé a été mené vers la fin de cette période d'inondation.

Pour l'association à **Cladium marisci** par contre, le facteur "couverture d'eau" n'est pas le seul limitant. Il est probable que cette fois-ci le facteur "nourriture" joue le plus grand rôle. Les mollusques sont, en effet, certainement incapables de découper la marisque, si riche en cristaux de silicate.

L'association à **Carex elata** semble, elle, joindre une couverture d'eau suffisante tout au long de l'année et une qualité de nourriture adéquate. Ceci expliquerait la relative concentration de mollusques dans ce type de prairie.

4.4. Courbes d'abondances

4.4.1 Distribution de Mac Arthur:

D'après Mac Arthur (1960), son modèle appelé "broken sticks

model" ne serait valable que pour des populations dont l'effectif total est constant. De plus, ce modèle a surtout été utilisé pour représenter les distributions d'abondances d'échantillons comprenant peu d'individus et peu d'espèces.

Il faut observer que le modèle de Mac Arthur change chaque fois que le nombre des espèces récoltées augmente d'une unité. Il serait donc rigoureux de poursuivre l'échantillonnage jusqu'à ce que ce nombre soit stabilisé, toutes les espèces, même les plus rares, étant alors représentées dans l'échantillon. Or, considérant de grands échantillons, on constate que le modèle de Mac Arthur doit représenter assez mal les distributions observées (Daget, 1976).

D'après King (1964), le modèle de Mac Arthur décrit très bien la distribution d'un petit nombre d'espèces occupant des niches écologiques voisines ("environnement homogenously diverse"), mais s'éloigne de la vraie distribution d'un peuplement sur une grande surface. Il semblerait donc que le modèle de Mac Arthur ne s'applique pas à nos résultats; nous l'avons tout de même testé pour la parcelle "Cudrefin ce *1". Cette distribution est présentée ci-après à la figure 13. Comme l'indique Daget (1976), les espèces abondantes sont effectivement plus abondantes et les espèces rares plus rares, dans la distribution observée, que ne le prévoit le modèle.

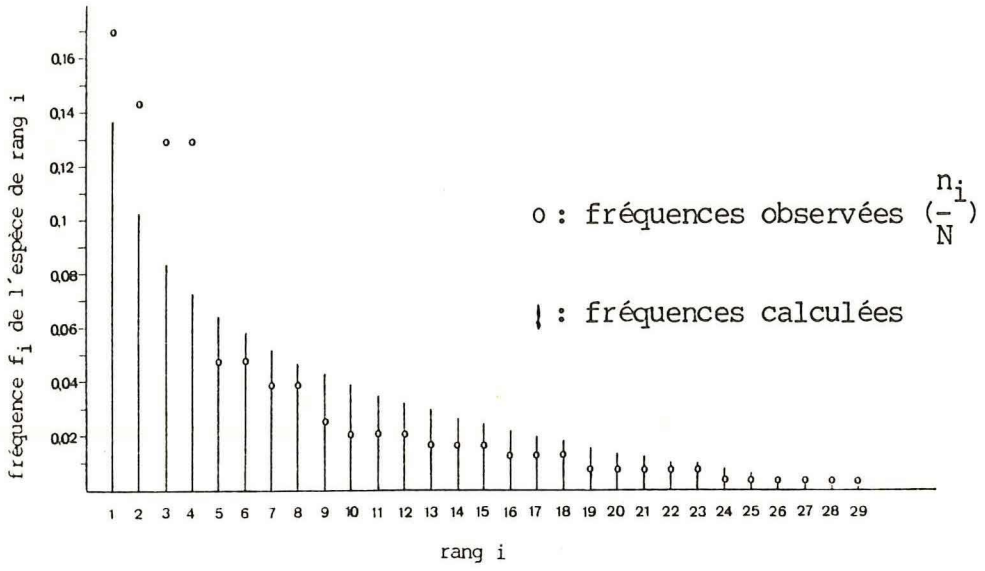


Fig.13 -Distribution théorique des fréquences selon Mac Arthur et distribution observée de la parcelle *1

Les variations entre la distribution théorique de Mac Arthur et la distribution observée dans nos parcelles ont été testées au X^2 avec un degré de liberté N_{f-1} où N_f correspond au nombre de familles dans l'échantillon. En effet, la seule condition imposée pour le calcul des fréquences théoriques de chaque famille est que la somme de ces fréquences soit égale à N_i, nombre total d'individus de la parcelle i.

Les valeurs du X^2 obtenues correspondent à des probalités trop faibles pour que l'on puisse attribuer au hasard de l'échantillonnage les écarts entre les effectifs observés et ceux prévus par le modèle de Mac Arthur. Donc, nous devons rejeter cette distribution dans le cas de nos relevés.

4.4.2. Série logarithmique et modèle log-normal (Fisher et Preston)

4.4.2.1. Introduction

D'une façon générale, nous constatons que les modèles théoriques

de Fisher et Preston s'ajustent bien aux données enregistrées dans nos relevés. Les populations d'invertébrés que nous avons traitées se comportent donc selon les modèles écologiques généraux décrivant les réactions des systèmes naturels (voir figures 14 et 15).

L'inconvénient de ces modèles réside dans le fait qu'aucune connection entre la théorie statistique et une hypothèse de son fondement écologique n'a pu être établie.

En effet, les courbes d'abondances sont construites à partir du nombre d'individus et de la répartition de ceux-ci au sein des espèces d'un relevé. Mais, elles n'intègrent pas du tout le nom de ces espèces ni l'influence des moyens d'échantillonnage sur le nombre et le type d'individus collectés. Il faut donc être conscient que les courbes d'abondances ne nous livrent aucun renseignement d'ordre écologique.

Il n'en reste pas moins que ces distributions d'abondances décrivent nos relevés au moyen de quelques paramètres caractéristiques. Nous obtenons ainsi une description simple qui facilite les comparaisons entre les résultats obtenus pour chaque relevé.

4.4.2.2. Résultats

Les courbes de la série logarithmique et les courbes du modèle log-normal ajustées à nos données sont présentées par les tabelles 7 à 16 et les figures 14 et 15 .

Tab. 7 - Parcelle *1: Cudrefin, Caricetum elatae

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9632$
$\alpha = 8.7796$
$n_1 = 8.4568$

n_i	1	2	3	4	5	6	9	11	30	33	39	N=230
$F(n_i)$	6	5	3	3	1	2	2	2	2	1	1	obs.
	8.46	4.07	2.61	1.89	1.46	1.17	0.69	0.53	0.10	0.08	0.05	cal.

n_i : nombre d'individus par famille

$F(n_i)$: nombre de familles avec n_i individus,

obs. = observé dans le relevé

cal. = calculé par la série logarithmique

N : nombre total d'individus dans la parcelle

F : nombre total de familles dans la parcelle

Modèle log-normal:

Classes (octaves)	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	$5\frac{1}{2}$	7	$5\frac{1}{2}$	4	2	2

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.719\ P(k_i) - 6.57$ $r = 0.97$

$\sigma = 1.719$

$m = 2.023$

équation de la courbe ajustée : $n = 6.95 \exp(-0.169\ R^2)$

Tab. 8 - Parcelle *2: Chabrey-La Motte lac, Caricetum elatae

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9684$
$\alpha = 6.3704$
$n_1 = 6.1689$

n_i	1	2	3	4	6	7	10	11	14	16	20	24	25	35	N=195
$F(n_i)$	7	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	F=22
	6.16	2.98	1.92	1.40	0.87	0.61	0.46	0.41	0.29	0.23	0.13	0.12	0.11	0.05	

Modèle log-normal:

Classe	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	4	$2\frac{1}{2}$	4	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.971\ P(k_i) - 7.621$ $r = 0.95$

$\sigma = 1.971$

$m = 2,232$

équation de la courbe ajustée : $n = 4.66 \exp(-0.129\ R^2)$

Tab. 9 - Parcelle *3: Portalban, Caricetum elatae

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9252$
$\alpha = 13.4964$
$n_1 = 12.4872$

n_i	1	2	3	4	6	8	9	12	20	50	N=167
$F(n_i)$	15	6	4	2	2	1	2	1	1	1	F=35
	12.49	5.78	3.56	2.47	1.41	0.91	0.75	0.44	0.14	0.06	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	$10\frac{1}{2}$	8	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	1	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.452\ P(k_i) - 5.99$ $r = 0.91$

$\sigma = 1.452$

$m = 1.269$

équation de la droite ajustée : $n = 9.89 \exp(-0.237\ R^2)$

Tab. 10- Parcelle *4: Cudrefin, Ranunculo-Caricetum hostianae

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9113$
$\alpha = 11.9706$
$n_1 = 10.9089$

n_i	1	2	3	4	5	8	11	42	N=123
$F(n_i)$	10	7	3	4	1	2	1	1	F=29
	10.90	4.97	3.02	2.06	1.50	0.71	0.39	0.006	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	4	2	0	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.319\ P(k_i) - 5.32$ $r = 0.92$

$\sigma = 1.319$

$m = 1.273$

équation de la courbe ajustée : $n = 9.07 \exp(-0.287\ R^2)$

Tab.11- Parcelle *5: Chabrey-La Motte lac, Schoenetum nigricantis

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9522$
$\alpha = 8.8768$
$n_1 = 8.4529$

n_i	1	2	3	4	6	7	9	10	11	19	20	27	31	N=177
$F(n_i)$	7	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	F=27
	8.45	4.02	2.55	1.82	1.10	0.90	0.63	0.54	0.47	0.18	0.17	0.09	0.06	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V
$F(n_i)$	6	$7\frac{1}{2}$	3	3	4

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.682\ P(k_i) - 6.60$ $r = 0.96$

$\sigma = 1.682$

$m = 1.811$

équation de la courbe ajustée : $n = 6.64 \exp(-0.176\ R^2)$

Tab. 12- Parcelle *6: Chabrey-La Motte décharge, Schoenetum nigricantis

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9522$
$\alpha = 8.8768$
$n_1 = 8.4529$

n_i	1	2	3	4	9	16	N=41
$F(n_i)$	2	2	2	1	1	1	F=9
	3.27	1.51	0.92	0.64	0.19	0.06	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV
$F(n_i)$	2	$3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.574\ P(k_i) - 6.28$ $r = 0.97$

$\sigma = 1.574$

$m = 1.593$

équation de la courbe ajustée : $n = 2.53 \exp(-0.202\ R^2)$

Tab. 13 - Parcelle *7: Portalban, Schoenetum nigricantis

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9201$
$\alpha = 3.5622$
$n_1 = 3.2775$

n_i	1	2	3	4	5	6	7	8	11	21	52	N=171
$F(N_i)$	12	6	2	1	2	1	1	2	1	1	1	F=30
	10.29	4.81	2.99	2.10	1.57	1.22	0.98	0.80	0.47	0.13	0.01	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	9	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	2	1	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.523\ P(k_i) - 6.26$ $r = 0.92$

$\sigma = 1.523$

$m = 1.358$

équation de la courbe ajustée : $n = 8.11 \exp(-0.215\ R^2)$

Tab. 14- Parcelle *8: Cheyres CFF, Cladietum marisci

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9048$
$\alpha = 10.2044$
$n_1 = 9.2331$

n_i	1	2	3	4	5	6	9	11	27	N=97
$F(n_i)$	7	8	2	1	1	2	1	1	1	F=24
	9.23	4.18	2.52	1.71	1.24	0.93	0.46	0.31	0.03	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V
$F(n_i)$	$7\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	2	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.444\ P(k_i) - 5.30$ $r = 0.94$

$\sigma = 1.444$

$m = 1.915$

équation de la courbe ajustée : $n = 6.91 \exp(-0.240\ R^2)$

Tab. 15- Parcelle *9: Cheyres Grappa, Cladietum marisci

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9476$
$\alpha = 12.8873$
$n_1 = 12.2119$

n_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$F(n_i)$	13	3	2	4	2	2	2	2	1
	12.21	5.79	3.66	2.60	1.97	1.56	1.26	1.05	0.98

n_i	12	13	14	16	17	23	36	N=233
$F(n_i)$	1	1	1	1	1	1	1	F=38
	0.56	0.49	0.43	0.34	0.30	0.16	0.05	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V	VI
$F(n_i)$	8	$5\frac{1}{2}$	9	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	1

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.654\ P(k_i) - 6.48$ $r = 0.96$

$\sigma = 1.654$

$m = 1.793$

équation de la courbe ajustée : $n = 9.41 \exp(-0.183\ R^2)$

Tab. 16- Parcelle *10: Cheyres Rochette, Cladietum marisci

Série logarithmique:

définie par : $x = 0.9242$
$\alpha = 8.5274$
$n_1 = 7.8812$

n_i	1	2	3	4	9	20	21	N=104
$F(n_i)$	10	2	4	2	1	2	1	F=22
	7.89	3.64	2.24	1.56	0.47	0.09	0.08	

Modèle log-normal:

Classes	I	II	III	IV	V
$F(n_i)$	6	6	1	1	3

droite des probits: $\log_2 F(n_i) = 1.547\ P(k_i) - 6.44$ $r = 0.90$

$\sigma = 1.547$

$m = 1.296$

équation de la courbe ajustée : $n = 5.93 \exp(-0.209\ R^2)$

Nous avons réuni les données caractéristiques de chacun des modèles dans la tabelle 17, qui nous donne un résumé simple de notre longue liste de résultats.

A partir de ces données, nous ne pouvons pas déduire une corrélation directe entre l'association végétale et le comportement global des populations animales qui s'y rapportent.

Tab. 17- Récapitulatif des données caractéristiques par parcelle de chacun des modèles, où n_1 est le nombre théorique, selon le modèle des séries logarithmiques, de familles possédant un individu; α est la constante de répartition en série logarithmique; m est la moyenne de la répartition du modèle log-normal; σ est l'écart type de ce même modèle.

	Cud. ce. *1	Mot. ce. *2	Por. ce. *3	Cud. cp. *4	Motl. sch. *5	Motd. sch. *6	Por. sch. *7	ChCFF. mar. *8	ChGra. mar. *9	ChRoc. mar. *10
Fisher										
n_1	8.457	6.169	12.487	10.909	8.453	3.278	10.286	9.233	12.212	7.881
α	8.779	6.371	13.496	11.971	8.877	3.562	11.007	10.204	12.887	8.527
Preston										
m	2.023	2.233	1.269	1.273	1.811	1.593	1.358	1.915	1.793	1.296
σ	1.720	1.971	1.452	1.320	1.682	1.574	1.523	1.444	1.654	1.547

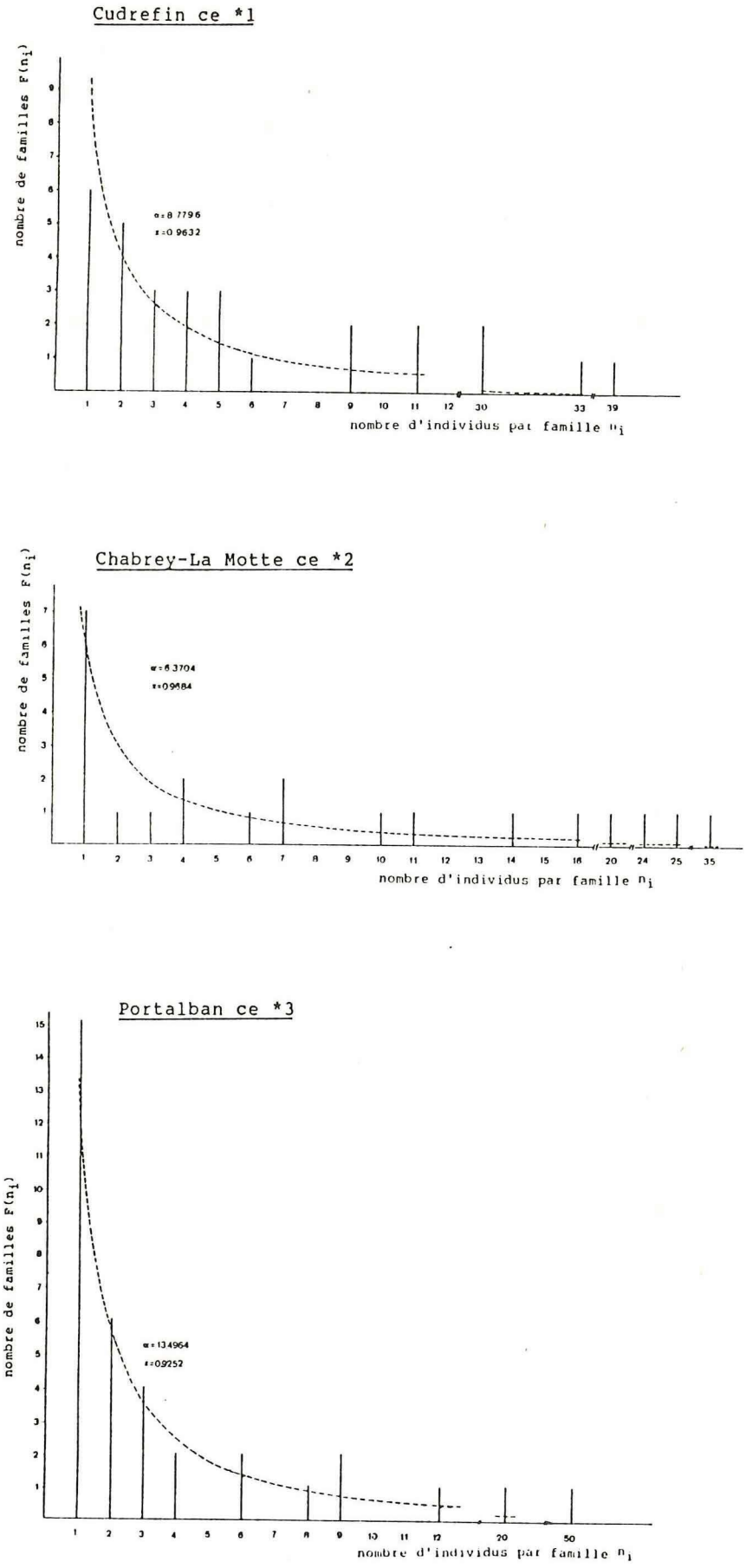
En effet, pour chaque association végétale, nous obtenons des paramètres de répartition de la population qui varient de parcelle à parcelle dans des proportions identiques. Aucune donnée caractéristique d'un des modèles de Fisher ou Preston n'est constante pour une association et il n'y a pas de palliers distincts entre les valeurs de ces données par association.

De plus, le nombre d'individus récoltés est insuffisant pour nous permettre de sélectionner l'un ou l'autre modèle comme s'adaptant le mieux à la répartition de nos peuplements. Nous ne pouvons donc choisir lequel des modèles,de Fisher ou de Preston, est le plus représentatif des populations animales de nos parcelles.

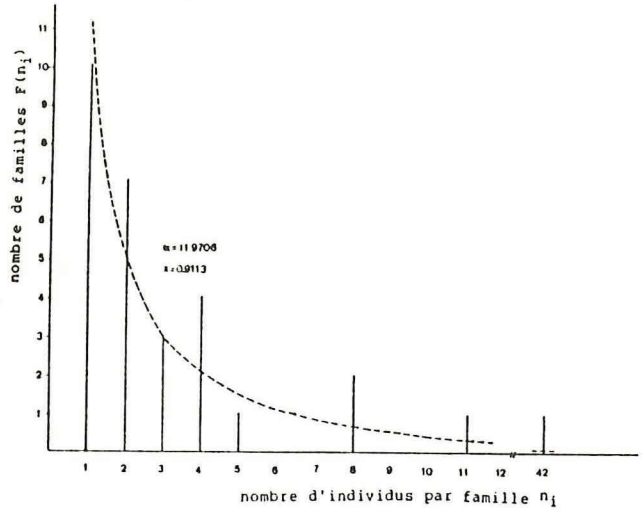
Par conséquent, nous allons utiliser pour la suite du travail les conclusions établies par les deux auteurs de ces modèles:

- l'adaptation d'une courbe de série logarithmique (modèle de Fisher) à nos données permet d'affirmer que l'échantillonnage a été fait au hasard. Ceci est nécessaire pour le calcul d'indices de diversité (se rapporter à ce sujet au travail de Mlle Dorthe).
- l'adaptation d'une courbe log-normale (modèle de Preston) à nos données nous permet d'estimer la validité de notre méthode de détermination jusqu'au niveau taxonomique de la famille (se reporter au point 5.2 du présent travail).

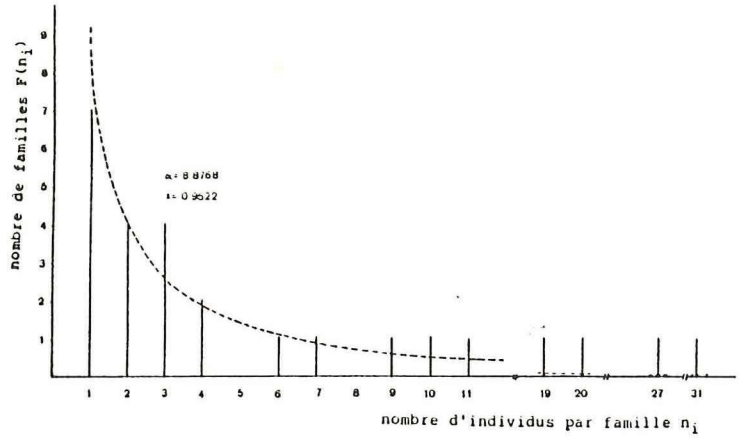
Fig.14- Courbes des séries logarithmiques, modèle de Fisher où |||| correspond au nombre de familles observées ($F(n_i)$) avec n_i individus et ------ correspond aux mêmes valeurs calculées selon le modèle théorique.



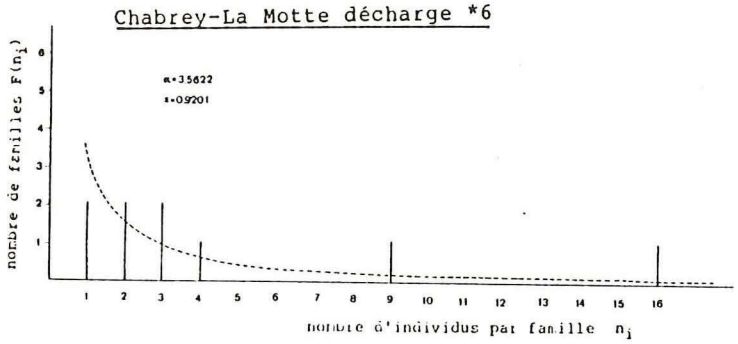
Cudrefin cp *4



Chabrey-La Motte lac *5



Chabrey-La Motte décharge *6



Portalban *7

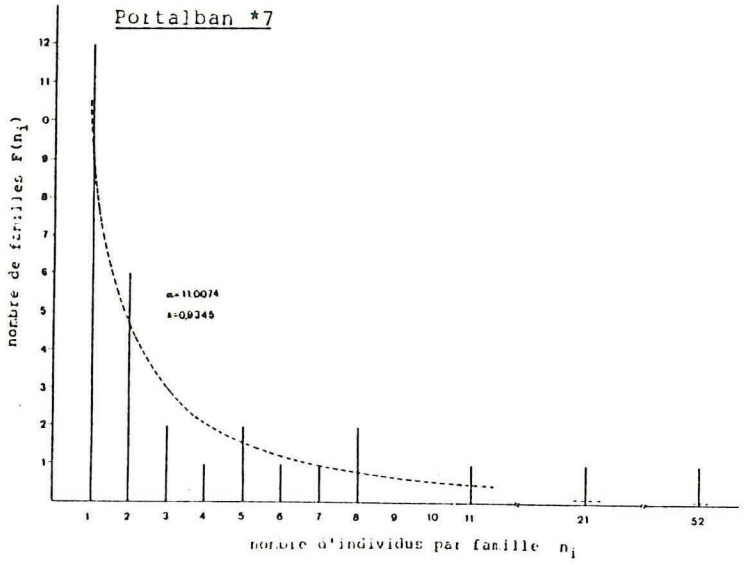
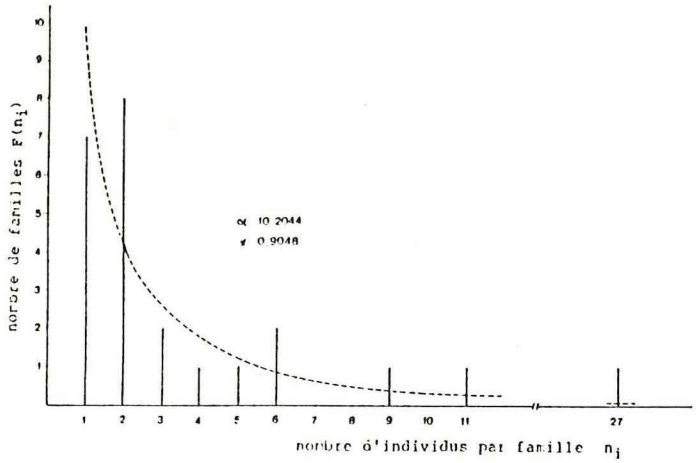
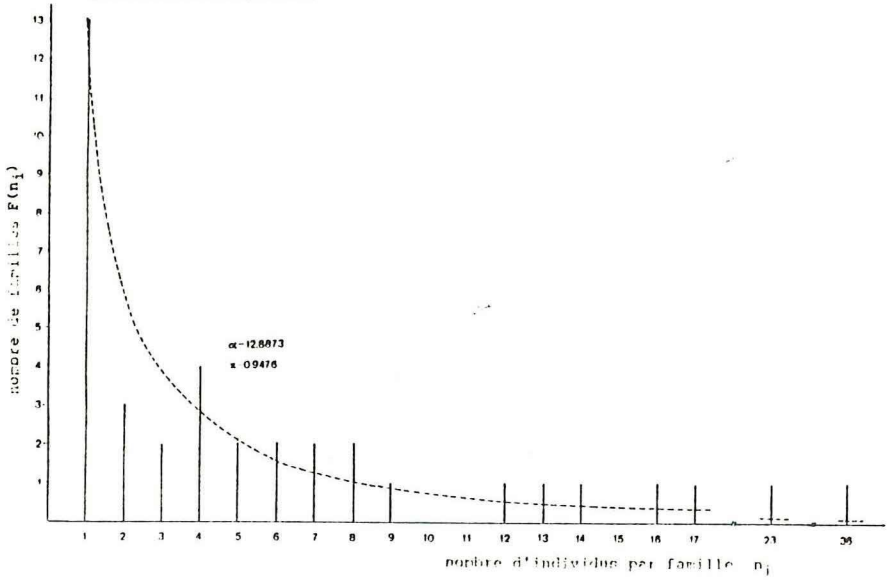


Fig.14- Suite

Cheyres CFF *8



Cheyres Grappa *9



Cheyres-La Rochette *10

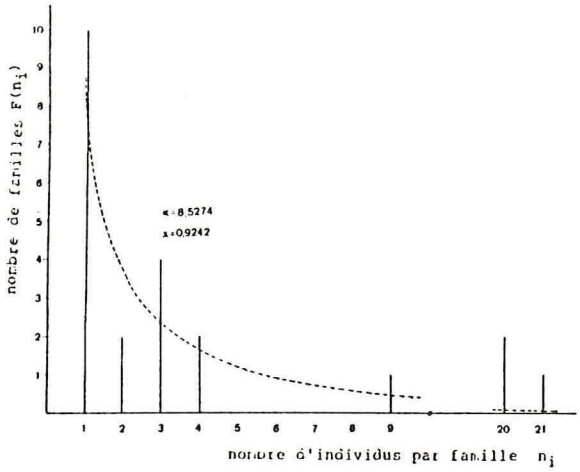
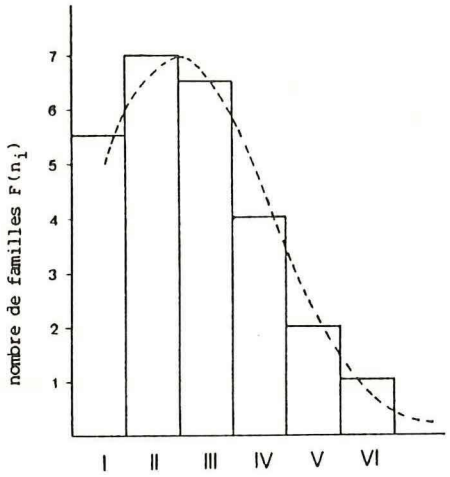
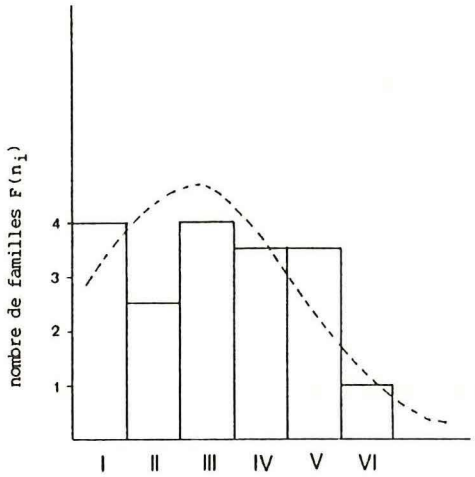


Fig.15- Courbes log-normales, modèle de Preston où correspond aux valeurs observées réunies en octaves et ---- correspond aux valeurs calculées selon le modèle théorique.

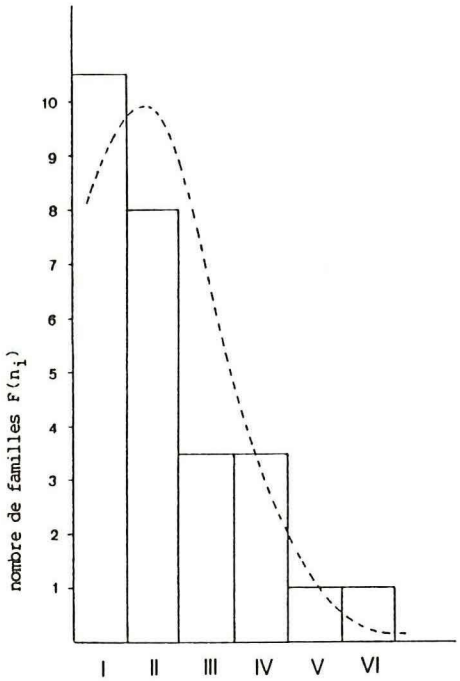
Cudrefin ce *1



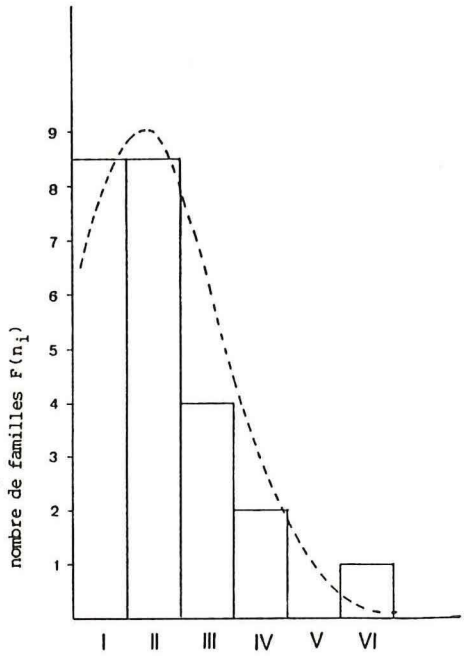
Chabrey-La Motte ce *2



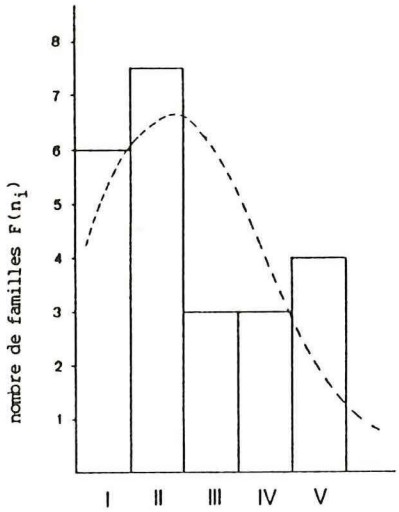
Portalban ce *3



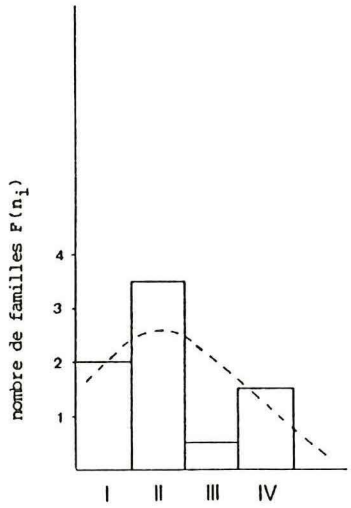
Cudrefin cp *4



Chabrey-La Motte lac *5



Chabrey-La Motte décharge *6



5. Discussion

5.1. Les méthodes

5.1.1. Taille des parcelles

Pour mener à bien l'étude d'un peuplement , un facteur très important doit être déterminé: la surface totale d'échantillonnage. En effet, il faut choisir une surface qui soit suffisamment grande pour être représentative du peuplement. Toutefois, il faut être conscient qu'une surface trop grande pose des problèmes techniques pour établir le relevé de la faune. Pour choisir la taille optimale de la surface de relevé, il faut déterminer, selon Lamotte et Bourlière (1969), la loi de variation du nombre d'espèces en fonction de la surface fouillée. Cette relation prend en général la forme d'une courbe qui s'aplatit de plus en plus (voir figure 16). La pente et la forme de la courbe dépendent de la répartition des espèces au sein du peuplement (Peet 1974).

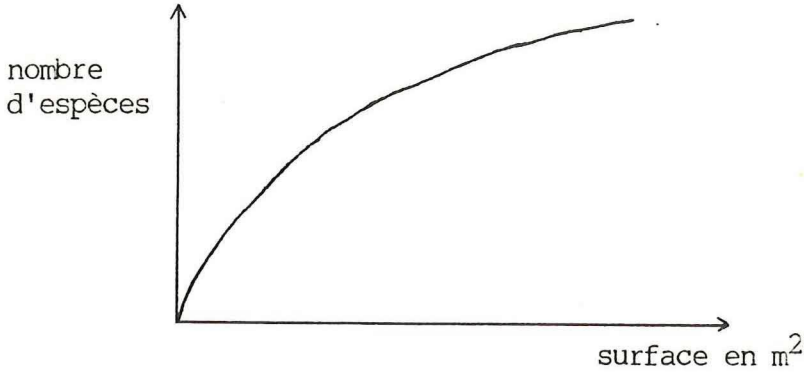


Fig.16 - Courbe représentative de la variation du nombre d'espèces récoltées en fonction de la surface prospectée.

On estime que l'échantillonnage est suffisant lorsqu'une augmentation de 10% de la surface apporte moins de 10% d'augmentation

du nombre total d'espèces récoltées.

Souvent, il est très difficile d'atteindre la surface d'échantillonnage idéale et il faut alors multiplier les prélèvements, c'est-à-dire les unités de relevés. Il est préférable de prendre un nombre maximum de relevés de petite taille (référence à Petrusewicz et Macfayden 1970).

La taille de l'unité de relevé dépend de la grandeur, mobilité et abondance des espèces. Si elle est trop petite, par rapport à la grandeur des organismes, nous n'obtiendrons aucune indication sur la fréquence de ces organismes. Cependant, plus la surface est grande, plus le temps de travail sera important et plus petit sera le nombre d'échantillons collectés avec le même labeur. Il est donc opportun de choisir la plus petite unité de relevé permise. Cette expression "la plus petite permise" est très subjective. La taille d'un mètre carré a été choisie car elle permet d'échantillonner valablement les invertébrés les plus abondants.

Il ne nous était matériellement pas possible de déterminer la surface idéale d'échantillonnage. Nous avons donc fait nos prélèvements dans divers lieux des trois associations en pensant pouvoir sommer les résultats si les populations étaient identiques.

Pour la discussion de ce choix, l'on se repportera au travail de Mademoiselle C. Dorthe (1986), qui s'est basée sur le calcul des indices de similitude de Sørensen et de Bray et Curtis pour établir le degré d'identité entre les parcelles traitées.

5.1.2. Valeurs pour la productivité primaire

Pour établir les valeurs de productivité primaire, nous avons

utilisé une méthode très simplifiée. Les résultats obtenus ont la caractéristique d'être comparables de parcelle à parcelle, puisque établis toujours selon la même méthode.

Ces résultats ne peuvent toutefois pas être présentés comme absolus car la méthode en elle-même introduit un certain nombre de facteurs artificiels influençant la croissance de la végétation:

- le fait de couper les plantes au début de la période de végétation peut causer des dommages provoquant un ralentissement, voir un arrêt de la croissance.
- le retrait de la litière et des mousses permet un ensoleillement beaucoup plus intense de la zone fauchée et favorise peut-être une croissance plus rapide de la végétation.

De plus, nous avons effectué nos mesures sur un demi-mètre carré pour chaque parcelle. Il est certain que la structure de la végétation sur une surface aussi restreinte influence énormément la valeur de la biomasse. Faute de temps, il ne nous a pas été possible d'atténuer les variations de la biomasse en fonction du choix du lieu de fauchage. Nous aurions dû réaliser pour chaque parcelle plusieurs relevés d'un demi-mètre carré et en établir la moyenne.

5.2. Détermination

Tout notre travail repose sur une détermination des invertébrés jusqu'au niveau de la famille. La discussion de la validité des résultats, à partir de ce présupposé, est très délicate. Certains paramètres ne sont pas modifiés par cette détermination à un niveau plus élevé de taxonomie: la productivité primaire, le nombre total d'individus et la biomasse animale. Par contre, le nom-

bre d'espèces est nécessairement plus élevé que le nombre de familles dans un échantillon. Ceci aura donc une influence sur les indices de diversité et les courbes d'abondances qui dépendent des unités de regroupement taxonomique utilisées.

Plusieurs indices nous font croire que l'erreur ainsi introduite est en fait un manque de précision, mais pas une erreur fondamentale:

1- la courbe du nombre de familles en fonction du logarithme du nombre d'individus.

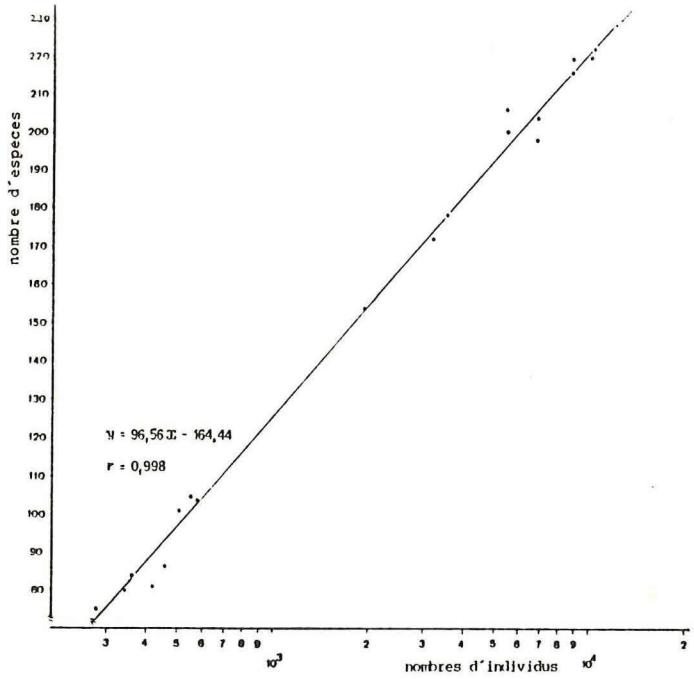


Fig. 17- Courbe du nombre d'individus en fonction du nombre d'espèces. (dessinée à partir de valeurs de Fisher et al.1943)

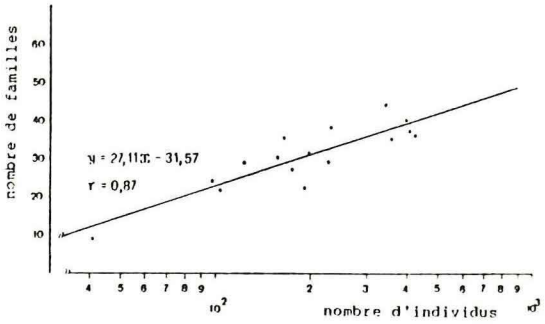
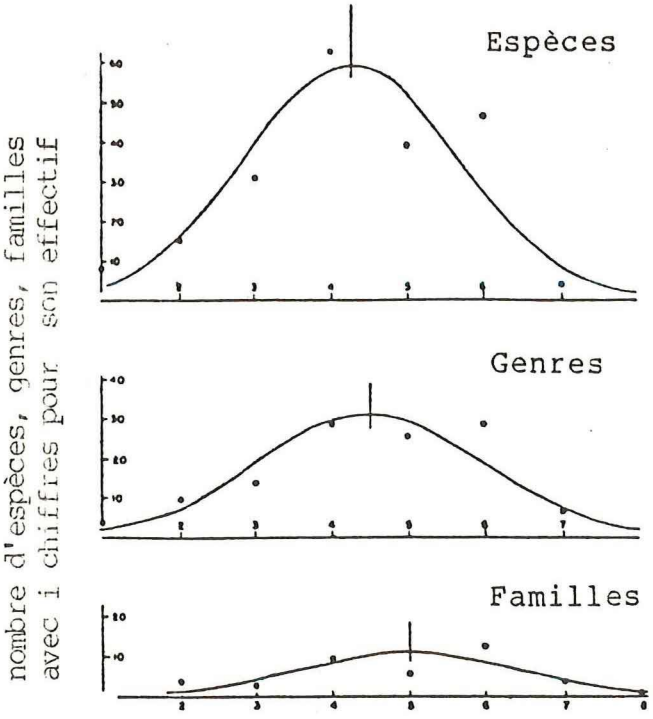


Fig. 18- Courbe du nombre d'individus en fonction du nombre de familles. (dessinée à partir résultats de nos dix parcelles et des parcelles cumulées)

Williams (dans Fisher et al. 1943) a montré qu'en reportant graphiquement le nombre d'espèces par rapport au logarithme du

nombre d'individus, on obtient une droite (figure 17). Or, si nous reportons d'une manière identique le nombre de familles par rapport au logarithme du nombre d'individus, nous obtenons également une droite, mais d'inclinaison moindre (figure 18).

2- l'ajustement du modèle log-normal aux résultats obtenus par la détermination jusqu'à la famille: Preston (1962) a démontré que la configuration de la courbe ajustée au nombre d'individus réunis par familles est la même que celle ajustée au nombre d'individus réunis par espèces. Ceci est illustré par la figure 19, tirée de Preston (1962).



nombre de chiffres de l'effectif des espèces.
ex: nbre 4 = effectif entre 1000 et 9999 (et log entre 3 et 4)

nombre de chiffres de l'effectif des genres.

nombre de chiffres de l'effectif des familles.

Fig. 19- Exemples de courbes ajustées au nombre d'individus d'un relevé réunis par espèces, genres puis familles, selon le modèle de Preston où • résultats observés

— courbes ajustées à ces résultats.

(tiré de Preston 1962)

Le nombre de familles est inférieur au nombre d'espèces mais la répartition des individus au sein de l'un ou de l'autre présente la même dispersion, autrement dit, le même écart type. De plus, par regroupement d'espèces avec un ou plusieurs individus, la densité des familles ne comprenant qu'un individu se trouve très logiquement être inférieure à la densité des espèces avec un individu. Cela se traduit par un déplacement de la courbe des familles par rapport à celle des espèces: sa moyenne est plus grande. Malgré tout, la courbe ajustée aux données de la détermination jusqu'à la famille représente effectivement le comportement général de la population étudiée.

Or, nous avons pu ajuster des courbes de modèle log-normal aux résultats de nos relevés, obtenus par détermination jusqu'à la famille. Sur la base de la démonstration faite par Preston de la fiabilité de ces courbes, nous avons donc admis qu'elles étaient suffisantes pour établir valablement le comportement de nos populations.

Il faut toutefois rester conscient qu'en utilisant un niveau élévé de regroupement taxonomique, nous ne pouvons pas nous prononcer sur la répartition des espèces mais uniquement sur celle des familles.

6. Conclusion

Le but du travail était de tester le type de corrélations existant entre le comportement des peuplements d'invertébrés et les associations végétales du marais de la rive sud du lac de Neuchâtel.

Nous présentons à la figure 20 un résumé des résultats obtenus pour la productivité primaire moyenne et la densité moyenne par association.

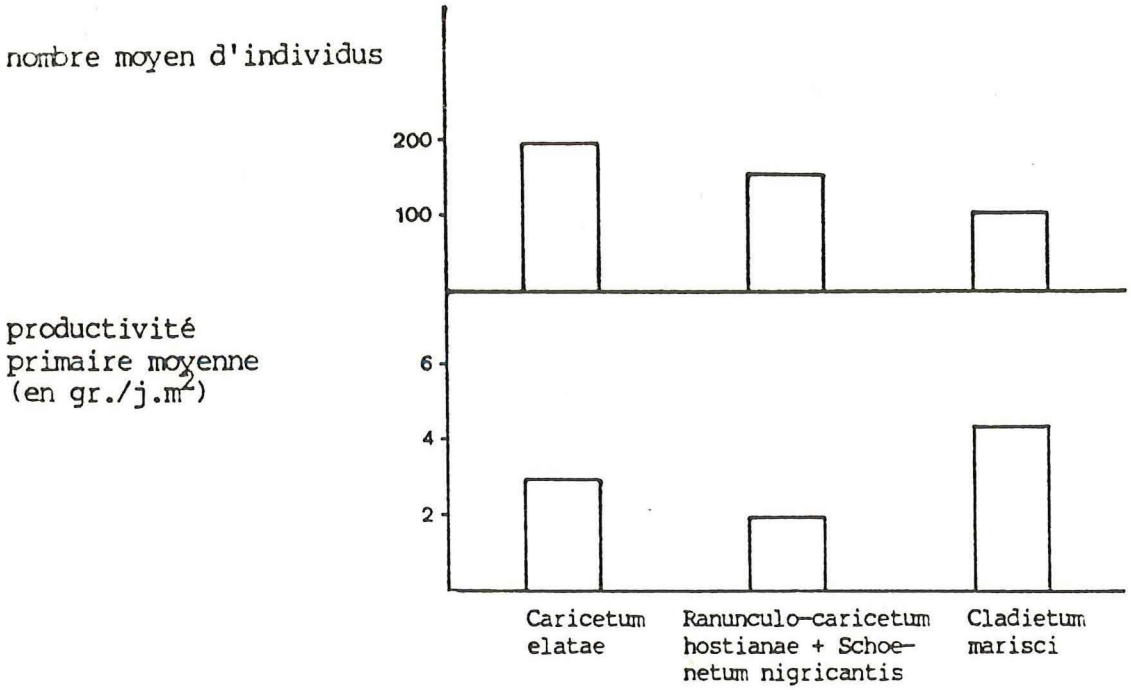


Fig. 20- Résumé par association des résultats des relevés d'invertébrés et de végétation.

Nous constatons que, pour le Caricetum elatae et le Schoenetum nigricantis, le nombre moyen d'individus (soit la densité) varie

parallèlement à la productivité primaire, ce qui n'est pas le cas du Cladietum marisci.

En première conclusion, nous pouvons donc dire qu'il n'existe pas de lien direct entre la productivité primaire et le nombre d'individus du peuplement d'invertébrés.

De plus, si nous considérons les courbes obtenues par ajustement des modèles de série logarithmique (Fisher) et log-normal (Preston) aux résultats de nos relevés, nous ne pouvons pas définir une valeur unique par association pour chacun des paramètres caractéristiques des deux modèles. Il n'existe pas une répartition typique de la faune invertébrée selon l'association végétale à laquelle elle est liée.

Toutefois, si l'on se limite à une seule famille, on peut mettre en évidence l'influence d'un certain nombre de facteurs sur sa répartition. Dans le cas des **Araneida** (paragraphe 4.3.1, page 40), l'association végétale et sa structure sont en relation étroite avec la répartition des familles. Par contre, la répartition des **Isopoda** (paragraphe 4.3.3, page 44) et des **Mollusca** (paragraphe 4.3.4, page 47) est elle déterminée par le degré de recouvrement en eau de la parcelle de relevé.

Pour obtenir une description globale de la répartition d'un peuplement d'invertébrés, il faut donc considérer tous les facteurs exerçant une influence. Nous pouvons encore citer au nombre des ces facteurs la situation géographique de la parcelle étudiée (problème des influences de l'environnement).

Nous obtenons suffisamment de corrélations pour nous permettre d'énoncer que le type d'association végétale n'est qu'**un** des facteurs responsables des comportements d'un peuplement d'inver-

tébrés.

Pour définir l'importance de ce facteur, Dorthe (1986) a calculé les indices de diversité et de similitude des dix parcelles d'étude, ainsi que la corrélation de la biomasse animale avec l'association végétale. Elle constate que le paramètre "association végétale" paraît être en relation plus importante dans le cas du Cladietum marisci que dans les autres associations. On peut donc avancer l'idée d'une association d'invertébrés relativement caractéristique du Cladietum marisci.

Résumé

Ce travail a pour but d'étudier le lien qu'il existe entre les associations végétales du marais de la rive sud du lac de Neuchâtel (Caricetum elatae, Ranunculo-Caricetum hostianae, Schoenetum nigricantis, Cladietum marisci) et leur contenu en invertébrés.

Pour ce faire, nous avons choisi dix parcelles réparties dans les différentes associations le long de la rive, de la réserve de Cudrefin à celle de Cheyres. Pour chaque parcelle nous avons établi:
- sa description phytosociologique
- sa productivité primaire
- le recensement de la population d'invertébrés sur une surface d'un mètre carré (détermination jusqu'à la famille).

Nous avons cherché à ajuster l'un des grands modèles écologiques décrivant la structure théorique des peuplements d'animaux (Motomura, Mac Arthur, Fisher, Preston) aux données établies par nos dix recensements.

Seuls les modèles de Fisher et Preston s'adaptent valablement à la répartition des individus capturés, classés par détermination jusqu'au niveau taxonomique de la famille.

A ce stade, nous devions évaluer l'efficacité de notre méthode de détermination pour la description du comportement de nos peuplements. En effet, tous les modèles théoriques testés sont définis pour traiter le comportement d'un peuplement dont les individus sont répartis par espèces. Or, Preston a établi que si l'on peut ajuster une courbe log-normale aux données des effectifs d'un peuplement réunis par familles, cette courbe possède les mêmes caractéristiques de dispersion que la courbe ajustée à la répartition des individus de ce peuplement par espèces, tout en étant déplacée. Cela nous permet d'affirmer que malgré notre méthode de détermination, nos résultats présentent une image fiable du comportement des peuplements d'invertébrés observés.

Dès lors, nous avons pu comparer les structures des peuplements des dix recensements en utilisant les données caractéristiques calculées à l'aide des deux modèles de Fisher et Preston.

Nous avons constaté qu'en utilisant uniquement le paramètre "variation de l'association végétale", il n'est pas possible de définir trois types de peuplements caractéristiques de chacune des associations. En effet, pour chaque association végétale nous obtenons des paramètres de répartition du peuplement qui varient de parcelle à parcelle dans des proportions identiques. Aucune donnée caractéristique d'un des modèles de Fisher ou Preston n'est constante pour une association. A l'aide de ces deux modèles, qui ne tiennent pas du tout compte de la dénomination taxonomique des familles, nous pouvons conclure à une homogénéité de la structure globale des peuplements d'invertébrés dans les différentes associations végétales du marais. Pour illustrer encore cette conclusion, il est intéressant de se reporter au travail de Mademoiselle C. Dorthe qui a traité ce problème d'homogénéité des peuplements observés au travers des indices de diversité et de similitude de chaque parcelle.

Si nous étudions la répartition d'une famille particulière, assortie de sa dénomination taxonomique, nous découvrons que, selon la famille, cette répartition peut être liée à l'association végétale (cas des **Araneida**). Pour obtenir une explication globale du comportement des peuplements d'invertébrés,il faut nécessairement considérer encore d'autres facteurs tels que la couverture en eau (influence illustrée par la répartition des **Isopoda** et des **Mollusca**), l'emplacement géographique, la structure de la végétation. Donc, l'association végétale n'est qu'**un** des facteurs déterminant la structure et le comportement des peuplements d'invertébrés.

Remerciements

Nous tenons à adresser notre reconnaissance à Monsieur le Professeur Dietrich Meyer pour nous avoir donné la possibilité de réaliser notre travail dans son laboratoire en nous accompagnant de ses précieux conseils.

Nos vifs remerciements s'adressent également à Messieurs les Professeurs C. Béguin et J.-M. Gobat, Monsieur A. Buttler de l'Université de Neuchâtel ainsi que Monsieur C. Roulier de Pro Natura Helvetica pour leurs conseils et leur aide technique lors de notre travail dans le terrain.

Nous remercions de même Mademoiselle D. Studemann, Messieurs A. Fasel et R. Foelix, ainsi que Messieurs C. Dufour et M. Dethier pour leur aimable collaboration au moment de la détermination des invertébrés récoltés.

Nous remercions tout spécialement Mademoiselle C. Dorthe pour sa collaboration. Et finalement, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont patiemment aidée pour la mise en page de ce travail.

Bibliographie

BÄRMANN R., (1978), Tabellen zum Bestimmen der Dipteren-Familien , in **Entomologische Nachrichten 10**, 159-161.

BALOGH J., (1956), **Lebengemeinschaften der Landtiere**, Akademie Verlag, Berlin.

BERTRAND H., Tableau des larves aquatiques de coléoptères, in **L'entomologiste VIII (3-4)**, 95-110.

BERTRAND H., (1972), **Larves et nymphes des coléoptères aquatiques du globe**, Imprimerie F. Paillart, Paris.

BRAUN-BLANQUET J., (1951), **Pflanzensoziologie**, 2. Auflage , Springer Verlag, Wien.

BROHMER P., **Fauna von Deutschland**, 8. Auflage, Quelle and Meyer, Heidelberg.

BRYCE D., HOBART A., (1972), The biology and identification of the larvae of the **Chironomidae**, in **Entomologist's Gazette 23**, V.B. Pike Printers, Northamptonshire.

BULLOCK J.A., (1970), The investigation of samples containing many species: I. Sample description, in **Biol. Linn. Soc. 3**, 1-21.

BUTTLER A., (1983), La rive sud du lac de Neuchâtel: histoire et végétation, tiré à part de **Eco informations, numéro 8**, rédaction par: Groupe de travail pour l'enseignement de l'écologie, CH-2022 Bevaix.

BUTTLER A., Rapport intermédiaire interne de mon travail de thèse: écologie des marais non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel, (non publié), Université de Neuchâtel.

DAGET J., (1976), **Les modèles mathématiques en écologie**, Masson, Paris.

DORTHE C., (1986), **Etude synécologique de la faune d'invertébrés sur les rives du lac de Neuchâtel II** : Les indices de diversité et leur rapport avec les prairies marécageuses, (non publié), Université de Fribourg.

EIDMANN H., KÜHLHORN F., (1970), **Lehrbuch der Entomologie**, 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin.

ENGEN S., TAILLIE C., (1977), A basic development of abundance models: community description, in **Statistical distributions in ecological work** (J.K. Ord et al. ED.), 289-311, International Cooperative Publishing House, Fairland, Maryland.

FISHER R.A., Corbet A. and Williams C.B., (1943), The relation between the number of species and the nomber of individuals in a random sample of an ani-mal population, in **J. Anim. Ecol. 12**, 42-59.

GEYER D., (1909), **Unsere Land- und Süswasser-Mollusken**, K.G. Lutz Verlag, Stuttgart.

GILLER P.S., (1984), **Community structure and the niche**, Chapman and Hall, London and New York.

HENNIG W., (1968), **Die Larvenformen der Dipteren** (Teil 1,2,3), Akademische Verlag, Berlin.

HENGENWELD R., KOOIJMAN S.A.L.M., TAILLIE C., (1972), A spatial model explaining species-abundance curves, in **Statistical distributions in ecological work** (J.K. Ord et al. ED.), 333-367.

HURLBERT S. H., (1971), The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters, in **Ecology 52**, 577-586.

INAGAKI H., (1967), Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive, in **Vie et milieu 18(1) B**, 153-166.

JEANNEL R., (1967), Coléoptères carabiques I et II, in **Faune de France 39**, Librairie de la faculté de Sciences, Paris.

JURZITZA G., (1978), **Unser Libellen**, 1. Auflage, Bunte Kosmos-Taschenführer, Stuttgart.

KERNEY M.P., CAMERON R., JUNGBLUTH J.H., (1983), **Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas**, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin.

KLAUSNITZER B., (1978), **Ordnung Coleoptera (Larven)**, Dr.W. Junk Publishers, The Hague.

KREBS C.J., (1972), **Ecology**, Harper and Row Publishers, New York.

LAMOTTE M. et BOURLIERE F., (1969), **Problèmes d'écologie: Echantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres**, Masson and cie, Paris.

LLOYD M., GHELARDI R.J., (1964), A table for calculating the "equitability" component of species diversity, in **J. Anim. Ecol. 33**, 217-225.

MAC ARTHUR R.H., (1960), On the relative abundance of species, in **American Naturalist**, 25-36.

MASSON AND CIE, (1951), **Insectes supérieurs et hémiptéroïdes, Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie**, Tome X, premier fascicule.

PAULIAN R., (1971), **Atlas des larves d'insectes de France**, troisième édition, Ed. Boubée, Paris.

PEET R. K., (1974), The measurement of species diversity, in **Am. Rev. Ecol. Syst. 5**, 285-308.

PETRUSEWICZ K. and MACFADYEN A., (1970), **Productivity of terrestrial animals**, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.

PIELOU E.C., (1969), **An intoduction to mathematical ecology**, Wiley Interscience, New York, 203-220.

PRESTON F.W., (1948), The commonness and rarity of species, in **Ecology 29(3)**, 254-283.

ROULIER C., (1983), Contribution à l'étude phytosociologique des groupements végétaux non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel, in **Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 72(1/2)**, 75-125.

RUSSENBERGER H., (1975), Spinnen unserer Heimat, in **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 27.**

SACHS L., (1969), **Statistische Auswertungsmethoden**, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin and Heidelberg.

STICHEL W., **Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen**, 2. Heft, II. Europa (Hemiptera-Heteroptera Europae), Berlin-Hermstdorf.

VILLIERS A., (1977), **Atlas des hémiptères de France**, Société nouvelle des Ed. Boubée, Paris.

WHITTAKER R.H., (1972), Evolution and measurement of species diversity, in **Taxon 21**, 213-251.

WILLIAMS C.B., (1964), **Patterns in the balance of Nature and related problems in quantitative ecology**, Academic Press, London and New York.

Annexe 1-

RESULTATS DES RELEVES DES CARRES DE RAMASSAGE

Lieu:		Cud.	Mot.	Por.	Cud.	Motl.	Motd.	Por.	ChCFF.	ChGra.	ChRoc.
Association:		ce.	ce.	ce.	cp.	sch.	sch.	sch.	mar.	mar.	mar.
Date:		7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85
Parcelle:		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
ORDRES	FAMILLES										
Araneae	Lycosidae	39	35	20	42	19	4	5	3	23	3
	Clubionidae	5	7	8	3	11	3	8	27	16	20
	Pisauridae	2			4		2	2	2		1
	Araneidae		6	2		2		6	5	5	9
	Zodarionidae	3	3	1		3					2
	Drassodidae	1			2						
	Hahniidae			2		2		4	1		1
	Thomisidae			1	2	3		2			
	Salticidae			4			9	1	2	1	4
	Inconnus	5					1	2	3	3	1
Coleoptera	Carabidae	11	25	1	4	7		8	9	7	3
	Staphilinidae	5	11		1	1		3	6	4	3
	Hydrophilidae	2		9	3	6		1			1
	Byrrhidae			2							
	Pselaphidae			1	1						1
	Dryopidae	3			8	1		2		4	
	Hygrobiidae	2			4						
	Dysticidae										
	Dysticinae	4	4			5			1	4	
	Hydroporinae					26					
	Chrysomelidae		1								1
	Cantharidae				1						
	Helodidae				3				2		
	Elateridae							1			
	Colydiidae							2			
	Lathridiidae							3			
	Curculionidae						1				
	Lampiridae				1					1	
	Haliplidae									1	
	Meliridae									2	
	Inconnus									1	

Annexe 1- Suite

		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Basomma-tophora	Lymnaeidae										
	Lymnaea truncatula			2	1				2		
	L. palustris			1						10	
	L. sp.				1					3	
	Planorbidae										
	Planorbis planorbis	5			2	4				3	
	P. carinatus		1								
	Anisus leucostomus	8	23		9	23		2			
	Bathyomphalus contortus	17		6						10	
	Physidae										
	Aplexa hypnorum			1							
Mesogas-tropoda	Bulimidae										
	Bithynia tentaculata				1	3				2	
	Valvatidae										
	Valvata cristata									1	
	Inconnus			1							
Eulamelli-branchiata	Sphaeridae										
	Sphaerium	10				2			1		
	Pisidium sp.	1			8					4	
Odonata	Libellulidae	1	7	3	1	4				6	
Diptera	Chironomidae									1	
	Ceratopogonidae			1							
	Stratiomyidae			1		4				17	
	Drosophilidae			1							
	Inconnus		1	1				1		1	
Trichoptera	Hydroptilidae									1	
	Leptoceridae			1							
Hirudinea	Hirudidae	2		2	2						
Oligochaeta	Lumbricidae	4		12	2	1	2				
	Lumbriculidae							1			
	Inconnus			3	1				1	3	4

Annexe 1- Suite

		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Heteroptera	Nabidae										
	Nabis limbatus	2	2			8		5	2	1	
	Nabis myrmicoïdes					2					
	Miridae	1									
	Saldidae										
	Chartosincta sincta	1	1		1				2	5	
	Lygaeidae										
	Pachybrachus fracticalli		1								
	Pachybrachus luridus									1	
	Notonectidae					1					
	Hebridae										
	Hebrus ruficeps							1			
Homoptera	Jassidae	6	16	2				1	4	1	
	Delphacidae		1		4	1		11		1	1
	Cercopidae			2							
Hymenoptera	Myrmicidae	30	4	9	4			52			
	Formicidae			4	2		16	7	1	2	3
	Ichneumonidae							1			
	Dryinidae							1			
Isopoda	Asellus aquaticus	33	10	50	5	20			2	36	
	Ligiidae		14					21	6	8	20
	Porcellionidae	1	1	2		2	3		11	8	21
	Trichoniscidae							1			
	Oniscidae										1
Stylomma-tophora	Succineidae										
	Oxyloma elegans	9		3		3				9	2
	Vertiginidae										
	Vertigo moulinsiana									4	
	Vertigo antivertigo									3	
	Zonitidae										
	Zonitoïdes nitidus	4	20	1		2			1	12	1
	Euconulidae										
	Euconulus fulvus	3		6	2	1			1	6	
	Helicidae										
	Trichia hispida	9		1		9					

Annexe 1- Suite

		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Lepidoptera	Arctiidae	1								1	
	Inconnus					1					
Saltatoria	Tetrigidae		1								
	Acrididae			1				1			
Plannipennia	Chrysopidae				1						
Blattaria	Blattidae							1			
Opiliones	Nemastomatidae								2	1	1
	N_i	230	195	167	123	177	41	157	97	233	104
	N_f	29	22	35	29	27	9	30	24	38	22
	B_a	7,887	2,879	4,342	1,855	2,802	2,123	1,536	1,115	5,803	0,970

Symboles: N_i: nombres d'individus
N_f: nombres de familles
B_a: biomasse animale

Cu: Cudrefin
Po: Portalban
Motl: Motte près du lac
Motd: Motte près de la décharge
ChCFF: Cheyres près de la ligne CFF
ChGra: Cheyres Grappa
ChRoc: Cheyres Rochette

ce: carex elatae
cp: carex paniceae
sch: schoenetum nigricantis
mar: cladietum marisqui

Annexe 2 - Résultats des relevés pour les épaves de mollusques recoltées dans les carrés de ramassage.

Lieu		Cud.	Mot.	Por.	Cud.	Motl.	Motd.	Por.	ChCFF.	ChGra.	ChRoc.
Association		ce.	ce.	ce.	cp.	sch.	sch.	sch.	mar.	mar.	mar.
Parcelle		*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10
Ordres	Familles										
Stylommatophora	Succineidae										
	Oxyloma elegans	2	2	1		1			1	3	
	Vertiginidae										
	Vertigo moulinsiana	1	1							4	
	Zonitidae										
	Zonitoïdes nitidus	3	15	1					1		1
	Euconulidae										
	Euconulus fulvus		8						3	1	2
	Helicidae										
	Trichia hispida	10	1	2		1					
	Cepea nemoralis		1								
	Cochlicopidae										
	Cochlicopa lubrica	3	3		1						
	Endodontidae										
	Discus rotundatus						1				

Annexe 2- Suite

Basommatophora	Lymnaeidae										
	Lymnaea truncatula		1	2	6	2					
	L. palustris	1	1			6				5	
	L. sp.	4		3		8				1	
	Planorbidae										
	Planorbis planorbis	6	4		7						
	Anisus leucostomus	1	32		22	15					
	Bathyomphalus contortus	11		3						12	
	Physidae										
	Aplexa hypnorum				1						
	Acroloxidae										
	Acroloxus lacustris									3	
Mesogastropoda	Bulimidae										
	Bithynia tentaculata		5		1	5					
Eulamellibranchiata	Sphaeridae										
	Sphaerium	5									
	Pisidium sp.				1						
	N_i	48	74	15	38	38	1	1	7	26	3
	N_s	12	12	7	6	7	1	1	4	7	2

ce : **carex elata**
cp : **carex panicea**
sch: **schoenus nigricans**
mar: **cladium marisci**

N_i: nombre d'individus
N_s: nombre d'espèces