

UNIVERSITE DE NEUCHÂTEL

INSTITUT DE ZOOLOGIE

**Peuplements de Staphylinidae
(*Insecta, Coleoptera*)
de quelques prairies et champs cultivés
de l'ouest de la Suisse**

Décembre 1993

par
Alfred Wittwer
diplômé sciences naturelles EPFZ

Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel pour
l'obtention du grade de docteur ès sciences

Remerciements

Tout d'abord j'aimerais exprimer ma gratitude envers mon directeur de thèse, le Professeur Willy Matthey, qui m'a aiguillé sur le sujet passionnant des Staphylinidae et qui, toujours disponible, m'a conseillé tout au long de mon travail et qui a corrigé les manuscrits.

J'aimerais également remercier Daniel Borcard, l'auteur des analyses multivariées dans mon travail. Il m'a conseillé dans les questions statistiques et les discussions animées avec lui sur ce sujet ont été très fructueuses.

Un grand merci également à mes deux collègues Claudia Troxler et François Turrian pour leur collaboration sur le terrain du projet PN 22 "sol" et pendant les premières phases de ma thèse.

Le Docteur Claude Besuchet a mis à ma disposition la merveilleuse collection du Museum d'Histoire naturelle de Genève et les Docteurs Ivan Löbl et Daniel Burckardt m'ont beaucoup soutenu dans les problèmes d'identification. Qu'ils en soient ici remerciés!

Je tiens également à remercier les agriculteurs qui ont mis des terrains à disposition du projet PN 22 "sol", spécialement M. Vincent Dessaulles de Couvet, et le Dr. A. Maillard de la station de recherche fédérale de Changins.

J'aimerais également remercier Yves Borcard de m'avoir laissé utiliser la

belle illustration, dont il est l'auteur, de la vedette de ce travail:

Philonthus cognatus.

Et finalement un grand merci à mes collègues Philippe Thorens,
Alain Ducommun, Alexandre Büttler, Pascal Stucky et à Josiane Pont,
bibliothécaire, pour tous les petits et grands coups de pouces qui étaient
nécessaires pour m'aider à mener à bien le présent travail.

1. Introduction	
1.1 Cadre du travail	1
1.2 Qu'est-ce qu'un Staphylinidae ?	3
1.3 Les larves	5
1.4 Les sous-familles les plus fréquentes	6
2. Matériel et méthodes	11
3. Description des stations	16
4. Résultats	
4.1 Introduction	35
4.2.1 Les espèces capturées	36
4.2.2 Les peuplements des stations	
4.2.2.01 Belp, prairie fauchée	42
4.2.2.02 Couvet, prairie fauchée	43
4.2.2.03 Couvet, prairie pâturée	45
4.2.2.04 Dombresson, prairie pâturée	46
4.2.2.05 Changins, prairie pâturée	47
4.2.2.06 Changins, blé semis direct	47
4.2.2.07 Changins, blé conventionnel	47
4.2.2.08 Lützelflüh, orge conventionnel	48
4.2.2.09 Lützelflüh, épeautre biodynamique	49
4.2.2.10 Couvet, orge semis direct	50
4.2.3 Caractéristiques d'un peuplement moyen de sol cultivé	51
4.3 L'influence des facteurs écologiques sur les espèces	
4.3.1 Analyse factorielle des correspondances	54
4.3.2 Analyse manuelle facteur par facteur	61
4.3.3 Influence des facteurs abiotiques sur la répartition des espèces	62
4.3.4 Espèces bioindicatrices	70

4.4	Comparaison des peuplements entre les stations	
4.4.1	Les champs de céréales	
4.4.1.1	Considérations générales	76
4.4.1.2	Comparaison entre les deux champs de céréales de Lützelflüh	77
4.4.2	Les prairies permanentes	
4.4.2.1	Comparaison pâture - prairie fauchée	80
4.4.2.2	Comparaison prairie intensive - prairie extensive	81
4.4.3	Similarité des peuplements	82
4.4.4	Diversité des peuplements	83
4.5	L'utilisation du piège Barber dans l'étude des peuplements faunistiques	
4.5.1	Considération générales	88
4.5.2	Le piège Barber dans la description des peuplements faunistiques	89
4.5.3	Estimation du nombre total d'espèces	91
4.5.4	Discussion	98
5.	Discussion	
5.1	Peuplement des Staphylinidae des champs cultivés	100
5.2	Comparaison des types de culture	102
5.3	Origine des espèces	104
5.4	Méthodes	106
5.5	Facteurs environnementaux	107
5.6	Rôle des Staphylinidae dans l'agroécosystème	110
5.7	Comment favoriser les Staphylinidae des milieux agraires? ...	112
6.	Résumé / Zusammenfassung	114
7.	Bibliographie	117
8.	Annexes	
8.1.	Fiches d'espèces	125
8.2.	Tableaux de capture de toutes les stations	149

1. Introduction

1.1 Cadre du travail

Il n'y a guère de sol qui ne soit colonisé par une riche faune d'invertébrés qui accomplit un travail indispensable dans la destruction de la matière organique et dans la formation de l'humus. Ainsi, l'activité de la pédofaune contribue à structurer le sol et assure sa fertilité à long terme (DUCOMMUN, 1989).

Dans tout écosystème des changements sont engendrés par des influences anthropiques. Citons l'immission de substances toxiques ou des travaux agricoles tel que le labour, l'épandage d'engrais, le fauchage, le pacage ou l'utilisation de pesticides qui ont des répercussions sur la composition qualitative et quantitative de la faune (GILGENBERG, 1986; PFIFFNER, 1990).

Les réactions vis-à-vis de facteurs environnementaux sont différentes selon les espèces. Donc, il devrait être possible de trouver un certain nombre d'espèces bioindicatrices à l'aide desquelles la qualité et l'état d'un milieu pourront être jugées (MATTHEY et al., 1990; VOELKL, 1991). Selon SCHUBERT (1985) les bioindicateurs sont des organismes ou groupes d'organismes dont les exigences écologiques sont assez étroites à l'égard de certains facteurs abiotiques pour qu'ils puissent servir d'indicateurs de ces derniers. Ceci en analogie avec le système existant depuis bientôt un siècle en limnologie où la qualité et la valeur naturelle des cours d'eau sont jugées en utilisant des bioindicateurs aquatiques (VERNEAUX, 1976).

De plus, l'action des prédateurs polyphages gagne en intérêt dans la recherche de systèmes de protection de plantes ménageant l'environnement (ALTIERI & WHITCOMB, 1979; KELLER, 1987; WETZEL et al., 1987; PERRIN, 1980). La production intégrée essaie de favoriser les prédateurs possibles (antagonistes) de différents ravageurs, pour bénéficier au maximum de

l'auto-régulation naturelle de l'équilibre écologique des biocénoses. Cette technique permet de minimaliser l'utilisation de produits phytosanitaires et de réduire les effets néfastes qui leur sont liés. Pour y parvenir, il est indispensable d'acquérir de bonnes connaissances sur la biologie et sur le comportement de ces antagonistes (VICKERMAN & SUNDERLAND, 1975).

Un des projets mené dans le cadre du programme national de recherche PN22 du Fond National ("Utilisation du sol en Suisse") portait le titre "Invertébrés bioindicateurs de la qualité des sols agricoles" (MATTHEY et al., 1990). Pour la première fois, un travail a traité plusieurs groupes d'organismes en même temps dans le but de trouver parmi la faune du sol des bioindicateurs susceptibles d'indiquer des facteurs de la qualité du sol.

Dix stations ont été prospectées sur un transect allant du Lac Léman (450m) aux hauteurs du Jura (1140m). Cinq d'entre elles sont des prairies permanentes exploitées plus ou moins intensivement depuis au moins 20 ans. Elles ont été comparées à cinq stations céréalières cultivées selon des modes différents.

Les groupes suivants ont été pris en considération: Carabes, Diptères à larves édaphiques, Araignées, Myriapodes, Lombricides, Acariens et Collemboles. C'est dans ce cadre également que nous avons étudié les Staphylinidae sans la sous-famille des Aleocharinae. Les Aleocharinae qui présentent le 20% des récoltes, n'ont pas été pris en compte en raison de leur identification très difficile.

Nous avons également essayé de faire le point sur les connaissances actuelles concernant les Staphylinidae des milieux agraires. L'annexe contient les fiches de vingt-deux espèces, comportant des données sur leur biologie, leur écologie et leur répartition.

Un paragraphe est spécialement consacré à la méthodologie du piégeage et ses répercussions sur la représentativité des résultats.

Des mesures aptes à favoriser les peuplements de Staphylinidae dans le paysage agricole sont discutées.

1.2 Qu'est-ce qu'un Staphylinidae?

Ces Coléoptères forment la famille la plus nombreuse de l'ordre. En Suisse seulement, on compte quelque 1220 espèces (BESUCHET, 1985). Morphologiquement, elles se distinguent par leurs élytres raccourcis qui laissent deux à cinq tergites à découvert, ceux-ci sont liés par une membrane pleurale bien développée portant une microstructure particulière. L'abdomen à six ou sept sternites visibles est en général souple et longiligne ce qui permet aux Staphylins de se faufiler dans les plus petites ouvertures. Les ailes, le plus souvent fonctionnelles, sont pliées quatre à cinq fois sous les élytres. Au besoin, elles peuvent être dépliées en une fraction de seconde. La plupart des Staphylins volent très bien.

Une grande partie des Staphylins et la plupart des espèces que l'on trouve dans les champs cultivés sont des prédateurs polyphages. Avec leurs grandes mandibules ils saisissent leurs proies, les tuent et les vident, que cela soit des Diptères ou des Coléoptères (oeufs, larves ou puppes). Philonthus cognatus en est un excellent exemple (GOOD & GILLER, 1991). Les espèces appartenant aux sous-familles des Staphylininae (Philonthus, Quedius, Staphylinus, Ocypus, etc.), Xantholininae (Xantholinus, Othius, etc.) ou Paederinae (Paederus, Lathrobium, etc.) sont généralement de grande taille.

Les Staphylins chassent à la surface du sol, sous les feuilles mortes, dans la litière, sous d'autres débris végétaux ou dans la végétation. L'activité de la plupart des espèces se concentre pendant la nuit; elles passent la journée cachées dans la terre. Les espèces comme Paederus fuscipes observables pendant la journée sont souvent colorées. Celles-ci mises à part, les tons foncés prédominent largement dans le groupe.

Bien qu'ils soient souvent liés à un certain type d'habitat, la plupart se déplace très aisément par le vol.

Si le large spectre de proies est la règle pour la majorité des taxons, certaines espèces sont toutefois hautement spécialisées quant au choix de

leurs proies. Les représentants du genre *Stenus* chassent essentiellement des Collembolés. Le labium est transformé en langue éjectable dont le bout collant leur sert à surprendre les Collembolés avant qu'ils ne puissent prendre la fuite en sautant.

Parmi les espèces de moyenne et petite taille, plusieurs genres (par ex. Tachyporus, Mycetoporus, Anotylus etc.) possèdent un régime alimentaire mixte carnivore et phytophage .

Finalement, les plus petites formes sont microphages, tels que Proteinus ou Micropoplus vivant dans la litière et dans la matière végétale en décomposition.

Les Staphylinidae sont souvent étroitement liés à leur biotope. En dehors des milieux cultivés, ils colonisent les forêts de feuillus et de résineux, les rives des ruisseaux, des rivières et des lacs, les tourbières y compris les landes à *Calluna*. Il ne faut pas oublier les nombreuses espèces colonisant les étages montagnards et alpins.

Les habitats des Staphylinins sont la litière, la mousse, le compost, le fumier, les bouses, les crottins et autres excréments d'animaux. Ils se trouvent également sous les écorces (par ex. les espèces qui chassent les scolytes), dans des champignons et dans le bois en décomposition. Quelques espèces vivent dans les nids d'oiseaux, les terriers de petits rongeurs. D'autres encore sont myrmécophiles ou même floricoles.

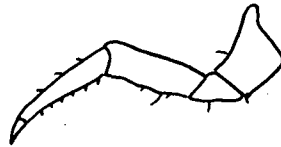
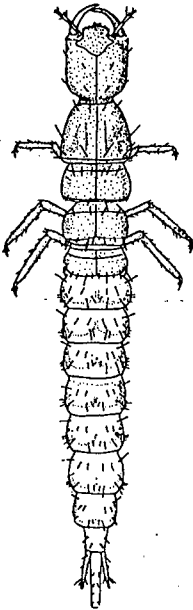
En tant qu'exemples d'adaptation très spéciale, mentionnons les genres Bledius et Aleochara:

- Les Bledius vivent de manière endogée dans des systèmes de galeries verticales creusées dans du terrain sableux. Ils se nourrissent uniquement d'algues qu'ils stockent dans leurs galeries. Ils sont donc exclusivement phytophages.
- Les Aleochara sont des parasitoïdes de pupes de mouches. C'est la larve de premier stade qui s'introduit dans la puce et continue son développement au détriment de cette dernière. Des espèces d'Aleochara ont été

utilisées à plusieurs reprises dans des projets de lutte biologique contre des Muscidae en Australie, par exemple (WRIGHT et al., 1989).

1.3. Les larves

Tout comme les adultes, les larves des Staphylins ont une forme longi ligne. Leurs pattes de cinq articles, (y compris la griffe simplé) sont adaptées à la course. Elles se distinguent des familles les plus proches par leur pièces buccales et une suture épicroaniale bien visible. Leur prothorax est toujours plus grand que le méso- ou métathorax et leur dernier segment abdominales porte une paire de filaments de un à trois articles (urogomphes).



Patte de Staphylinidae



Patte de Carabidae

Larve de *Xantholininae*
(tiré de BORDONI, 1982)

Les Staphylins sont univoltins en général (processus reproducteur induit par le photopériodisme) et possèdent trois stades larvaires. Des exceptions à deux ou quatre stades sont toutefois connues. La nymphose se passe dans le sol; elle correspond souvent à une diapause. La durée du développement larvaire observée en conditions artificielles est de 35 jours pour quelques espèces du genre *Tachyporus* et de 50 jours environ pour *Tachinus signatus* (EGHTEDAR, 1970).

Le développement larvaire de la plupart des espèces se déroule du printemps à l'été; les Staphylins passent la saison hivernale à l'état d'adultes. Les espèces à développement larvaire hivernal sont beaucoup moins fréquentes, par exemple *Quedius molochinus* (KASULE, 1968).

Parmi les espèces de petite taille, on observe souvent plusieurs générations par année. Des cas de parthénogénèse sont connus (*Amischa analis*, *Atheta fungi*).

La détermination des larves n'est possible que jusqu'au niveau du genre, à condition d'avoir des larves en bon état et, si possible, du dernier stade.

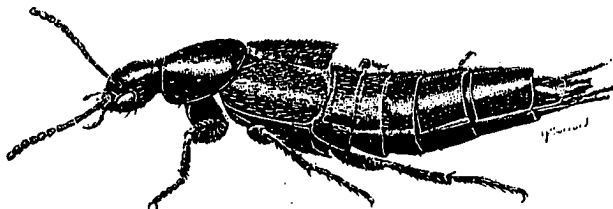
Vu les difficultés d'identification, il n'est pas étonnant que les connaissances sur l'écologie des larves soient très lacunaires. En général, elles colonisent les mêmes milieux que les adultes. Elles sont phytophages ou zoophages. Les espèces prédatrices recherchent très activement des proies dès leur naissance. Les larves sont plus strictement nocturnes que les adultes, certainement pour que l'humidité de l'air est plus élevée à ce moment. Elles passent la journée cachées dans le sol.

1.4 Les sous-familles les plus fréquentes

LOHSE (dans FREUDE et al., 1964) subdivise la famille des Staphylinidae en 22 sous-familles (voir également la remarque sur les Micropeplinae à la page 131). Dans nos captures, dix sous-familles étaient représentées. Elles sont brièvement présentées ici par ordre d'importance parmi nos captures.

Staphylininae:

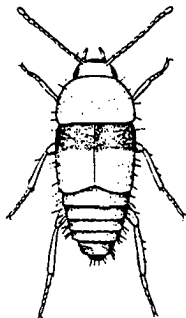
Espèces multiformes de 3 à 30mm. Elles se distinguent des Paederinae par le manque d'apophyses postcoxales (voir p. 8) et des Xantholininae par les antennes qui ne sont jamais coudées. Cette sous-famille comporte les espèces les plus grandes, souvent fortement poilues et colorées (Staphylinus, Platydacus, Emus, par exemple). La plupart cependant sont entièrement noires, tel que le vaste genre Philonthus, bien représenté dans les milieux agraires.



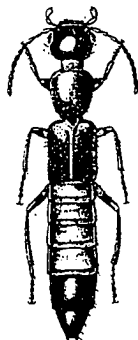
Philonthus cognatus Steph. (Dessin: Yves Borcard)

Tachyporinae:

L'abdomen des Tachyporinae est graduellement rétréci vers l'extrémité, ce qui leur donne une forme de bateau. Leurs épipleures sont séparées de la surface discale de l'élytre par une carène. Ce sont des espèces de taille moyenne à petite, souvent brunes ou jaunâtres. Les genres Tachyporus et Tachinus sont très fréquents.



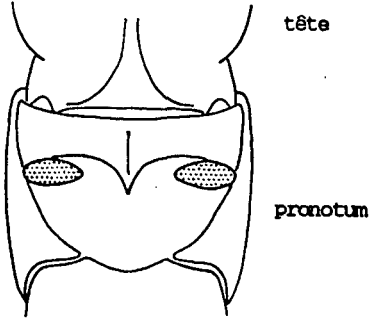
Tachyporus obtusus (L.)
(tiré de EISENBEIS & WICHARD, 1985)



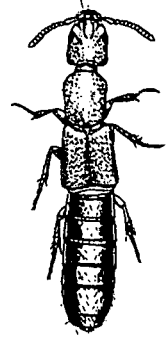
Paederus caligatus Er. (Paederinae)
(tiré de COIFFAIT, 1982)

Paederinae:

On trouve parmi les Paederinae des espèces allongées à tête bien dégagée, dont les tempes sont bien développées. Les antennes sont insérées sous les rebords des angles antérieurs du front. Outre des formes sombres (le genre Lathrobium par exemple), on y compte également le genre Paederus à coloration très voyante.



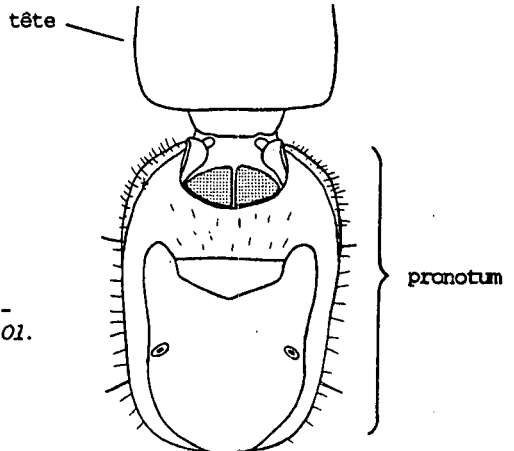
Paederus sp.: face ventrale du prothorax avec les apophyses postcoxales (pointillées)



Gyrohypnus fracticornis Mill.
(*Xanth.*; tiré de BORDONI, 1982)

Xantholininae:

Sous-famille très proche des Staphylininae. La tête est bien développée et distinctement séparée du thorax par un cou grêle. Les Xantholininae se distinguent des autres Staphylinidae par une plaque antésternale (à la face ventrale du thorax) ainsi que par la structure des génitalia.

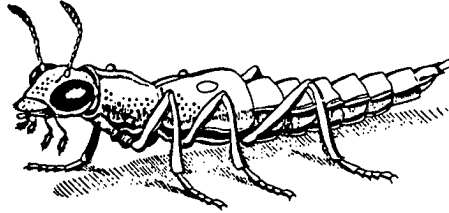


Prothorax vu par la face ventrale de *Xantholinus linearis* Ol. avec la plaque antésternale (pointillé) (modifié d'après COIFFAIT, 1972)

Les antennes sont souvent coudées (entre le premier article (scape) et les articles suivants) et leurs bases sont rapprochées.

Steninae:

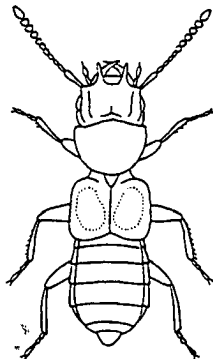
C'est la sous-famille la plus facile à reconnaître. Les yeux occupent en générale entièrement les côtés de leur tête ronde qui est plus large que le thorax. Les antennes se terminent par une massue de deux à trois articles. Leur corps est entièrement noir ou parfois doté de deux points élytraux rouges. Quelques espèces parmi ce groupe généralement hygrophile ont la faculté de se déplacer sur la surface de l'eau.



Stenus sp. (tiré de WEINREICH, 1968)

Oxytelinae:

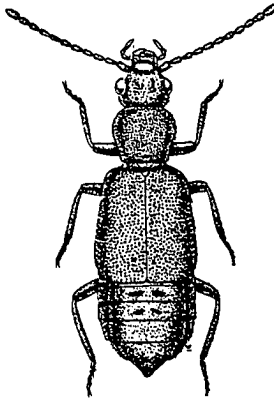
Ils regroupent des formes plutôt petites caractérisées par huit sternites abdominaux à la place de sept chez les autres Staphylinidae. Les segments des tarsi sont réduits de cinq à trois dans plusieurs genres. Les antennes sont insérées sous un rebord du front. Les genres Anotylus, Carpelimus et Platystethus sont fréquents dans les milieux cultivés.



Platystethus cornutus (Grav.)
(tiré de FREUDE et al., 1964)

Omaliinae:

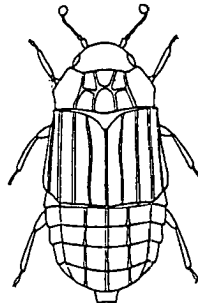
Cette sous-famille comprend des formes plutôt petites et brévilignes. Signe particulier, ils portent à la base de la tête deux ocelles qui ne sont pas fonctionnels. Parmi les Omaliinae, on trouve des formes à élytres longs, couvrant parfois entièrement l'abdomen ce qui accentue leur aspect trapu. Plusieurs genres contiennent des espèces floricoles.



Lesteva longelytrata (Goeze)
(tiré de ZANETTI, 1987)

Euaestethinae, Micropeplinae, Proteininae:

Parmi ces trois sous-familles à espèces peu nombreuses, de petite taille, nous mentionnerons spécialement le genre Micropeplus, et ceci pour plusieurs raisons: sa morphologie caractéristique, la structure particulière du pronotum, de l'élytre et de l'abdomen. Les antennes ne comptent que neuf segments à la place des onze habituels.



Micropeplus sp.
(tiré de FREUDE et al., 1964)

2. Matériel et méthodes

Climat:

Les données de la figure 2 caractérisant le climat (température de l'air, précipitations), ont été reprises de l'Institut Suisse de Météorologie (ISM). Pour les stations de Couvet, Dombresson et Lützelflüh, nous nous sommes basés sur les données des stations ISM les plus proches (La Brévine à 9 km, Boudevilliers à 8 km et Langnau i.E. à 9,5 km de distance).

Les trois stations de Dombresson, Lützelflüh et Belp étaient équipées d'un appareil GRANT SQUIRREL qui enregistrait toutes les heures les températures à la surface du sol..

Descripteurs physiques du sol:

Pour étudier la teneur en eau et la capacité au champ (CAC%), trois carottes pédologiques (volume: 201,6 cm³; profondeur: 10 cm) ont été prélevées sur une surface de 4 m². Ce sol a été arrosé d'eau jusqu'à saturation et pour qu'il se détrempe, il a été laissé pendant un jour sous une feuille en plastique noir. Les échantillons ont d'abord été pesés en état de saturation, puis séchés pendant 5 jours à 105°C. La teneur en eau est exprimée en % du poids frais. La capacité au champ a été déterminée selon la méthode décrite par AUBERT (1978).

Le poids spécifique des échantillons ci-dessus a été déterminé et le volume des pores a été calculé selon la formule mentionnée dans STEUBING (1965).

Pédologie:

Un profil du sol a été ouvert et décrit dans toutes les stations (voir chapitre 3).

Descripteurs chimiques et microbiologiques du sol:

Le taux d'humus et la biomasse ATP ont été déterminés par le laboratoire ACEPSA à Ollon VD. Pour la description de la méthode et son utilisation, on se référera à MAIRE (1984) et MAIRE et al. (1990).

Le pH du sol des profils a été déterminé par la méthode Hellige.

Relevés de végétation:

Dans les stations à végétation permanente (prairie fauchée, pâture) un relevé phytosociologique a été établi d'après la méthode Braun-Blanquet. La nomenclature est celle de HESS et al. (1976).

La densité de la végétation, facteur influençant fortement la mobilité des coléoptères à la surface du sol, a été déterminée de la façon suivante: 5 surfaces de 25 x 25 cm ont été choisies au hasard à l'intérieur d'une surface de 10m² à l'aide d'un cadre métallique. La végétation délimitée par le cadre a été coupée à ras du sol. Le nombre de plantes a été compté et attribuées aux 5 classes suivantes: graminées vertes, graminées sèches, trèfles, dents-de-lion, autres.

Piégeage:

L'étude des peuplements de Staphylinidae a été menée au moyen de pièges Barber. Ce piège est constitué d'un gobelet de yoghourt en plastique de 6,5 cm de diamètre enfoncé dans le substrat de manière à ce que son bord supérieur se trouve au ras du sol. Il est surmonté d'un toit en plastique à env. 5 cm de hauteur destiné à empêcher la pluie de remplir le gobelet. Neuf pièges ont été disposés de manière quadratique sur une surface de 2 x 2 m. Ces pièges étaient actifs une semaine sur deux pendant toute la période de végétation (selon la situation climatique de la station, voir annexe).

Traitement des résultats:

Afin de décrire quantitativement les peuplements de Staphylinidae et de pouvoir les comparer, les indices et traitements suivants ont été employés:

Indices de diversité:

1) de Simpson:
$$D = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

2) de Shannon-Wiener:
$$H = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

n_i = nombre d'individus de l'espèce i
 N = nombre total d'individus de l'échantillon

Les deux indices prennent en compte le nombre d'espèces et l'abondance relative de celles-ci. Leur valeur augmente lorsque le nombre d'espèces est élevé et quand les abondances relatives des espèces se ressemblent.

L'indice de Simpson accorde plus d'importance aux espèces fréquentes que celui de Shannon-Wiener.

Indice de régularité ou équitabilité (evenness):

Les indices de diversité peuvent être utilement transformés en indices de régularité (= evenness) qui mesurent le degré de ressemblance des abondances relatives des espèces d'un échantillon. L'indice de régularité calculé à partir de l'indice de diversité H de Shannon-Wiener, met en relation la diversité réelle avec la diversité maximale possible pour le nombre d'espèces observées (MUEHLENBERG, 1976). Ainsi cet indice quantifie la structure des dominances d'un peuplement attribuant la valeur maximale au peuplement qui serait formé d'espèces ayant toutes la même abondance relative. La fourchette des valeurs est de 0 à 1:

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H}{\ln s}$$

s = nombre d'espèces de l'échantillon

Indices de similarité:

Afin de comparer les stations d'après leur peuplement de Staphylinidae et de quantifier leur similarité, nous avons utilisé deux méthodes différentes:

1) L'indice de Mountford (MOUNTFORD, 1962), communément employé dans les recherches synécologiques, se base sur la présence-absence d'une espèce et ne prend pas en compte les abondances. Il est calculé d'après la formule suivante:

$$M = \frac{2C}{2AB - (A+B) \times C}$$

A = Nombre d'espèces dans la station A
B = Nombre d'espèces dans la station B
C = Nombre d'espèces communes des stations A et B

2) L'indice de Steinhaus (LEGENDRE & LEGENDRE, 1984) compare les stations en tenant compte des abondances (= total des captures) des espèces selon la formule:

$$S = \frac{2W}{A+B}$$

A = Somme des abondances de toutes les espèces de la station A
B = Somme des abondances de toutes les espèces de la station B
W = Somme des abondances les plus petites de toutes les espèces

Les deux indices ci-dessus peuvent être utilisés pour tracer des dendrogrammes qui visualisent les liens de similarité existant entre les différentes stations.

Analyse factorielle des correspondances:

L'analyse factorielle des correspondances permet d'ordonner sur un nombre réduit d'axes les stations et les espèces selon leurs principales tendances de variabilité. La matrice de données contient les abondances des différentes espèces pour chaque station. La mesure d'association utilisée est la distance du X^2 (khi-carré). L'ordination obtenue par l'analyse

factorielle des correspondances peut être interprétée grâce à des corrélations à posteriori des variables environnementales avec les axes factoriels.

Le résultat graphique de l'analyse se présente sous la forme d'un nuage de points projetés sur les plans factoriels. Ces graphiques s'interprètent comme des cartes géographiques où les distances représentent des dissimilitudes.

Ordination manuelle:

L'ordination manuelle (voir page 61) consiste à arranger le tableau "stations x espèces" en fonction de la valeur du descripteur écologique qu'on veut étudier. Ainsi ces tableaux permettent de trier les espèces d'après leurs positions, qui peuvent exprimer des affinités de l'espèce en question envers le descripteur écologique étudié. Concernant la hiérarchie de l'influence des descripteurs écologiques, nous nous sommes basés sur l'analyse factorielle.

3. Description des stations

Les descriptions de nos 10 stations (Tab. 1) sont données dans ce chapitre: situation, taille, topographie, type de sol, végétation, climat et exploitation. Les relevés des profils de sol ont été exécutés par M. Michel Buèche. La nomenclature utilisée est celle d'après DUCHAUFOR (1983). Les relevés de végétation ont été réalisés par Mme Sylvie Barbalat et l'auteur. La qualification des stations selon le niveau thermique suit l'échelle de SCHREIBER (1977).

Tab. 1: Parcelles étudiées dans le cadre du projet.

Commune	Lieu	Coordonnées	Altitude	Code	Culture
Belp (BE)	Belpmoos aéroport	604.300/196.100	510 m	BE	PP F
Couvet (NE)	Sur le Crêt	539.400/194.900	1140 m	CO	PP F
Couvet (NE)	Sur le Crêt	539.350/195.000	1140 m	CO	PP P
Couvet (NE)	Sur le Crêt	539.500/195.250	1140 m	CO	SD
Dombresson (NE)	La Chaux	563.300/212.750	730 m	DO	PP P
Changins (VD)	Station Fédérale Rech. Agron.	507.250/139.650	445 m	CH	PP P
Changins (VD)	Station Fédérale Rech. Agron.	507.250/139.700	445 m	CH	SD
Changins (VD)	Station Fédérale Rech. Agron.	507.250/139.700	445 m	CH	LA
Lützelflüh (BE)	Waldhaus	620.700/206.500	630 m	LU	LA C
Lützelflüh (BE)	Bifängli	619.800/206.000	630 m	LU	LA BD

PP = Prairie Permanente

F = prairie Fauchée, moins de 10 jours de pâture par an

P = prairie Pâturée, plus de 10 jours de pâture par an

SD = Semis Direct

LA = LABour profond

C = pratiques culturelles Conventiionnelles

BD = pratiques culturelles Bio Dynamiques

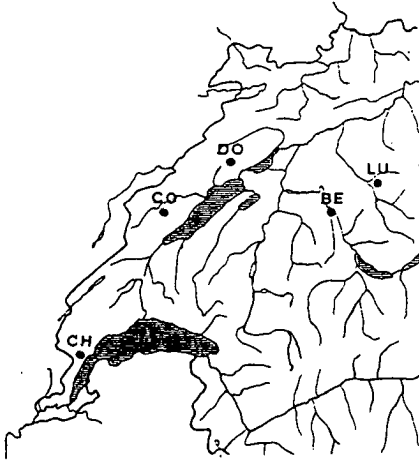


Fig. 1: Localisation des stations étudiées

Le macroclimat régional de nos stations a été mesuré dans des stations météorologiques du réseau de la Centrale suisse de Météorologie. Les diagrammes climatiques (Fig. 2) basés sur la pluviosité et les températures mensuelles, mettent en évidence les différences entre 1987 et 1988.

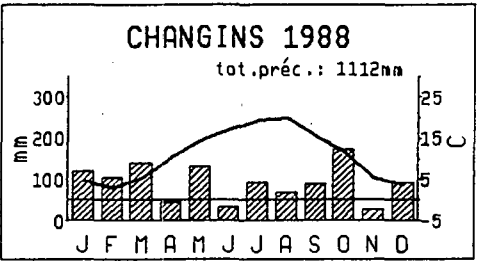
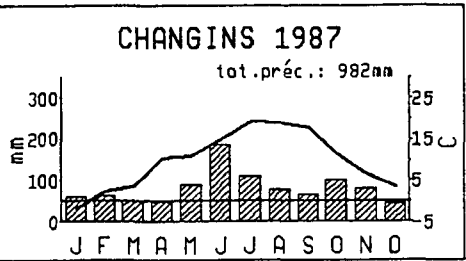
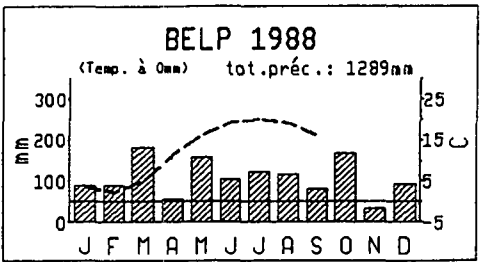
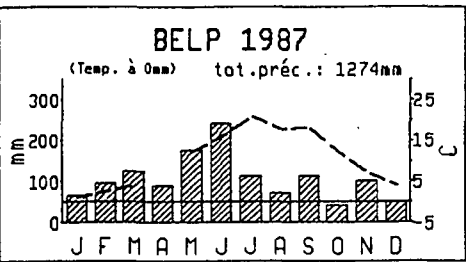
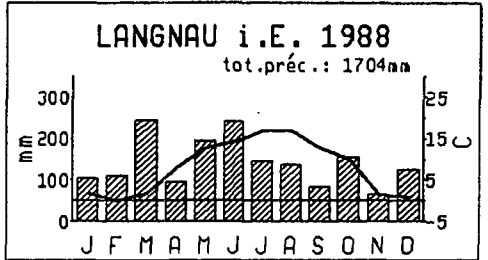
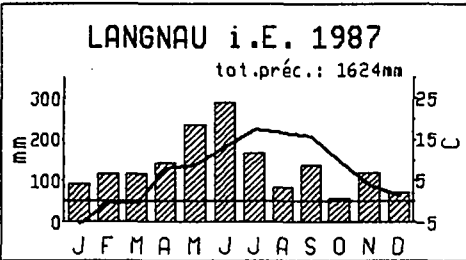
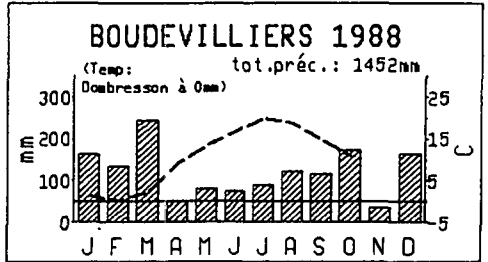
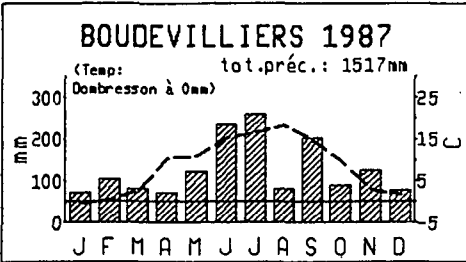
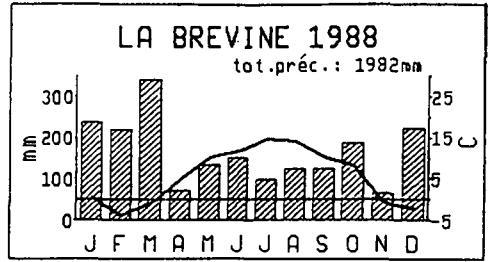
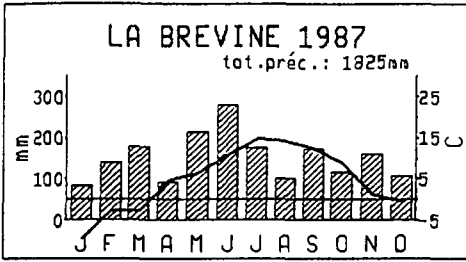
A Belp et Dombresson nous avons relevé les températures à la surface du sol avec un enregistreur "GRANT SQUIRREL".

GEIGER (1971) a montré que la couverture végétale influence largement le microclimat à la surface du sol, l'humidité en particulier, selon la densité des tiges et la structure des plantes. Nous avons mesuré ce paramètre (Tab.2/p.34) afin de l'introduire dans les analyses statistiques (voir paragraphe 4.3).

Page suivante:

Fig. 2: Diagrammes climatiques des régions des stations PN22, 1987 et 1988.

Région de Couvet:	climat de la Brévine
Région de Dombresson:	climat de Boudevilliers (précipitations seulement)
Région de Lützelflüh:	climat de Langnau i.E.
Températures:	trait continu = température de l'air trait traitillé = température à la surface du sol (moyennes hebdomadaires)



Belmoos (BE PP F)

Surface de la parcelle: 500 ares (enclos PN22: 2 ares)
 Altitude: 510 m
 Niveau thermique: assez doux (étage des vergers et des cultures)
 Topographie: plaine alluviale drainée
 Roche-mère: dépôts alluviaux fins (sables-limons)
 Sol: gley oxydé humifère
 Culture: prairie fauchée extensive humide;
 pâturée par des moutons (0-3 jours/an)

Alliance phytosociologique: Arrhenatherion

Nombre d'espèces végétales recensées: 27

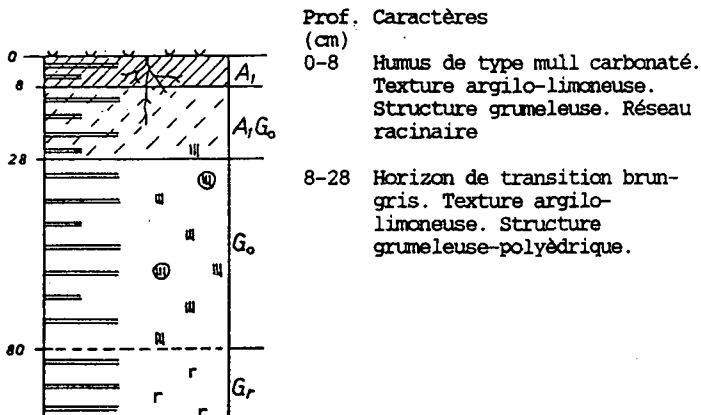
Engrais, pesticides: aucun produit employé

Taux d'humus: 14.3 %

Capacité au champ: 53 %

Volume des pores: 55 %

Biomasse ATP: 4439 ng ATP/g mat. sèche



Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
5	A ₁	8,5	++
15	A ₁ G	7,0	+++
35	G ₀	7,5	+++

Travaux agricoles

1987: mi-juin: fauchage
 mi-août: fauchage

1988: fin mai: fauchage

Relevé de la végétation:

Date: 11.07.89

Valeurs écologiques indicatives x indice
de recouvrement (selon LANDOLT 1977)

	F	R	N	H	D	L	T	K
Graminées:								
Arrhenatherum elatius	2	9	9	12	9	12	9	9
Festuca rubra	2	9	9	9	9	12	x	9
Bromus erectus	1	4	8	4	6	8	8	6
Holcus lanatus	1	6	x	6	8	10	8	6
Agrostis stolonifera	1	8	6	6	6	6	8	6
Cynosurus cristatus	+	3	3	3	3	4	4	3
Dicotylédones:								
Galium Mollugo	2	9	9	12	9	12	9	12
Taraxacum officinale	2	9	9	12	9	12	12	9
Ajuga reptans	1	6	6	6	6	8	6	6
Heracleum Sphondylium	1	6	6	8	8	8	6	6
Leontodon hispidus	1	6	6	6	6	8	8	6
Plantago lanceolata	1	4	6	6	6	8	6	6
Ranunculus Friesianus	1	6	6	8	6	8	6	6
Centaurea Jacea	+	3	3	3	4	4	4	3
Crepis biennis	+	3	3	4	3	4	4	3
Glechoma hederaceum	+	3	3	3	3	4	3	4
Picris hieracioides	+	2	4	4	2	4	4	4
Plantago media	+	2	4	2	3	4	4	3
Potentilla reptans	+	3	3	4	3	5	4	3
Prunella vulgaris	+	3	3	3	3	4	4	3
Thymus serpyllum	+	1	3	2	3	3	3	5
Veronica Chamaedrys	+	3	3	4	3	4	3	3
Légumineuses:								
Trifolium repens	+	3	3	4	3	5	4	3
Trifolium pratense	+	3	3	3	3	4	3	3
Medicago lupulina	+	2	4	3	3	4	3	4
Lotus corniculatus	1	4	8	6	6	8	8	6
Vicia sepium	+	3	3	3	3	4	3	3

Valeurs indicatives moy.: 2,8 3,2 3,3 3,1 4,0 3,5 3,3 2,8

Association: Arrhenatheretum elatoris

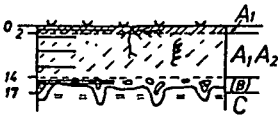
Legende des valeurs indicatrices écologiques d'après LANDOLT (1977):

- F: valeur d'humidité, 1 à 5 (sol sec à mouillé)
R: valeur de réaction, 1 à 5 (sol acide à basique)
N: valeur d'azote, 1 à 5 (sol pauvre à riche en azote)
H: valeur d'humus, 1 à 5 (sol brut à riche en humus)
D: valeur de dispersité, 1 à 5 (sol dense à granulosité fine)
L: valeur de lumière, 1 à 5 (ombragé à pleine lumière)
T: valeur de température, 1 à 5 (froide à chaude)
K: valeur de continentalité, 1 à 5 (climat océanique à continental)

Couvet (CO PP F)

Surface de la parcelle: 100 ares
 Altitude: 1140 m
 Niveau thermique: rude (étage de végétation montagnard)
 Topographie: petit plateau montagnard; pente nulle;
 sol superficiel
 Roche-mère: dalle calcaire compacte
 Sol: sol brun lessivé
 Culture: prairie montagnarde naturelle, fauchée
 occasionnellement pâturée par des
 vaches ou génisses

Alliance phytosociologique: Arrhenatherion
 Nombre d'espèces végétales recensées: 26
 Engrais, pesticides: purin, engrais minéraux
 Taux d'humus: 9 %
 Volume des pores: 66,8 %
 Capacité au champ: 60,8 %
 Biomasse ATP: 3499 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères

(cm)
 0-2 Humus brun-gris décarbonaté de type mull. Texture limono-argileuse. Structure micro-grumeleuse anguleuse. Feutrage racinaire. Transition diffuse.
 2-14 Horizon intermédiaire moyennement désaturé. Texture limoneuse. Structure grumeleuse-particulaire. Turricules de lombrics, réseau racinaire moins dense.
 14-15 Horizon d'altération peu marqué. Texture argilo-limoneuse et structure plus compacte. Quelques éléments de squelette calcaire.

Prof. (cm)	Horizon	7 pH (Hellige)	Carbonate eff. HCl	Remarques
1	A1	5,5	0	tendance
10	A1/A2	5	0	au lessivage
15	(B)	7	+	

Travaux agricoles

1987: mi-mai: engrais minéraux: 40 P, 100 K, 10 Mg / ha (1)
 11 août: fauchage
 mi-août: purin: 30m²/ha (2)
 20-24 octobre: pâturage (vaches)
 1988: mi-mai: engrais minéraux
 17 juillet: fauchage
 fin juillet: engrais minéraux
 30 sept.- 6 oct.: pâturage (vaches)

(1) 1 unité N = 0,5 kg NH₄ + 0,5 kg NO₃ / 1 unité P = 1 kg P₂O₅
 1 unité K = 1 kg K₂O / 1 unité Mg = 1 kg MgO

(2) Valeur moyenne du purin:
 54 kg/m² NH₄/NO₃, 3 kg/m² P₂O₅, 200 kg/m² K₂O

Relevé de la végétation:

Valeurs écologiques indicatives x indice
 de recouvrement (selon LANDOLT 1977)

Date: 16.07.87

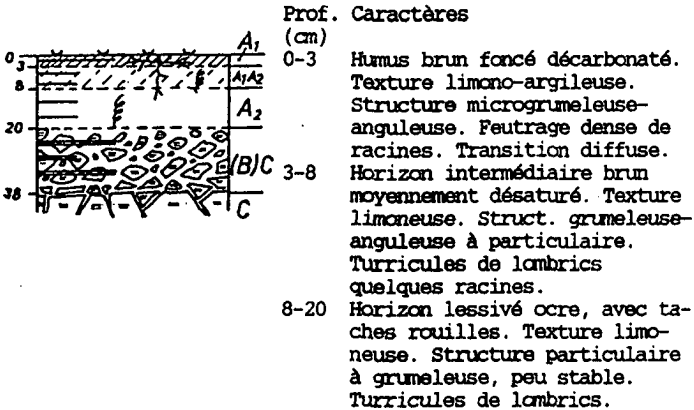
	F	R	N	H	D	L	T	K	
Graminées:									
Dactylis glomerata	2	9	9	12	9	12	9	12	9
Alopecurus pratensis	2	12	9	12	9	15	12	9	9
Phleum pratense	1	6	6	8	6	8	8	6	6
Arrhenatherum elatius	1	6	6	8	6	8	6	8	6
Trisetum flavescens	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Poa trivialis	1	6	6	8	6	8	6	6	6
Poa pratensis	+	3	3	3	4	4	4	3	3
Agrostis tenuis	+	3	2	2	3	4	3	3	3
Anthoxanthum odoratum	+	3	2	3	3	4	4	3	3
Dicotylédones:									
Geranium silvaticum	1	6	6	8	6	8	6	4	6
Veronica Chamaedrys	+	3	3	3	4	3	4	3	3
Crepis mollis	+	3	3	3	4	4	3	3	2
Cerastium caespitosum	+	3	3	3	3	4	3	3	3
Taraxacum officinale	1	6	6	8	6	8	8	6	6
Chaerophyllum silvestre	+	3	3	4	4	4	3	3	3
Carum Carvi	+	3	3	3	3	4	4	3	3
Ranunculus acer	+	3	3	3	3	4	3	3	4
Narcissus radiiflorus	+	3	3	4	4	4	4	3	2
Colchicum autumnale	+	3	3	3	4	5	3	3	2
Alchemilla xanthochlora(?)	1	8	6	8	8	8	6	4	4
Phyteuma spicatum	+	3	3	3	4	4	2	3	3
Trollius europaeus	+	4	3	3	4	5	4	2	3
Cardamine pratensis	+	4	3	4	4	4	3	3	2
Chrysanthemum Leucanthemum	+	3	3	3	3	4	4	4	3
Thlaspi montanum	+	2	4	2	3	1	3	4	2
Rumex Acetosa	1	6	6	6	8	8	8	6	6
Phyteuma orbiculare	+	3	4	2	4	5	4	2	3
Daucus Carota	+	2	3	2	3	3	4	4	3
Légumineuses:									
Vicia Cracca	1	6	6	6	6	8	8	6	6
Trifolium repens	+	3	3	4	3	5	4	3	3
Trifolium pratense	+	3	3	3	3	4	3	3	3

Valeurs indicatives moy.: 3,1 3,0 3,4 3,3 4,0 3,5 3,0 2,9

Association végétale: Arrhenatheretum elatoris

Couvet (CO PP P)

Surface de la parcelle: 640 ares
 Altitude: 1140 m
 Niveau thermique: rude (étage de végétation montagnard)
 Topographie: petit plateau montagnard, pente nulle, sol superficiel
 Roche-mère: dalle calcaire fracturée en surface
 Sol: sol brun lessivé
 Culture: pâturage montagnard
 Engrais, pesticides: Purin, fumier, engrais minéraux
 Alliance phytosociologique: Cynosurion
 Nombre d'espèces végétales recensées: 27
 Taux d'humus: 8,2 %
 Capacité au champ: 50 %
 Volume des pores: 54 %
 Biomasse ATP: 3100 ng ATP/g mat. sèche



Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
2	A ₁	5,0	0
5	A ₁ /A ₂	5,0	0
15	A ₂	5,5	0
25	(B)C	6,5	++

Travaux agricoles

1987: mi-mai: engrais minéraux
 36 unités P, 8 unités Mg
 2 - 7 juin: pâturage (vaches)
 15 - 18 juin: pâturage (vaches)
 23 juin: pâturage (vaches)
 1 - 9 août: pâturage (génisses)
 6 - 14 septembre: pâturage (vaches)
 24 - 26 octobre: pâturage (génisses)

1988: mi-mai: engrais minéraux
 fin mai: fumier bovin (32t/ha)
 9 juillet: fauchage
 28 juillet - 5 août: pâturage (vaches)
 7 - 17 août: pâturage (génisses)

Relevé de la végétation:

Date: 14.06.88

Valeurs écologiques indicatives x indice
 de recouvrement (selon LANDOLT 1977)

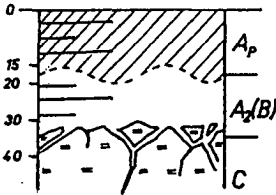
		F	R	N	H	D	L	T	K
Graminées:									
Dactylis glomerata	+	3	3	4	3	4	3	4	3
Poa trivialis	2	9	9	12	9	12	9	9	9
Cynosurus cristatus	1	6	6	6	6	8	8	6	6
Anthoxanthum odoratum	+	3	2	3	3	4	4	3	3
Festuca rubra	+	3	3	3	3	4	4	x	3
Lolium perenne	+	3	3	4	3	5	4	3	3
Phleum pratense	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Dicotylédones:									
Achillea Millefolium	+	2	3	3	3	4	4	3	3
Alchemilla xanthochlor(?)	+	4	3	4	4	4	3	2	2
Bellis perennis	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Cardamine pratensis	+	4	3	4	4	4	3	3	2
Carum Carvi	+	3	3	3	3	4	4	3	3
Cerastium caespitosum	+	3	3	3	3	4	3	3	3
Chrysanthemum Leucanthemum	+	3	3	3	3	4	4	4	3
Crocus albiflorus	+	3	3	4	4	4	4	2	3
Leontodon autumnalis	+	3	3	3	3	5	4	3	3
Plantago media	+	2	4	2	3	4	4	3	3
Ranunculus Friesianus	+	3	3	4	3	4	3	3	2
Taraxacum officinale	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Veronica Chamaedryis	+	3	3	4	3	4	3	3	3
Légumineuses:									
Trifolium pratense	+	3	3	3	3	4	3	3	3
Trifolium repens	2	9	9	12	9	15	12	9	9
Lotus corniculatus	+	2	4	3	3	4	4	3	3

Valeurs indicatives moy.: 3,0 3,0 3,5 3,1 4,2 3,6 2,9 2,9

Association végétale: Festuco-Cynosuretum

Couvet (CO SD)

Surface de la parcelle: 465 ares
 Altitude: 1140 m
 Niveau thermique: rude (étage de végétation montagnard)
 Topographie: dépression peu marquée; pente faible (1-2 %) exposition S
 Roche-mère: dalle calcaire fracturée
 Sol: sol brun lessivé
 Culture: culture d'orge en 1ère année, semis direct. Culture précédente: pâturage
 Engrais, pesticides: engrais minéraux, herbicides
 Taux d'humus: 5.9 %
 Capacité au champ: 46 %
 Volume des pores: 52 %
 Biomasse ATP: 2526 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères

(cm)
 0-15 Horizon labouré de texture argilo-limoneuse et structure microgrumeleuse. Transition peu nette pas de semelle de labours.
 -20
 20-30 Horizon ocre à texture li-mono-argileuse. Transition diffuse à texture plus argileuse vers le bas.
 -40

Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonate eff. HCl
10	Ap	5,0	0
25	A2(B)	5,5	0

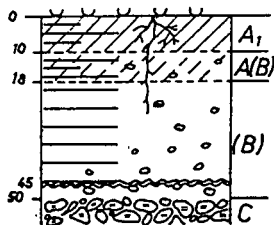
Travaux agricoles

1988:

mi-avril: désherbant: Paraquat/Diquat/Roundup
 20 avril: semilles
 fin avril: traitement post-levée: herbicides (Arelon liquide, P-P Combi)
 début mai: engrais: 16 unités N/ha
 26 unités P/ha
 52 unités K/ha
 6 unités Mg/ha
 3 octobre: moissons

Dambresson (PP P)

Surface de la parcelle: 55 ares
 Altitude: 730m
 Niveau thermique: frais (étage des cultures)
 Topographie: fond de vallée, petite plaine, ruisseau à proximité
 Roche-mère: alluvions avec un peu de colluvionnement, matériel calcaire
 Sol: sol brun calcaique
 Culture: prairie pâturée (génisses et vaches), occasionnellement fauchée en partie
 Alliance phytosociologique: Cynosurion tendant vers l'Arrhenatherion
 Nombre d'espèces végétales recensées: 21
 Engrais, pesticides: purin, engrais minéraux
 Taux d'humus: 5.6 %
 Capacité au champ: 50 %
 Volume des pores: 55 %
 Biomasse ATP: 2512 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères

(cm)
 0-10 Humus brun décarbonaté. Texture limono-argileuse. Structure grumeleuse à polyédrique en profondeur. Feutrage de racines de graminées. Transition diffuse.
 10-18 Horizon de transition. Texture argilo-limoneuse. Structure polyédrique. Squelette de nature calcaire diamètre 2-3 cm. Transition diffuse.

Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
3	A1	6,50	0
15	A(B)		0
30	(B)		(+)

Travaux agricoles:

1987:	5 - 14 mai:	pâture (14 UGB)
	9 - 14 juin:	pâture (18 UGB)
	23 juin:	purin: 25m ³ /ha
	18 août:	engrais: NPK: 20/8/8, 300kg/ha
	13 -16 sept.:	pâture (18 UGB)
	6 - 10 oct.:	pâture (18 UGB)
	1 - 4 nov.:	pâture (18 UGB)
1988:	11 avril:	engrais: NPK=13/13/21, 300kg/ha
	24 mai:	fauchage
	2 juin:	engrais: NPK=13/13/21, 300kg/ha.
	début juillet:	fauchage
	16 juillet:	engrais: NPK=16/5/8, 150kg/ha
	fin août:	fauchage
	2 octobre:	pâture (16 UGB)
	9 octobre:	pâture (16 UGB)
	16 octobre:	pâture (16 UGB)
	24 - 30 octobre:	pâture (8 UGB)

UGB = unité gros bétail

Relevé de la végétation:

Date: 11.07.89

Valeurs écologiques indicatives x indice
de recouvrement (selon LANDOLT 1977)

		F	R	N	H	D	L	T	K
Graminées:									
Lolium perenne	2	9	9	12	9	15	12	9	9
Poa trivialis	1	6	6	8	6	8	6	6	6
Dactylis glomerata	1	6	6	8	6	8	6	8	6
Phleum pratense	1	6	6	8	6	8	8	6	6
Trisetum flavescens	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Poa annua	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Dicotylédones:									
Taraxacum officinale	3	12	12	16	12	16	16	12	12
Ranunculus Friesianus	2	9	9	12	9	12	9	9	6
Rumex Acetosa	1	6	6	6	8	8	8	6	6
Alchemilla vulgaris	1	8	6	8	8	8	6	4	4
Heracleum Sphondylium	1	6	6	8	8	8	6	6	6
Plantago major	1	6	6	8	6	10	8	6	6
Plantago lanceolata	1	4	6	6	6	8	6	6	6
Leontodon hispidus	1	6	6	6	6	8	8	6	6
Capsella Bursa-pastoris	+	2	3	4	3	4	4	3	3
Daucus Carota	+	2	3	2	3	3	4	4	3
Glechoma hederaceum	+	3	3	3	3	4	3	4	3
Veronica Chamaedrys	+	3	3	4	3	4	3	3	3
Achillea Millefolium	+	2	3	3	3	4	4	3	3
Légumineuses:									
Trifolium repens	2	9	9	12	9	15	12	9	9
Trifolium pratense	+	3	3	3	3	4	3	3	3

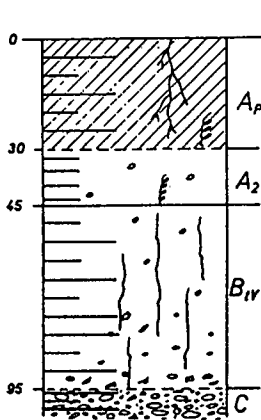
Valeurs indicatives moy.: 2,9 3,0 3,7 3,2 4,2 3,6 3,1 2,9

Association végétale: Lolio-Cynosuretum

Changins (PP P)

Surface de la parcelle: 43 ares
 Altitude: 445 m
 Niveau thermique: assez chaud (étage de la vigne)
 Topographie: replat sur colline pente légère SW
 Roche-mère: colluvions sur molasse d'eau douce (Stampien)
 Sol: sol brun lessivé vertique colluvial
 Culture: prairie pâturée (génisses et vaches)
 occasionnellement fauchée

Alliance phytosociologique: Cynosurion
 Nombre d'espèces végétales recensées: 20
 Engrais, pesticides: purin, engrais minéraux
 Taux d'humus: 5,6 %
 Capacité au champ: 33,2 %
 Volume des pores: 48 %
 Biomasse ATP: 1830 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères
 (cm)
 0-30 Horizon organique remanié, mal caractérisé, gris-brun à ocre. Texture argilo-limoneuse. Structure grumeleuse. Quelques turricules de lombrics. Transition diffuse.
 30-45 Horizon lessivé ocre-grisâtre. Texture limoneuse. Structure grumeleuse-prismatique. Squelette de quelques mm.

Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
10	Ap	5,5	0
35	A2	5,5	0
80	Btr	6,0	+

Travaux agricoles:

1987: 2 mars: engrais (70 unités P)
 24 - 26 avril: pâture
 4 - 6 mai: pâture
 13 - 15 mai: pâture
 25 - 27 mai: pâture
 3 juin: fauchage
 5 juin: engrais (N: 50kg/ha)
 13 juillet: fauchage
 14 sept.: fauchage
 17 sept.: engrais (N:30kg/ha)
 5 - 8 nov.: pâture
 16 - 20 nov.: pâture

1988: 11 mars: engrais (70 unités P)
 14 - 15 avril: pâture (15 UGB)
 18 avril: engrais (50 unités N)
 9 - 11 mai: pâture (15 UGB)
 20 mai: purin
 16 juin: fauchage
 5 sept.: fauchage
 2 - 7 nov.: pâture (33 UGB)
 14 nov.: pâture (33 UGB)
 28 nov.: purin

Relevé de la végétation:

Date: 22.06.90 Valeurs écologiques indicatives x indice de recouvrement (selon LANDOLT 1977)

		F	R	N	H	D	L	T	K
Graminées:									
Lolium perenne	3	12	12	16	12	20	16	12	12
Dactylis glomerata	2	9	9	12	9	12	9	12	9
Festuca pratensis	2	9	9	12	12	12	12	9	9
Alopecurus pratensis	1	8	6	8	6	10	8	6	6
Agropyron repens	+	3	3	4	2	3	4	3	3
Poa annua	+	3	3	4	3	4	4	3	3
Poa pratensis	+	3	3	3	4	4	4	3	3
Dicotylédones:									
Taraxacum officinale	2	9	9	12	9	12	12	9	9
Geranium dissectum	1	6	6	6	6	8	8	8	6
Plantago lanceolata	1	4	6	6	6	8	6	6	6
Plantago major	1	6	6	8	6	10	8	6	6
Achillea Millefolium	+	2	3	3	3	4	4	3	3
Capsella Bursa-pastoris	+	2	3	4	3	4	4	3	3
Convolvulus arvensis	+	2	4	3	3	4	4	4	3
Ranunculus acer	+	3	3	3	3	4	3	3	4
Rumex Acetosa	+	3	3	3	4	4	4	3	3
Anagallis arvensis	r	3	3	3	3	4	4	4	3
Daucus Carota	r	2	3	2	3	3	4	4	3
Légumineuses:									
Trifolium repens	2	9	9	12	9	15	12	9	9
Trifolium pratense	+	3	3	3	3	4	3	3	3

Valeurs indicatives moy.: 2,9 3,0 3,6 3,1 4,3 3,8 3,2 3,0

Association végétale: Lolio-Cynosuretum

Changins (CE SD)

Surface de la parcelle: 1.5 ares
Altitude: 445 m
Niveau thermique: assez chaud (étage de la vigne)
Topographie: replat sur colline, pente légère, orientée au S
Roche-mère: colluvions sur molasse d'eau douce
(Stampien)
Sol: sol brun lessivé vertique colluvial
Culture: culture de blé expérimentale; semis direct
Engrais, pesticides: engrais minéraux, herbicides
Taux d'humus: 4.0 %
Capacité au champ: -
Volume des pores: 50%
Biomasse ATP: 962 ng ATP/g mat. sèche

Travaux agronomiques:

1986: oct.: semailles: blé d'automne (Zenith)
1987: mars: herbicides (Arelon: 3 lt/ha;
Foxtril: 5 lt/ha)
avril: engrais minéraux (N:90 unités/ha)
août: moissons
août: engrais minéraux (P/K = 70/105)

Changins (LA)

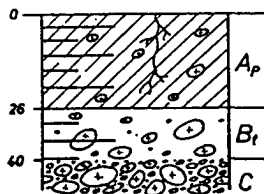
Surface de la parcelle: 1.5 ares
Altitude: 445 m
Niveau thermique: assez chaud (étage de la vigne)
Topographie: replat sur colline, pente légère, orientée au S
Roche-mère: colluvions sur molasse d'eau douce
(Stampien)
Sol: sol brun lessivé vertique
colluvial
Culture: culture de blé expérimentale; labour
Engrais, pesticides: engrais minéraux, herbicides
Taux d'humus: 4.0 %
Capacité au champ: -
Volume des pores: 53 %
Biomasse ATP: 1586 ng ATP/g mat. sèche

Travaux agronomiques:

1986: sept.: semailles: blé d'automne (Zenith)
1987: mars: herbicide (Arelon: 3 lt/ha)
avril: engrais minéraux (N = 90)
herbicide (Foxtril: 4.5 lt/ha)
août: moissons

Lützelflüh (LA C)

Surface de la parcelle: 100 ares
 Altitude: 630 m
 Niveau thermique: assez frais (étage des cultures)
 Topographie: petit plateau sur colline
 Roche-mère: dépôts fluvioglaciers (sables et graviers)
 Sol: sol brun lessivé sur graviers cristallins
 Culture: culture de blé en rotation, pratiques culturales conventionnelles.
 Engrais, pesticides: engrais minéraux, herbicides, fongicides, raccourcisseur de tige (CCC)
 Taux d'humus: 6.2 %
 Capacité au champ: 33 %
 Volume des pores: 49 %
 Biomasse ATP: 1039 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères

(cm)
 0-26 Horizon organique remanié, gris-brun. Texture argilo-limoneuse en surface et limoneuse vers le bas. Structure prismatique-grumeleuse. Squelette de 2-5 cm de nature cristalline.
 26-40 Horizon d'accumulation brun-rouille. Texture limono-argileuse. Squelette plus dense, de 2-10 cm, cristallin

Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
10	Ap	5,5	0
30	Bt	6,0	0

Travaux agricoles:

1986: automne: semailles: blé d'automne (Arina)

1987: avril: engrais minéraux: salpêtre d'ammonium (75kg/ha)
PRP-"Meeralgenkalk" (75kg/ha)

avril: herbicides
raccourcisseur de tiges (CCC)

août: moissons

sept.: labour
hersage

12 sept.: engrais: sel de potassium (200kg/ha)
purin (25m3/ha)

5 oct.: semailles: blé d'automne (Arina)

1988: 5 avril: engrais: salpêtre d'ammonium (100kg/ha)
PRP-"Meeralgenkalk" (100kg/ha)

16 avril: herbicides
raccourcisseur de tiges

23 avril: engrais minéraux: salpêtre d'ammonium (150kg/ha)

13 juin: engrais minéraux: salpêtre d'ammonium (100kg/ha)

9 juillet: engrais minéraux: salpêtre d'ammonium (100kg/ha)

10 juillet: fongicide (Tilt 2)

2 août: moissons

15 août: semailles: culture dérobée (Vicia-Avena)

Litzelflüh (LA BD)

Surface de la parcelle: 150 ares

Altitude: 615 m

Niveau thermique: assez frais (étage des cultures)

Topographie: sommet de colline, pente faible (2%)

Roche-mère: dépôts fluvio-glaciaires (sables et graviers)

Sol: sol brun lessivé sur graviers cristallins

Culture: culture d'épeautre en rotation, pratiques culturales biodynamiques: utilisation du cheval pour le hersage, pas d'épandage d'engrais de synthèse, développement d'une sous-strate (engrais vert).

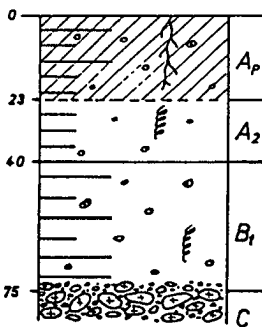
Engrais, pesticides: purin

Taux d'humus: 4.6 %

Capacité au champ: 34 %

Volume des pores: 47 %

Biomasse ATP: 1101 ng ATP/g mat. sèche



Prof. Caractères
(cm)

0-23 Horizon organique remanié brun-gris. Texture limono-argileuse en haut, limoneuse vers le bas. Structure grumeleuse-prismatique peu stable. Quelques éléments de squelette cristallin de 1-2 cm. Transition peu nette.

23-40 Horizon lessivé ocre-gris. Texture limoneuse. Structure peu élaborée. Turricules de lombrics.

Prof. (cm)	Horizon	pH (Hellige)	Carbonates eff. HCl
10	Ap	5,0	0
30	A2	6,0	0
60	Bt	6,5	0

Travaux agricoles:

- 1986: nov.: semailles: épeautre (Oberkulmer Korn)
- 1987: 10 avril: hersage
 14 avril: hersage
 29 avril: purin (20m3/ha)
 mi-août: moissons
 19 août: hersage
 20 août: semailles culture dérobée (Vicia-Avena)
 10 sept.: purin (30m3/ha)
 21 nov.: labour
 30 nov.: semailles: épeautre (Oberkulmer Korn)
- 1988: 30 mars: hersage
 5 avril: hersage
 19 avril: purin (25m3/ha)
 8 août: moissons
 10 août: hersage
 semailles: culture dérobée (Vicia-Avena)

Tab. 2: Densité moyenne de la végétation.

Les chiffres correspondent au nombre de tiges au niveau du sol sur une surface de 625 cm².
(moyenne de 5 échantillons par station et par période prélevés en 1988)

station date	BE PP F		CO PP F		CO PP P		DO PP P		CH PP P		LU LA C		LU LA BD	
	12/04	06/09	17/05	09/08	17/05	09/08	25/04	19/09	22/03	06/09	05/04	16/07	05/04	16/07
Graminées vertes	202.6	252.2	250	79.4	336	464	401.4	772.2	611	514.2	-	-	-	-
Graminées sèches	84.8	344.6	2.4	13.6	11.2	4.2	43.6	89.8	159.8	33.2	-	-	-	-
<i>Trifolium spp.</i>	12.6	22.4	0.8	1.4	27.2	72	12	19.4	11.8	48.8	-	-	-	-
<i>Taraxacum offic.</i>	23.8	3.8	19.2	21	26.6	23	44.2	56.2	3.4	47.2	-	-	-	-
Autres	38	5.4	35.2	12.8	19.8	9	5.4	19.8	0	12.6	-	-	-	-
Céréales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.6	66.2	34.4	34
Sous-strate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	67.8	1	31.4

La densité de la végétation au niveau du sol doit certainement avoir une influence sur le peuplement des invertébrés; ce facteur du milieu est pris en compte dans l'analyse canonique de correspondance (chap. 7 et 9).

4. Résultats

4.1. Introduction

Le but de notre étude consiste à comparer les stations choisies pendant deux saisons. Pour des raisons indépendantes de notre volonté, les deux stations céréalières de Changins CH SD et CH LA n'ont pu être prospectées qu'en 1987. L'année suivante, nous avons ajouté une station céréalière à Couvet. Ainsi nous avons étudié 10 stations, dont 9 en 1987, 8 en 1988 et 7 sur les deux ans.

Afin de tester nos pièges Barber, nous avons équipé les deux stations prairiales de Couvet avec deux séries de pièges Barber identiques. Les résultats des deuxièmes séries, appelées CO PP P II et CO PP F II, sont présentés dans le paragraphe 4.5. Nous les avons pris en considération dans le calcul du nombre total de Staphylinidae ainsi que dans la liste des espèces capturées. Mais dans la discussion, nous n'avons, pour des questions de comparabilité, tenu compte que de la première série de pièges.

Pour chaque station, nous avons calculé les indices de diversité de Simpson et de Shannon-Wiener et de la régularité (=evenness), communément employés dans la synécologie descriptive. Ainsi nous quantifions la structure des peuplements. On admet qu'un peuplement avec une structure de dominances des espèces mal équilibrée tend à être instable (voir chapitre 4.4.4.), bien que cette règle ne s'avère pas toujours pertinente face aux situations concrètes.

Les paramètres du peuplement tel que l'evenness, indices de diversité et taux de larves apparaissent dans le tableau 14.

Espèces 1987 + 1988	rég.alm.	v	O	tailleø (mm)	préférence hab./milieu															
					x	h	c	p	s	u	m	i	o							
<i>Lathrobium ripicola</i> Czwal.	p		e	L	8,3		+					+								
<i>Lathrobium castaneipenne</i> Kol.	p		e	L	7,0		+		+											
<i>Lathrobium fulvipenne</i> (Grav.)	p		u		8,3		+		+											
<i>Lathrobium longulum</i> Grav.	p		e	L	4,8		+		+											
<i>Lathrobium pallidum</i> Nordm.	p		e	S	5,5				+			+								
Xantholininae:																				
<i>Gyrophypus fracticornis</i> (Mill.)	p		u		7,5				+											
<i>Xantholinus jarrigei</i> Coiff.	p		s	S	10,5	+			+											
<i>Xantholinus laevigatus</i> Jac.	p		e	S	8,0		+		+											
<i>Xantholinus linearis</i> (Ol.)	p		e	S	7,5	+			+											
<i>Xantholinus longiventris</i> Heer	p		u		8,0		+		+											
<i>Othius laeviusculus</i> Steph.	p		e	L	5,5		+						+							
<i>Othius melanocephalus</i> (Grav.)	p		e	S	4,8	+							+							
Staphylininae:																				
<i>Philonthus laevicollis</i> (Boisd.Lac.)	p		e	L	8,3		+		+											+
<i>Philonthus atratus</i> (Grav.)	p		s	L	8,0		+		+											
<i>Philonthus ebeninus</i> (Grav.)	p		e	L	8,0				+											
<i>Philonthus laminatus</i> (Creutz.)	p		e	S	9,0				+	+										
<i>Philonthus cognatus</i> Steph.	p		e	S	9,8				+	+										+
<i>Philonthus succiola</i> Thoms.	p		e	L	12,0			+	+											
<i>Philonthus decorus</i> (Grav.)	p		e	L	12,0		+						+							+
<i>Philonthus carbonarius</i> (Grav.)	p		u		7,0				+	+										
<i>Philonthus nitidicollis</i> Lac.	p		e	L	7,0				+	+										
<i>Philonthus varians</i> (Payk.)	p		u		6,5				+	+										
<i>Philonthus splendens</i> (F.)	p		e	S	13,0				+	+	+									
<i>Gabrius nigritulus</i> (Grav.)	p		u		4,8		+		+	+										
<i>Gabrius pennatus</i> Sharp	p		u		4,2		+		+	+										
<i>Gabrius subnigritulus</i> (Rtt.)	p		e	L	4,0		+		+	+										
<i>Platydracus stercorarius</i> (Ol.)	p		e	S	13,5	+			+	+										
<i>Staphylinus fossor</i> (Scop.)	p		e	S	17,5	+						+								+
<i>Staphylinus dimidiaticornis</i> Germ.	p		e	S	19,5				+	+										
<i>Ocypus olens</i> (Mill.)	p		e	L	27,0		+						+							
<i>Ocypus nero</i> Fald.	p		e	L	16,0		+						+							
<i>Ocypus fuscatus</i> (Grav.)	p		e	L	13,5				+	+			+							
<i>Ocypus fulvipennis</i> Er.	p		e	S	13,0	+							+							
<i>Ocypus aeneocephalus</i> (Deg.)	p		e	L	13,0				+	+			+							+
<i>Quedius longicornis</i> Kr.	p		e	S	9,5								+							
<i>Quedius nitipennis</i> Steph.	p		e	L	6,3		+						+							
Tachyporinae:																				
<i>Mycetoporus lepidus</i> (Grav.)		s *	e	S	4,5				+				+							
<i>Mycetoporus longulus</i> Mannh.		s *	e	S	4,8				+	+			+							
<i>Mycetoporus bimaculatus</i> Boisd.Lac.		s *	e	L	3,5			+					+							+
<i>Mycetoporus splendidus</i> (Grav.)		s *	u		4,3			+		+			+							
<i>Bolitobius castaneus</i> (Steph.)		s *	e	S	6,5				+	+			+							+
<i>Sepedophilus testaceus</i> (F.)		m	e	L	4,3				+	+			+							
<i>Tachyporus nitidulus</i> (F.)	(p)	m	u		2,5				+	+			+							
<i>Tachyporus obtusus</i> (L.)	p		e	L	3,8				+	+			+							
<i>Tachyporus hypnorum</i> (L.)	p		u		3,5				+	+			+							+
<i>Tachyporus chryselinus</i> (L.)	p		u		3,8				+	+			+							
<i>Tachyporus ruficollis</i> Grav.	p		e	L	3,3				+	+			+							+
<i>Tachyporus macropterus</i> Steph..	p		e	L	2,5				+	+			+							
<i>Tachinus lignorum</i> (L.)		o	e	L	6,0				+	+			+							
<i>Tachinus signatus</i> Grav.		o	u		5,8				+	+			+							
<i>Tachinus laticollis</i> (Grav.)		o	u		4,5				+	+			+							
<i>Tachinus marginellus</i> (F.)		o	e	S	4,5				+	+			+							
<i>Tachinus corticinus</i> (Grav.)		o	u		3,5			+	+	+			+							

p= prédateur, o= omnivore, s= saprophage/mycetophage (m), *= incertain
s= stenoèce, e= euryèce, u= ubiquiste, L= littoral, S= steppe
x= xérophile, h= hygrophile, c= coprophile, p= phytodétricicole, s= saprophile
u= humicole, m= psammophile, i= sylvicole, o= muscicole
(Valences écologiques et préférences d'habitats et milieux selon KOCH (1989))

Le tableau 4 résume les données sur les peuplements de Staphylinidae des différentes stations. En 1987, 64 espèces totalisent 1407 individus. En 1988, on relève 70 espèces et 2069 individus. 47 espèces sont communes aux deux années. Les Aleocharinae sont également plus nombreux la deuxième année. En parallèle avec le nombre total d'individus plus élevé en 1988, la moyenne du nombre d'espèces par station est également plus grande.

Les larves, par contre, ont été plus nombreuses en 1987, 616 individus contre 441 individus en 1988. Contrairement aux adultes, les nombres de larves ne révèlent pas de tendance générale valable pour toutes les stations. Entre les stations nous observons de grandes différences dans l'abondance des larves. Le nombre élevé observé en 1987 est surtout l'effet d'une seule station (CO PP F).

Tab. 4: Détail des captures dans les différentes stations

1987	BE PP F	CO PP F	CO PP P	DO PP P	CH PP P	CH* SD	CH* LA	LU LA C	LU LA ED	CO* SD	TOTAL
Nb. de périodes de piépages	13	10	10	12	13	7	7	13	13	--	
Staphylinidae Nb. individus	61	374	290	134	75	38	30	164	240	--	1406
Aleocharinae Nb. individus	48	100	22	78	75	15	20	25	18	--	401
Nb. larves Individus en % des adultes	13 21	426 114	57 20	38 28	16 21	6 16	5 17	41 25	17 7	--	619 29.98
Nb. d'espèces	19	17	11	23	17	15	10	21	21	--	17.1
ind. Shannon	2,13	2,04	1,67	2,20	2,29	2,28	1,95	2,12	1,95		2,07
ind. Simpson	0,754	,835	,746	,798	,864	,856	,816	,784	,744		,800
evenness	0,723	,720	,696	,702	,808	,842	,847	,696	,640		,742

Tab. 4: suite

1988	BE PP F	CO PP F	CO PP P	DO PP P	CH PP P	CH* SD	CH* LA	LU LA C	LU LA BD	CO* SD	TOTAL
Nb. de périodes de piégages	12	11	11	11	12	--	--	12	12	9	
Staphylinidae Nb. individus	62	271	103	253	239	--	--	621	390	130	2069
Aleocharinae Nb. individus	26	57	42	86	40	--	--	150	122	22	545
Nb. larves Individus en \$ des adultes	5	79	70	72	32	--	--	132	33	18	441
Nb. d'espèces	8	29	68	28	13	--	--	21	8	14	23.8
ind. Shannon	2,33	1,84	2,06	2,01	1,95			1,90	2,53	2,04	2,08
ind. Simpson	0,812	,783	,820	,803	,774			,702	,893	,815	,800
evenness	0,791	,595	,761	,683	,640			,583	,786	,753	,699
* stations annuelles seulement											

Origine historique de la faune des stations:

La faune des Staphylinidae et des Carabidae des champs cultivés se compose selon THIELE (1977) et TOPP (1977) d'espèces dont les milieux originaux sont les zones littorales et les steppes. Depuis là ils ont colonisé les champs que l'homme établissait progressivement au détriment des milieux naturels, pour la plupart boisés. Il est donc possible d'attribuer les espèces à un des deux milieux d'origine. En nous basant sur KOCH (1989) nous avons calculé les pourcentages d'espèces selon leur origine en ajoutant une troisième classe, celle des ubiquistes (Tab. 5).

La figure 3 montre le pourcentage d'espèces steppiques de la population en fonction de l'altitude. C'est dans les stations les plus en altitude (Couvet PP, PF et SD; 1140m) que ce pourcentage est le plus élevé. Nous observons le pourcentage le plus bas à Changins (450m). Il y a donc une tendance à ce que le pourcentage d'espèces steppiques soit plus grand en

Tab. 5: Habitats originels des espèces: pourcentages par rapport aux nombres totaux des espèces (1987 et 1988 cumulés)

	BE PP F	CO PP F	CO PP P	DO PP P	CH PP P	CH SD	CH LA	LU LA C	LU LA BD	CO SD	\bar{x}
zone littorale	46,5	42,3	23,5	45,1	55,6	46,7	50,0	48,4	50,0	40,0	52,7
steppe	21,4	30,8	35,3	19,4	7,4	20,0	20,0	12,9	10,0	40,0	22,3
ubiquistes	32,1	26,9	41,2	35,5	37,0	33,3	30,0	38,7	40,0	20,0	25,0

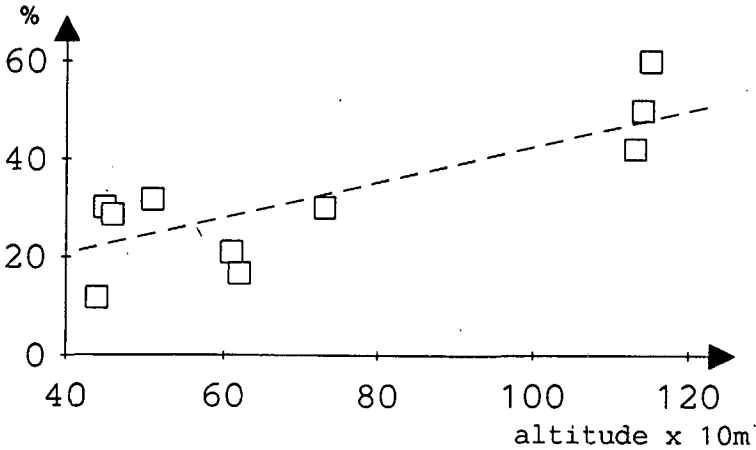


Fig. 3: Pourcentage des espèces steppiennes par station en fonction de leur altitude (ubiquistes exclus; --- = tendance observée)

altitude au détriment des espèces littorales. Le taux d'ubiquistes ne semble pas dépendre de l'altitude, mais plutôt du type de culture (voir paragraphe 4.2.2.03, Couvet PP).

Espèces dominantes:

Sont définies comme espèces dominantes celles dont l'effectif représente plus de 5% du total des individus capturés. En 1987, on peut en retenir 4, qui totalisent 60,5% de toutes les captures. La même année 26 des 64

espèces (41%) représentent 2,6% du total des captures: ce sont les espèces accidentelles qui sont capturées à 1 ou 2 individus.

Pour l'année 1988, on retrouve des chiffres comparable. 4 espèces dominantes comprenant 53,6% du total des captures et 28 espèces accidentelles qui représentent 1,8% des individus capturés.

Remarquons que les deux années, on trouve une espèce qui à elle seule totalise un quart de toutes les captures: T. signatus (1987) et Ph. cognatus (1988). La figure 4 montre les abondances relatives des 5 espèces les plus fréquentes des deux années.

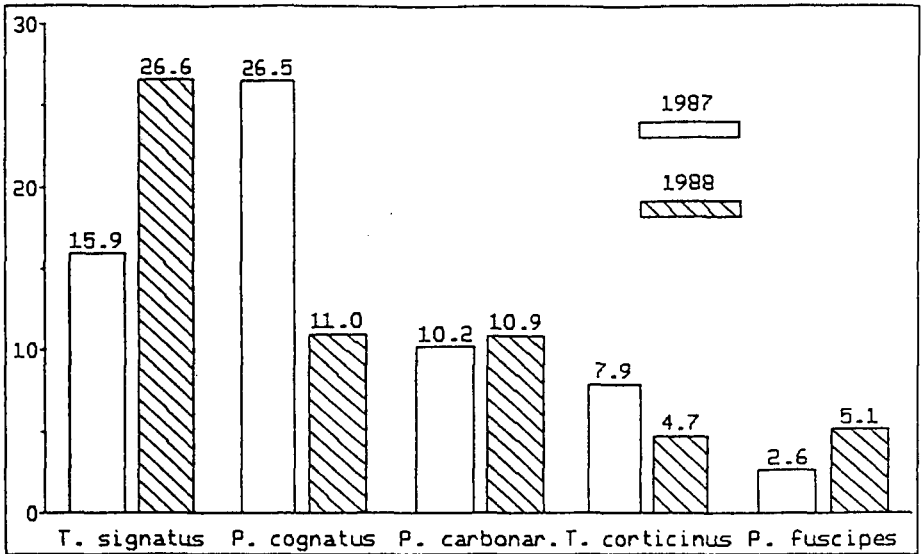


Fig. 4: Fréquence relative des 6 espèces de Staphylinidæ les plus abondantes en 1987 et 1988. Résultats exprimés en % du nombre total des captures par année.

Tab. 6: Structure des peuplements:

nombre d'individus, d'espèces, de larves;
 nombre d'espèces à abondances relatives: >10%, de 2 à 10%, <2%;
 taux de larves par rapport au nombre d'adultes;
 moyennes de toutes les stations et déviations standard.

1987	BE F	CO PF	CO P	DO P	CH P	LU C	LU BD	- x	écart- type
individus	61	374	291	134	75	164	240	191,3	115,6
espèces	18	17	11	23	17	21	21	18,3	3,9
esp. >10%	1	4	2	2	4	2	2	2,4	1,1
2-10%	9	4	5	7	5	5	5	5,7	1,7
<2%	10	9	4	16	8	15	14	10,9	4,3
larves	13	426	57	38	16	41	17	86,9	150,4
larv./adult. %	21	114	20	28	21	25	7	33,7	36,0

1988								- x	écart- type
individus	62	271	103	253	239	621	390	277	186,9
espèces	19	22	15	19	21	28	25	21,3	4,3
esp. >10%	1	3	2	3	3	2	3	2,4	,8
2-10%	9	5	6	7	4	5	8	6,3	1,8
<2%	10	14	7	9	14	21	14	12,7	4,6
larves	5	79	70	72	32	132	33	60,4	41,5
larv./adult. %	8	29	68	28	13	21	8,50	25,1	20,8

4.2.2. Les peuplements de Staphylins

4.2.2.01. Belp BE PP F

La station de Belp est différente des autres pour plusieurs raisons: elle est exploitée d'une manière extensive, les travaux agronomiques se limitant à deux fauches par année et il n'y a ni apport de fumure ni influence de bétail. En plus elle est la seule station sur sol de type pseudo-gley à premier horizon carbonaté (pH 8,5). Le pH élevé, la mauvaise rétention d'eau du sable et l'absence de fumure se traduisent également par des valeurs indicatrices élevées de la végétation pour ces facteurs (R=3,2/F=2,8/N=3,3) (LANDOLT, 1977).

Avec des effectifs capturés de respectivement 61 (1987) et 62 individus (1988), Belp est de loin la station prairiale la plus pauvre en Staphylinidae. Par contre, le nombre d'espèces est plutôt élevé (19 espèces les deux années). A l'exception d'une seule, toutes les espèces apparaissent en faible abondance (<10%). Ceci fait qu'en dépit du petit nombre d'espèces, les indices de diversité ne sont pas aussi faibles qu'on pourrait le croire et l'indice de régularité (evenness) surtout est élevé par rapport aux autres stations (voir paragraphe 4.4.4; page 83).

Une seule espèce domine le peuplement: Staphylinus dimidiaticornis Gemm. qui totalise entre 40,3% et 47,5% du total des captures durant les deux années. C'est, avec une taille moyenne de 19.5mm, une des plus grandes espèces de la famille des Staphylinidae. Philonthus carbonarius (Grav.), Paederus littoralis (Grav.) et Xantholinus linearis (Ol.) ont été trouvés à raison de 3 à 5 individus par année. Les autres espèces communes aux deux années sont représentées par 1 ou 2 individus.

La proportion larves/adultes est relativement faible (1987: 13% et 1988: 5%).

Remarquons que le peuplement (nombre d'espèces comme abondance) reste très stable d'une année à l'autre.

4.2.2.02. Couvet CO PP F

Il s'agit d'une prairie naturelle à sol très peu profond sur dalle calcaire. Ce sol est néanmoins caractérisé par la capacité au champ la plus grande de toutes les stations (66,8%) ainsi que par un grand volume des pores. Il a donc une bonne faculté de rétention d'eau malgré sa faible épaisseur.

Nous y avons trouvé de fortes abondances de Staphylinidae, les plus grandes, en 1987, de toutes les stations. Par contre le nombre d'espèces reste moyen (1987:17, 1988:22). Ceci fait que les indices de diversité et de régularité (evenness) sont moyens à faibles (voir paragraphe 4.4.4.),

notamment en 1988 où une pullulation de Tachinus signatus les fait baisser encore davantage.

T. signatus est bien représenté avec respectivement 25% (en 1987) et 40% (en 1988) du total annuel, ainsi que Tachinus corticinus avec respectivement 23% (1987) et 14% (1988). Xantholinus linearis est un peu moins abondant (1987:9%; 1988:14%). Les effectifs de Philonthus cognatus chutent fortement de 1987 (44%) à 1988 (3%). En 1987 on observe deux groupes d'espèces: 8 espèces fréquentes en dessus de 10 individus et 9 espèces accidentelles à 1 ou 2 individus.

En 1987 le rapport larves/adultes est de loin le plus élevé qui ait été enregistré (113%). Ce pourcentage tombe nettement en 1988 (32% seulement). L'été 1987, notamment les mois de mai et de juin, ont été extrêmement pluvieux, ce qui a retardé les foins. L'herbe est restée couchée, souvent détrempée par la pluie, pendant presque un mois avant d'être fauchée le 11 août seulement!

Ces conditions ont beaucoup favorisé les larves qui ont trouvé sous l'abri formé par l'herbe couchée une humidité idéale et quasi constante, sans que le sol ne soit submergé, car les pluies s'écoulent facilement à travers la roche karstique. Par rapport aux chiffres de 1988 on note en 1987 trois fois plus de larves de Tachyporinae par adulte de cette sous-famille, et même douze fois plus de larves par adulte de la sous-famille des Staphylininae (surtout du genre Philonthus). Pour les secondes, la fauche tardive a été spécialement bénéfique parce que leur développement larvaire dure plus longtemps que celui des Tachyporinae. Selon LIPKOW (1966) et EGTHEDAR (1970) le temps de développement moyen en conditions expérimentales à 15°C, de l'oeuf à l'adulte, est de 52 jours pour T. signatus et de 72 jours pour P. cognatus. Le retard de la fauche a permis aux larves de se développer sans perturbation, notamment chez les espèces nécessitant un temps plus long telles que les Philonthinae. C'est là notre explication. Nous imaginons en outre que, dans cette végétation

couchée et en train de pourrir sur le sol vivait une faune de saprophages abondante leur servant de nourriture.

En 1988 les captures d'adultes ne représentent que 73% de celles de l'année précédente. Ceci est probablement dû à la période chaude et sèche d'avril à septembre. La baisse d'abondance se constate presque chez toutes les espèces capturées les deux années, elle est spécialement accentuée chez P. cognatus (de 44 individus (1987) à 3 individus (1988)). La sécheresse printanière et estivale de 1988 peut avoir entravé le développement de cette espèce. Mais une baisse d'effectifs moins prononcée s'observe aussi chez d'autres espèces du genre Philonthus, chez Quedius nitipennis et chez Tachinus corticinus.

Seuls Xantholinus linearis et Tachyporus signatus ont été capturés en plus grand nombre en 1988. Selon SZUJECKI (1966) X. linearis serait très tolérant vis-à-vis du facteur humidité et KOCH (1989) le qualifie de xérophile. En plus l'adulte n'est actif qu'en printemps et tard en automne. Dans toutes les stations, X. linearis a été capturé en grand nombre en novembre. Suivant les régions, il est même très actif en hiver (KEILBACH, 1983). Son écologie et sa phénologie le mettent donc relativement à l'abri des effets de la sécheresse estivale.

4.2.2.03. Couvet OO PP P

La prairie pâturée de Couvet confine à la prairie fauchée et présente les mêmes caractéristiques pédologiques que celle-ci, bien que le sol soit un peu plus profond. En outre, le piétinement du bétail fait que sa capacité au champ et le volume des pores y sont plus faibles.

Cette station présente le nombre d'espèces le plus faible: 11 en 1987 et 15 en 1988. Seules, 9 espèces sont communes aux deux années. Les indices de diversité et de régularité (evenness) par contre sont plutôt élevés en 1988 (voir paragraphe 4.4.4.; page 83). En 1987 ils sont moyens, surtout à cause d'une nette dominance de deux espèces.

Nous constatons une baisse considérable du nombre d'individus capturés (de 290 à 130, soit de 64%) de 1987 à 1988. Cette grande diminution s'observe chez Philonthus cognatus (93%), Philonthus laminatus (85%) et Tachinus signatus (75%). Il n'y a que deux espèces importantes qui restent plus ou moins stables: Xantholinus linearis et Tachinus corticinus. Cette dernière espèce est la plus fréquente en 1988.

En 1988 l'effet du bétail était moins prononcé que l'année précédente. La première période de pacage se situait à fin juillet, après une fauche pour ensilage. La réduction de la période de pâturage n'a pas d'influence sensible sur le peuplement des Staphylins: la baisse générale du nombre d'individus en 1988 n'est pas due à la réduction des espèces coprophiles.

4.2.2.04. Dombresson DO PP P

La station de Dombresson est la plus élevée dans l'étage des cultures. Grâce aux vers de terre, son sol présente le plus grand volume des pores parmi toutes nos stations et ceci malgré un pacage relativement intensif.

C'est la plus riche avec 23 espèces en 1987 contre 19 en 1988. Seules 11 espèces apparaissent les deux années. L'abondance est moyenne, elle, augmente toutefois sensiblement de 1987 à 1988 (134 à 253).

Le peuplement des deux années est caractérisé par deux ou trois espèces abondantes et un grand nombre d'espèces peu nombreuses ou accidentelles. Ph. carbonarius et Ph. cognatus forment ensemble entre 50 à 60% du total des individus de la station. En 1988 T. signatus s'ajoute aux espèces dominantes avec 17%. Cette structure se traduit par des indices de diversité moyens (Shannon: 1987: 2,20; 1988: 2,01 et Simpson: 1987: 0,798; 1988: 0,803) malgré le grand nombre d'espèces.

Le rapport larves/adultes reste constant à 28%.

La station de Dombresson se distingue des autres par son grand nombre d'espèces peu nombreuses ou accidentelles. Remarquons qu'elle jouit d'un emplacement favorable, car elle confine à un petit ruisseau et on trouve

plusieurs haies à proximité. On peut donc estimer que ces milieux adjacents favorisent la présence d'un grand nombre d'espèces, notamment des espèces accidentelles, ce qui constituerait une sorte d'"effet de bord" de ces milieux. Evidemment, on ne trouve pas d'espèces réputées ripicoles ou forestières stenoèces parmi les captures, car elles ne quittent guère leurs habitats. Il s'agit plutôt d'ubiquistes à valence écologique plus ou moins large (par exemple Stenus similis, Xantholinus longiventris, Tachyporus chrysomelinus, Arpedium quadrum) qui, selon la situation météorologique, l'évolution de la couverture herbacée et l'offre de nourriture, peuvent effectuer des incursions dans la pâture.

4.2.2.05. Changins CH PP P

C'est la seule station prairiale de l'étage des vignes. Son sol présente le taux de volumes des pores le plus faible de toutes les stations prairiales. Son peuplement est marqué par un changement considérable du nombre total d'individus et de l'abondance des espèces d'une année à l'autre.

En 1987, 75 individus se répartissent en 17 espèces. Le peuplement de cette année se distingue par les meilleurs indices de diversité et de régularité (evenness) de toutes les stations (voir paragraphe 4.4.4.). Donc la structure du peuplement est bien équilibrée. En 1988 les captures passent à 239 individus, totalisant 21 espèces. Le 37% de ce chiffre est dû à une pullulation de Paederus fuscipes, qui l'année d'avant était pratiquement absent. Ph. carbonarius et Ph. cognatus sont également bien représentés avec 25%, respectivement 12% du total des captures. Cette dominance de trois espèces fait baisser les indices de diversité en 1988 (Indice de Shannon: 1,95; evenness: 0,640).

4.2.2.6./7. Changins LA C et SD

Les deux champs de blé (labouré et semis direct) n'ont pu être

prospectés qu'en 1987 pour des raisons techniques. Ils se distinguent par là des autres stations et c'est pourquoi nous les traitons ensemble. Par ailleurs, elles sont les seules d'aussi petite taille: 150m² chacune. Une surface aussi réduite peut engendrer un effet de bord important, dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats, ainsi que de la courte durée du piégeage.

Les deux stations sont les plus pauvres en individus (38 et 39), ce qui nous oblige à de fortes réserves concernant la représentativité des captures. Quant au nombre d'espèces, le semis direct se révèle un peu plus riche (15 espèces) que la station labourée de manière conventionnelle (10 espèces). Les indices de diversité sont également plus élevés dans le semis direct (Shannon: 2,28; Simpson: 0,856) contre (Shannon: 1,95; Simpson: 0,816). Les deux stations montrent cependant des indices de régularité (evenness) les plus élevés de 1987 (0,847 et 0,842), ce qui est une conséquence du petit nombre d'espèces et de leur faibles abondances (voir paragraphe 4.4.4.; page 83).

Les deux peuplements comprennent les mêmes espèces dominantes: Ocypus nero et Tachinus hypnorum. Le semis direct se distingue par un plus grand nombre d'espèces, ainsi que par la présence exclusive de Mycetoporus longulus (15% des individus). Cette espèce saprophage vit dans la litière. Son apparition dans le semis direct pourrait être liée à la présence de végétation morte à la surface du sol, plus abondante en l'absence de labour.

Ces résultats pourraient montrer, compte tenu des réserves formulées plus haut, que l'abandon du labour au profit d'un semis direct n'est pas spécialement bénéfique aux Staphylinidae (voir paragraphe 4.4.1).

4.2.2.08. Lützelflüh LU LA C

Le sol des deux stations céréalières de Lützelflüh se caractérise par une faible capacité au champ. C'est une conséquence du taux d'argile

relativement élevé dans le sol. En agriculture, on parle de sol lourd.

La station de blé d'automne conventionnel s'est révélée très riche en individus, en 1988, c'est même, de loin, la plus riche de toutes les stations (621 individus). Le nombre d'espèces est également élevé (21 en 1987, 26 en 1988). La composition spécifique du peuplement ne change que peu d'une année à l'autre. 17 espèces apparaissent les deux années. En 1987 les indices de diversité sont moyens (Shannon: 2,12; et Simpson: 0,784). L'année suivante, ces indices - indice de régularité (evenness) compris - sont les plus bas de toutes les stations. La raison principale en est la pullulation de Tachinus signatus, qui dominait à plus de 50% (voir paragraphe 4.4.4.)!

En 1987, Philonthus cognatus domine le peuplement avec 68 individus (41.5% de toutes les captures). Son abondance reste semblable l'année suivante (56 individus), mais en raison du plus grand nombre des captures son taux descend à 9% seulement.

Lesteva longelytrata, espèce marquant une préférence pour les céréales, est présente à 26 exemplaires en 1987 (16%) tandis qu'elle est absente la deuxième année. Arpedium quadrum montre aussi une baisse considérable en 1988. Ces deux espèces, qui appartiennent à la même sous-famille (Onaliinae), atteignent leur abondance maximale généralement en octobre et novembre.

4.2.2.09. Lützelflüh IU LA BD

Les caractéristiques physico-chimiques du sol de cette station sont semblables à celles de Lützelflüh conventionnel.

Ce champ d'épeautre biodynamique est riche en espèces (respectivement 21 et 25). 630 individus ont été capturés au total, le chiffre de 1988 étant de 40% supérieur à celui de 1987. Les indices changent du tout au tout d'une année à l'autre:

En 1987 les indices de diversité sont faibles (Shannon: 1,95; Simpson:

0,744) malgré le nombre d'espèces élevé (21). C'est avant tout à attribuer à la pullulation de Philonthus cognatus, qui totalise 47% des captures, et qui déséquilibre ainsi la répartition des abondances. L'indice de régularité (evenness) en conséquence est le plus faible de toutes les stations (0,640).

En 1988 nous notons 25 espèces et les indices de diversité deviennent les meilleurs de toutes les stations (Shannon: 2,53; Simpson: 0,893).

La proportion de larves très faible reste stable les deux années (7 et 8%).

Le peuplement est dominé par Philonthus cognatus (pullulation en 1987), Philonthus atratus, Stenus biguttatus, Tachyporus hypnorum et Paederus fuscipes.

En comparant les deux années, on constate que contrairement à la hausse générale de l'abondance en 1988, les populations des deux ubiquistes Ph. cognatus et Ph. carbonarius baissent considérablement. Par contre, Lesteva longelytrata, n'est très abondant qu'en 1988, année qui voit l'apparition de Arpedium quadrum et Platystethus arenarius. Ce dernier est un Staphylin coprophile qui a été favorisé par l'épandage du lisier. T. signatus, ubiquiste des champs cultivés, est absent ici alors qu'il était abondant dans la station conventionnelle.

4.2.2.10. Couvet CE SD

Ce champ d'orge n'a été prospecté qu'en 1988. C'était la première fois que cette surface était mise en culture. L'agriculteur a commencé par un traitement herbicide pour détruire la végétation prairiale, puis a procédé au semis direct de l'orge, sans labour. Il faut donc tenir compte d'un certain "effet mémoire" qui influence les Coléoptères et qui s'oppose à l'effet des traitements d'herbicides (GREGOIRE-WIBO, 1983; POEHLING et al., 1985; POWELL et al., 1985; SAMSOE-PETERSEN, 1987; VICKERMANN et al., 1987; HEIMBACH & GIRI, 1988; HUSSEIN et al., 1990).

Avec 130 individus piégés et 15 espèces recensées, nos résultats sont comparable à ceux de CO PP P. Les espèces dominantes sont Tachinus signatus (34%), Philonthus laminatus et Philonthus carbonarius (16% chacun) et Philonthus atratus (11%).

Le rapport larves/adultes de 14% est plutôt faible.

Nous observons que T. signatus atteint ici son abondance maximale à fin mai déjà, tandis que son maximum se situe à mi-juin voire début juillet dans les deux stations prairiales de Couvet. Il est cependant impossible de dire si ce sont les conditions du jeune champ d'orge qui étaient particulièrement favorables à T. signatus ou si sa forte présence était due à l'"effet-mémoire" mentionné plus haut. P. carbonarius montre la même tendance: dans les stations prairiales de Couvet, on trouve cette espèce dans la deuxième moitié de la saison. Par contre, dans le champ d'orge, on le capture en plus grand nombre à mi-juin déjà, et il disparaît à partir du mois de juillet.

Vers la fin de la saison (octobre/novembre) on observe l'apparition de Lesteva longelytrata, une espèce qui a une forte préférence pour des champs de céréales. Dans les stations prairiales voisines (CO PP P et CO PP F) elle n'a pas été capturée.

En résumant, on peut dire que le peuplement de cette station reflète quelque peu le passage de la prairie pâturée au champ d'orge. Le début de la saison est comparable à celui des deux milieux prairiaux proches, mais les effectifs chutent fortement en été et on observe l'apparition d'espèces liées aux cultures de céréales vers la fin de la saison.

4.2.3 Caractéristiques d'un peuplement moyen de sol cultivé

Quelle est la composition d'un peuplement de Staphylinidae dans un milieu cultivé?

C'est pour répondre au mieux à cette question que nous avons étudié cinq prairies et deux champs de céréales pendant deux ans. Nous avons pris en

compte les nombres d'individus, d'espèces et de larves. Pour juger de la structure de dominance, nous avons classé les espèces en eudominantes (plus de 10%), dominantes (de 2 à 10%) et subdominantes (moins de 2%). Le rapport entre le nombre d'adultes et celui des larves a été également calculé (Tab. 6/p.42).

Nombre d'espèces: Cette valeur est relativement homogène et stable parmi les stations. Avec la méthode utilisée, la moyenne est de 20 espèces, mais ce nombre dépend du mode d'exploitation, des conditions météorologiques et de la nature des milieux avoisinants. L'altitude ne semble pas avoir d'influence sur le nombre d'espèces. Par exemple, en 1988, la station la plus pauvre et la plus riche en espèces se situaient toutes deux à Couvet.

Origines des espèces (voir p.40 et Tab.5): La moitié des espèces d'une station proviennent de la zone littorale, un quart des steppes et un quart est formé d'ubiquistes. Nous remarquons une légère diminution du taux des espèces "littorales" en altitude au profit des steppiques (Fig.3/p.40). Les ubiquistes sont soumises à d'autres facteurs que nous ne pouvons préciser pour le moment. En effet, leurs taux le plus petit et le plus élevé se trouvent dans des stations à Couvet (CO SD: 20%; CO PP P: 41,2%).

Structure de dominance: Elle reste très stable d'année en année. Considérant le peuplement moyen (20 spp.) on trouve 10 à 15% d'eudominantes (>10% du total des captures), 30% de dominantes (entre 2 et 10% du total des captures) et 60% de subdominantes (<2% du total des captures).

Nombre d'individus: Le nombre d'individus est beaucoup plus variable que celui des espèces. Il peut varier d'un facteur 10 (62 à Belp et 620 à Lützelflüh). Le premier est davantage influencé par les facteurs climatiques et les méthodes culturales que le second.

Nombre de larves: Les nombres de larves varient encore davantage que ceux des adultes: de 5 larves à Changins à 426 à Couvet (facteur 85). Aucune corrélation n'existe entre le nombre de larves et celui des adultes.

Les larves sont encore plus tributaires des facteurs écologiques que les adultes à cause de leur valence écologique étroite et de leur mobilité restreinte. Le manque de connaissances sur la biologie et l'écologie des larves et leur comportement vis-à-vis des pièges d'une part, les difficultés systématiques qui ne permettent au mieux la détermination qu'au niveau du genre d'autre part, font que nos données restent difficilement interprétables.

Les espèces communes: Nous avons capturé 91 espèces, ce qui est considérable. Mais une seule, Philonthus cognatus, est présente dans les dix stations! Lathrobium fulvipenne est seul à être présent dans neuf stations, Philonthus carbonarius et Lesteva longelytrata ont été observés dans huit stations. L'espèce la plus abondante, Tachinus signatus n'est présente que dans six stations. Le tableau 7 établit la liste des espèces ayant été capturées dans cinq stations ou plus.

Tab. 7: Espèces capturées dans 5 stations ou plus: nombre d'individus, nombre de stations; années 1987 et 1988 cumulées.

	nombre d'individus	nombre de stations
Philonthus cognatus	601	10
Lathrobium fulvipenne	46	9
Philonthus carbonarius	371	8
Lesteva longelytrata	116	8
Tachinus signatus	773	6
Xantholinus linearis	112	6
Philonthus laminatus	94	6
Tachyporus hypnorum	55	6
Stenus clavicornis	28	6
Tachyporus chrysomelinus	25	6
Philonthus atratus	86	5
Anotylus rugosus	59	5
Xantholinus longiventris	14	5

4.3 L'influence des facteurs écologiques sur les espèces

Terminologie:

Pour DAJOZ (1978) un facteur écologique est représenté par "tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement".

Dans le cadre de ce travail nous étendrons la définition du terme "facteur écologique" à tous les éléments exerçant une influence, directe ou indirecte, sur les espèces.

4.3.1. Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances prend en considération plusieurs variables en même temps. Le programme CANOCO utilisé pour notre travail (TER BRAAK, 1988), permet d'inclure dans l'analyse les variables expliquées (=espèces de Staphylins ou stations), les descripteurs environnementaux, et éventuellement des "covariables", c'est-à-dire des variables dont l'effet est retiré des données (par régression multiple) avant l'analyse, pour aider à mieux dégager des correspondances plus fines. C'est avant tout le fait de pouvoir attribuer des importances aux descripteurs environnementaux et par là de les hiérarchiser qui rend l'analyse des correspondances importante dans notre travail. Il convient de souligner que l'analyse utilisée permet d'inclure même des descripteurs stationnels non quantitatifs, tels que, par exemple, la typologie du sol.

Nous avons basé nos analyses sur les 27 espèces les plus fréquentes en utilisant leur totaux annuels, mais en considérant les années 1987 et 1988 ensemble. Toutes les stations faisaient partie de l'analyse à l'exception des deux stations céréalières de Changins (en raison de la courte durée de piégeage que nous y avons effectuée). Les descripteurs stationnels suivants ont été pris en compte:

Typologie du sol: Gley, sol brun lessivé,
Sol brun calcaire

Physique du sol: Capacité au champ,
Volume des pores

Végétation: Arrhenaterion, Cynosurion

Pratiques agricoles: Charge de bétail,
Charge en engrais organiques,
Charge en engrais minéraux

Altitude: (Température, Pluviosité,
Humidité etc.)

Les mêmes analyses ont été aussi faites pour chaque année séparément. Etant donné que les résultats de ces analyses sont très semblables, nous ne présentons ici que l'analyse basée sur les deux années prises ensemble, qui en fait la synthèse.

Les facteurs biotiques n'ont pas été pris en compte dans cette recherche.

L'altitude est le facteur influençant le plus le peuplement des Staphylinidae de nos stations. Le pourcentage de variabilité expliquée par ce facteur s'élève à 30%. La répartition des espèces d'après l'altitude sera mise en évidence par la méthode manuelle (c.f. paragraphe 4.3.2). Afin de mieux dégager l'influence des autres facteurs, l'altitude a été par la suite mise en "covariable", c'est à dire retirée par régression multiple de la matrice "espèces" pour qu'elle n'interfère plus avec les données restantes.

Les figures 5 et 6 montrent la répartition des espèces après enlèvement de l'altitude. Sont également indiqués les descripteurs stationnels (par exemple: volume des pores, méthodes culturales, etc.).

Nous tenons à bien souligner que ces facteurs ne sont pas indépendants, ce qui est important pour interpréter correctement la figure et expliquer la signification des axes. Dans la variance de l'altitude est comprise une partie indéterminée de celle de l'humidité du sol. Les précipitations et les températures dépendent de l'altitude et agissent ainsi à travers la pluie ou l'évapotranspiration sur l'humidité du sol. Pour illustrer ce fait, nous donnons les précipitations de l'année et les températures moyennes de l'année et du mois de juillet, qui varient considérablement entre la station la plus basse et la station la plus élevée. (Valeurs en 1987: Changins (445 m): 982 mm, 9.7°C, 19.1°C; La Brevine (1050 m) près de Couvet: 1825 mm, 4.7°C, 14.7°C).

L'axe 1 absorbe 34% de la variabilité globale de la matrice espèce et représente en premier lieu l'humidité du sol (estimée par la capacité au champ). Du côté des sols secs, séparées des stations prairiales, on trouve les cultures céréalières. Par leur couverture végétale plus ou moins clairsemée elle peuvent engendrer un assèchement relatif du sol, plus marqué que dans les prairies. En plus, nos stations céréalières ont un sol lourd, qui tend par conséquent à sécher plus rapidement. La station d'orge de Couvet se situe entre les cultures et les prairies. De par son altitude, elle est moins sèche que celles de Lützelflüh. De plus, elle se rapproche des prairies parce qu'elle a été exploitée en prairie jusqu'au printemps 1987.

L'humidité du sol peut donc être considérée comme un facteur important venant juste après l'altitude, dans l'hierarchie des facteurs influençant nos peuplements.

Remarquons que la plupart des peuplements présentent un caractère plus hygrophile en 1987 qu'en 1988, la première année étant caractérisée par un été pluvieux. En 1988, la station conventionnelle de Lützelflüh est toutefois moins sèche que l'année précédente. Nous attribuons cela à la culture dérobée qui a été semée la deuxième année.

Les autres facteurs influençant nos peuplements ne se distinguent plus de façon claire. La figure 6 montre la disposition des stations et des variables environnementales sur les axes 2 et 3, qui absorbent respectivement 29% et 13% de la variabilité totale.

A l'axe 2 correspondent en partie le type de culture (prairie fauchée, pâture, charge d'engrais organique) et la nature du sol (sol brun lessivé, gley). La prairie fauchée apparaît de façon indirecte par son association végétale, l'Arrhenaterion.

Finalement, l'axe 3 exprime surtout les sols bruns calciques et l'emploi d'engrais minéraux. Mais l'influence du facteur "engrais minéral" semble modeste si l'on en juge par la faible séparation des stations de Lützelflüh mode biodynamique - Lützelflüh mode conventionnel. Ces deux modes d'exploitation se distinguent entre autre par l'utilisation ou non d'engrais minéraux.

Si l'analyse factorielle permet de bien déceler les poids de l'influence des différents facteurs, elle ne fournit pas la précision nécessaire au niveau des espèces. Celles-ci seront traitées dans le paragraphe suivant.

Légendes des figures de l'analyse factorielle (pages suivantes):

Fig. 5: Graphique de l'analyse factorielle des 27 espèces les plus fréquentes des années 1987 et 1988 cumulées avec la répartition des variables environnementales et des stations suivant les deux axes principaux (après enlèvement du facteur "altitude").

Fig. 6: Graphique de l'analyse factorielle des 27 espèces les plus fréquentes des années 1987 et 1988 cumulées avec la répartition des variables environnementales et des stations suivant les deuxième et troisième axes principaux (après enlèvement du facteur "altitude").

Espèces:

Ains = Anotylus insecatus	Plit = Paederus littoralis
Aqua = Arpedium quadrum	Qnit = Quedius nitipennis
Arug = Anotylus rugosus	Sbig = Stenus biguttatus
Gpen = Gabrius pennatus	Scan = Stenus canaliculatus
Lful = Lathrobium fulvipenne	Scla = Stenus clavicornis
Llon = Lesteva longelytrata	Sdim = Staphylinus dimidiaticornis
Mpor = Micropeplus porcatus	Ssim = Stenus similis
Mspl = Mycetoporus splendidus	Tchr = Tachyporus chrysmelinus
Patr = Philonthus atratus	Tcor = Tachinus corticinus
Pcar = Philonthus carbonarius	Thyp = Tachyporus hypnorum
Pcog = Philonthus cognatus	Trco = Carpelimus corticinus
Pfus = Paederus fuscipes	Tsig = Tachinus signatus
Plae = Philonthus laevicollis	Xlin = Xantholinus linearis
Plam = Philonthus laminatus	

Stations:

BF7 = Belp pâture 1987	CP8 = Couvet pâture 1988
BF8 = Belp pâture 1988	DP7 = Dombresson pâture 1987
CC8 = Couvet céréales 1988	DP8 = Dombresson pâture 1988
CF7 = Couvet pr. fauchée 1987	LCB7 = Lützelf. épeautre biodyn. 1987
CF8 = Couvet pr. fauchée 1988	LCB8 = Lützelf. épeautre biodyn. 1988
CHP7 = Changins pâture 1987	LCC7 = Lützelflüh blé convent. 1987
CHP8 = Changins pâture 1988	LCC8 = Lützelflüh blé convent. 1988
CP7 = Couvet pâture 1987	

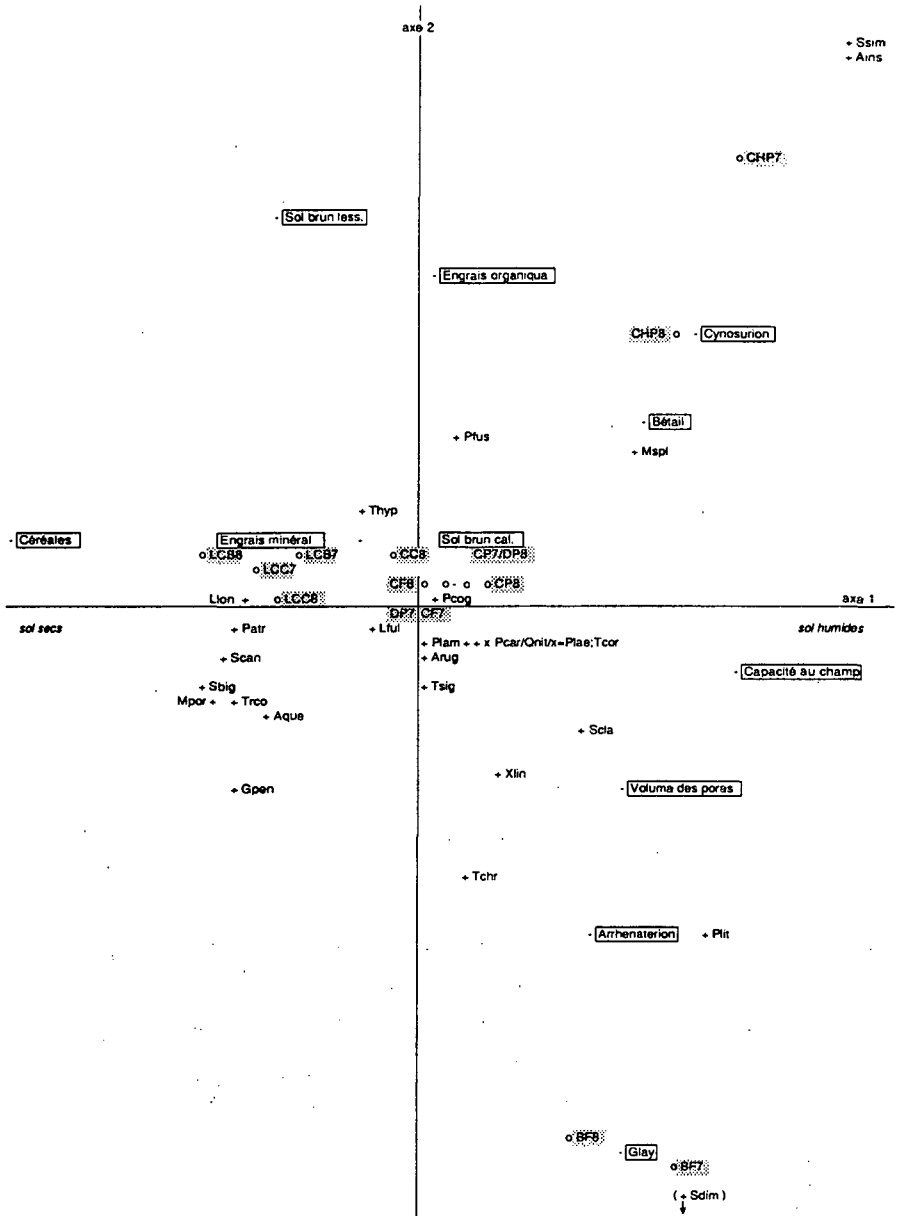


Fig. 5: Légende voir page précédente.

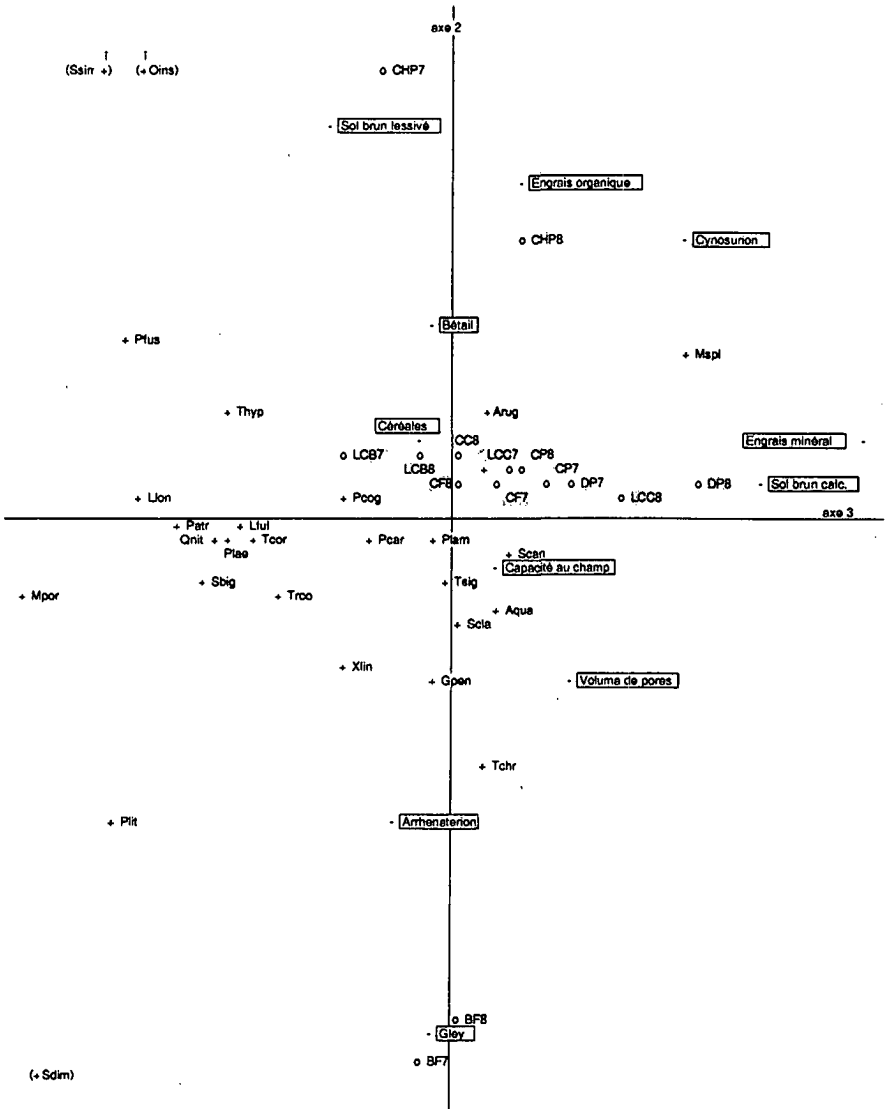


Fig. 6: Légende voir page 58

4.3.2. Analyse manuelle facteur par facteur

L'analyse manuelle consiste à ordonner les espèces dans un tableau d'après un facteur écologique. Nous nous sommes basés sur les abondances cumulées des années 1987 et 1988. Toutefois seules les 33 espèces représentées par plus de 10 individus ont été retenues.

La méthode manuelle permet de pondérer les résultats par rapport à la fiabilité des données brutes (nombre d'espèces capturées, nombre de stations dans lesquelles une espèce a été trouvée). Une partie de l'interprétation est cependant soumise au jugement subjectif du chercheur. Ceci constitue la faiblesse de cette méthode.

Ainsi nous avons testé l'altitude, les pratiques culturales, la capacité au champ et le volume des pores. Pour les facteurs quantitatifs (altitude, capacité au champ et volume des pores) des valeurs spécifiques ont été calculées selon la façon suivante:

valeur spécifique =

$$\frac{\sum (\text{abondance stationnelle} \times \text{valeur stationnelle du facteur écologique})}{\text{abondance totale}}$$

Exemple:

Quedius nitipennis (c.f. Tab.10/p.68)

CO PP F :	45	x	66,8	3006,0
CO PP P :	9	x	50,2	451,8
CO SD :	4	x	46,2	184,8

Total :	58			3642,6

valeur spécifique:		$\frac{3642,6}{58} =$	62,8
=====			====

Les chiffres ainsi calculés pour chaque espèce permettent de les ordonner par rapport à un seul facteur.

Le facteur qualitatif (type de culture) a été pris en considération par la répartition d'une espèce entre les stations et l'ordre de grandeur des abondances stationnelles.

Les résultats obtenus à l'aide de l'ordonnance des espèces ont été pondérés par rapport à la possibilité d'interférence avec d'autres influences environnementales. De la prudence s'impose notamment pour les espèces qui apparaissent seulement dans la ou les station(s) d'une seule localité. Par exemple une espèce ne peut être qualifiée de bonne indicatrice des champs de céréales uniquement parce qu'elle a été trouvée dans les deux stations de Lützelflüh. Il pourrait y avoir d'autres facteurs inconnus propres à ladite localité qui peuvent déterminer la présence ou l'absence d'une espèce.

4.3.3. Influence des facteurs abiotiques sur la répartition des espèces

Altitude:

Le long d'un gradient altitudinal plusieurs facteurs climatiques (tel que température, pluviosité, ensoleillement, vent etc.) sont modifiés et influencent par là les biocénoses, donc les peuplements de Staphylinidae.

Nos stations se situent à cinq différents niveaux d'altitude, de 450m à 1140m. L'altitude n'a pas d'influence directe sur la flore et la faune, mais intervient par l'intermédiaire de son climat. Ces cinq niveaux d'altitude peuvent être classés en trois groupes climatiques principaux selon SCHREIBER (1977):

- a) vigne,
- b) cultures
- c) végétation montagnarde.

Tab. 8: Répartition des espèces les plus significatives selon un gradient altitudinal. Résultats des années 1987 et 1988 cumulés.
(* = observation annuelle seulement)

altitude:	1140m			730m	620m		510m	450m			
stations:	CO*	CO	CO	DO	LU	LU	BE	CH	CH*	CH*	
	SD	PP	PP	PP	LA	LA	PP	PP	LA	SD	
	C	F	P	P	C	RD	F	P			
étage climatique:	végétation montagnarde			cultures				vigne			Σ
<i>Tachinus corticinus</i>	4	125	54								183
<i>Quedius nitipennis</i>	4	45	9								58
<i>Philonthus laevicollis</i>	3	25	7								35
<i>Philonthus laminatus</i>	21	21	31	8	12			1			94
<i>Philonthus atratus</i>	14	1	1	1	9	61					86
<i>Tachinus signatus</i>	44	205	142	48	332		2				773
<i>Xantholinus linearis</i>	6	75	15	10	1		5				112
<i>Tachyporus chrysomel.</i>		1	5	12	1	2	4				25
<i>Arpedium quadrum</i>				8	17	11	1				37
<i>Stenus canaliculatus</i>				1	18	3					22
<i>Carpelimus corticinus</i>				1	35	66	1				103
<i>Micropeplus porcatus</i>				1	6	30	1				38
<i>Gabrius pennatus</i>					10	3	1				14
<i>Stenus biguttatus</i>					25	52	1				78
<i>Anotylus tetracarlinatus</i>				1	4	9				1	16
<i>Anotylus rugosus</i>				13	31	4	2	9			59
<i>Xantholinus longiventris</i>				5	3		3	2		1	14
<i>Tachyporus hypnorum</i>				4	7	29		7	4	4	55
<i>Paederus fuscipes</i>				1		49		91		1	142
<i>Paederus littoralis</i>						1	8	7			16
<i>Ocypus nero</i>								6	4	11	21
espèces indifférentes à l'altitude:											
<i>Philonthus cognatus</i>	3	47	87	118	123	138	3	76	2	4	601
<i>Philonthus carbonarius</i>	21	65	25	107	81	20	8	44			371
<i>Lesteva longelytrata</i>	5	1	1	1	26	76		1	5	1	116
<i>Lathrobium fulvipenne</i>		4	2	2	7	15	1	2	10	3	46
<i>Stenus clavicornis</i>	1	2	10	8			3	4			28

Malgré la petite différence de 60m d'altitude entre Changins et Belp on constate une nette différence climatique. Pendant que Changins se trouve à l'étage de la vigne, Belp, Lützelflüh et Dombresson se situent à celui des cultures. A l'altitude des stations de Couvet nous nous trouvons à l'étage de la végétation montagnarde.

Le tableau 8 montre que les 26 espèces peuvent être groupées en 6 classes, la sixième regroupant celles qui montrent pas de préférence d'altitude à l'intérieur des limites de nos stations; nous les appellerons "indifférentes à l'altitude".

Vu que nous disposons du plus grand nombre de stations à l'étage des cultures, c'est également dans cette classe que nous observons le plus grand nombre d'espèces.

Les sept espèces manquantes par rapport au 33 retenues initialement (c.f. paragraphe 4.3.2.) n'apparaissent pas dans le tableau 8 parce que leur situation n'est pas claire.

Pratiques culturales:

Dans nos stations, nous avons deux types de culture: les céréales et les prairies. Puisqu'à l'intérieur de ces deux catégories, le mode d'exploitation varie (par exemple labour ou semis direct pour les céréales), la végétation de chacune reste fondamentalement différente.

Deux espèces de Staphylins semblent plus inféodées aux cultures de céréales que les autres: Lesteva longelytrata et Philonthus atratus (Tab. 9). Dix de celles-ci marquent une simple préférence pour les cultures. Parmi elles, Tachyporus hypnorum et Lathrobium fulvipenne sont un peu plus abondants dans les céréales que dans les prairies, mais il n'est pas possible de conclure à une véritable préférence. Il en va de même pour les sept espèces qui apparaissent presque uniquement dans les deux stations de Lützelflüh (voir commentaire paragraphe 4.3.2.).

Tab.9: Préférence des espèces les plus fréquentes (nb.ind.tot. > 10) pour les types de culture. Résultats des années 1987 et 1988 cumulés.
(* = observation annuelle seulement / () = à confirmer)

Types de culture:		prairies				céréales						
stations:	BE	CO :	CO	DO	CH	CO*	LU	LU	CH	CH*		
	PP	PP :	PP	PP	PP	SD	LA	LA	SD	LA		
	F	F :	P	P	P	C	C	ED				
espèces préférant les céréales:											Σ	
	<i>Lesteva longelytrata</i>	1 :		1	1	5	26	76	1	5	116	
	<i>Philonthus atratus</i>	1 :		1		14	9	61			86	
()	<i>Tachyporus hypocorum</i>	:		4	7		7	29	4	4	55	
()	<i>Carpelimus corticinus</i>	1 :		1			35	66			103	
()	<i>Stenus biguttatus</i>	1 :					25	52			78	
()	<i>Micropeplus porcatus</i>	1 :		1			6	30			38	
()	<i>Arpedium quadrum</i>	1 :		8			17	11			37	
()	<i>Stenus canaliculatus</i>	:		1			18	3			22	
()	<i>Anotylus tetracarlinatus</i>	:		1			4	9	1		15	
()	<i>Gabrius pennatus</i>	1 :					10	3			14	
()	<i>Carpelimus gracilis</i>	:					6	8			14	
()	<i>Lathrobium fulvipenne</i>	1	4 :	2	2	2	7	15	3	10	46	
()	= à confirmer											
espèces préférant les prairies:												
	<i>Stenus clavicornis</i>	3	2 :	10	8	4	1				28	
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	4	1 :	5	12			1	2		25	
	<i>Xantholinus linearis</i>	5	75 :	15	10		6	1			112	
	<i>Tachinus corticinus</i>		125 :	54			4				183	
	<i>Mycetoporus splendidus</i>		:	1	8	15					24	
	:											
espèces sans préférence apparente:												
	<i>Tachinus signatus</i>	2	205 :	142	48		44	332			773	
	<i>Philonthus cognatus</i>	3	47 :	87	118	76	3	123	138	4	2	601
	<i>Philonthus carbonarius</i>	8	65 :	25	107	44	21	81	20			371
	<i>Paederus fuscipes</i>	:			1	91			49	1		142
	<i>Philonthus laminatus</i>		21 :	31	8	1	21	12				94
	<i>Anotylus rugosus</i>	2	:		13	9		31	4			59
	<i>Quedius nitipennis</i>		45 :	9			4					58
	<i>Staphylinus dimidiatic.</i>	54	:						1			55
	<i>Platystethus arenarius</i>	:							38			38
	<i>Philonthus laevicollis</i>		25 :	7			3					35
	<i>Ocypus nero</i>	:				6			11	4		21
	<i>Rugilus similis</i>	:				17			1			18
	<i>Paederus littoralis</i>	8	:			7			1			16
	<i>Xantholinus longiventris</i>	3	:		5	2		3	1			14
	<i>Anotylus insecatus</i>	:				13						13

(ne sont considérées ici que les espèces apparaissant dans plusieurs localisations)

Cinq espèces ont une nette préférence pour les prairies. La réaction la plus marquée s'observe chez Stenus clavicornis et Mycetoporus splendidus. La deuxième a été trouvée exclusivement dans les prairies pâturées, mais contrairement à ce que l'on pourrait soupçonner, il ne s'agit pas d'une espèce coprophile (KOCH, 1989; HANSKI & KOSKELA, 1979). Ce constat coïncide avec nos observations sur cette espèce en dehors de ce travail.

Finalement 15 espèces n'ont pas montré de tendance envers l'une ou l'autre des deux cultures.

Capacité au champ:

La capacité au champ quantifie le potentiel d'humidité du sol. Plus la capacité au champ d'un sol est élevée, plus il reste humide longtemps. Ceci est important pour les Staphylinidae, surtout pour les larves qui recherchent une humidité ambiante atteignant 90 à presque 100% (PEDERSEN et al., 1990).

Nous constatons que la valeur spécifique de deux tiers des espèces se trouve en dessous de la moyenne des stations (Tab. 10). Les Staphylinidae adultes des champs cultivés auraient donc tendance à préférer des sols à faible capacité au champ. La plupart des Staphylinidae sont toutefois connus pour être hygrophiles. Il faut cependant relever l'influence des deux stations de Lützelflüh: leur capacité au champ est très basse (32,5% et 33,6%) et elles totalisent à elles seules 40% de toutes les captures! Ceci explique que la plupart des valeurs spécifiques se trouvent en dessous de la moyenne des stations.

Nous distinguons les espèces suivantes comme potentiellement sensibles vis à vis de la capacité au champ:

préférant une capacité au champ basse: Paederus fuscipes, Lesteva longelytrata, Tachyporus hypnorum (faible tendance), Philonthus atratus (faible tendance).

préférant une capacité au champ élevée: Xantholinus linearis.

Si l'on compare les valeurs spécifiques de la capacité au champ et de l'altitude, on constate une tendance très nette des espèces d'altitude à préférer des sols à capacité au champ élevée et vice versa (Fig. 7). Il convient de rappeler qu'il s'agit de populations vivant dans le même type de milieu. Le comportement observé doit être vu comme une adaptation aux précipitations plus fréquentes en altitude. Même les espèces que nous avons trouvées à tous les étages altitudinaux et que nous avons caractérisées, pour cette raison, "d'indifférentes à l'altitude" (Tab. 8) suivent ladite tendance (Fig. 7).

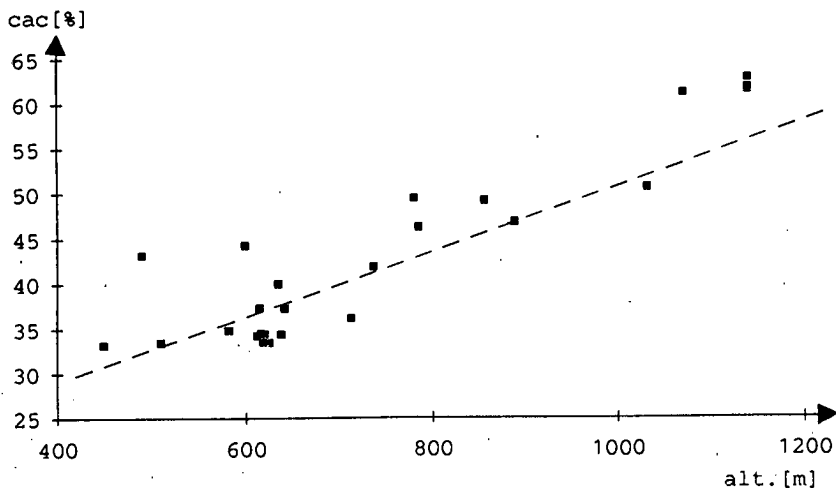


Fig. 7: Répartition des espèces en fonction de l'altitude et de la capacité au champ. Les espèces sont représentées d'après leur valeur spécifiques (voir texte p. 61).

Tab. 10: Répartition de quelques espèces de Staphylinidae selon un gradient de capacité au champ. Résultats des années 1987 et 1988 cumulés.
(* = observation annuelle seulement)

capacité au champ (%):	66,8	53,1	50,4	50,2	46,2	33,6	33,2	32,5	
stations:	CO	BE	DO	CO	CO*	LU	CH	LU	valeur
espèces:	PP	PP	PP	PP	SD	LA	PP	LA	spécif.
	F	F	P	P		BD	P	C	(page 61)
<i>Quedius nitipennis</i>	45	0	0	9	4	0	0	0	62,80
<i>Philonthus laevicollis</i>	25	0	0	7	3	0	0	0	61,71
<i>Tachinus corticinus</i>	125	0	0	54	4	0	0	0	61,45
<i>Xantholinus linearis</i>	75	5	10	15	6	0	0	1	61,09
<i>Staphyl. dimidiaticornis</i>	0	54	0	0	0	1	0	0	52,75
<i>Philonthus laminatus</i>	21	0	8	31	21	0	1	12	50,59
<i>Tachyporus chrysmelinus</i>	1	4	12	5	0	2	0	1	49,39
<i>Stenus clavicornis</i>	2	3	8	10	1	0	4	0	49,18
<i>Tachinus signatus</i>	205	2	48	142	44	0	0	332	46,79
<i>Philonthus carbonarius</i>	65	8	107	25	21	20	44	81	46,23
- ø des stations -									45,75
<i>Xantholinus longiventris</i>	0	3	5	0	0	0	2	3	44,25
<i>Paederus littoralis</i>	0	8	0	0	0	1	7	0	43,18
<i>Philonthus cognatus</i>	47	3	118	87	3	138	76	123	41,86
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	4	1	2	2	0	15	2	7	39,98
<i>Mycetoporus splendidus</i>	0	0	8	1	0	0	15	0	39,64
<i>Anotylus rugosus</i>	0	2	13	0	0	4	9	31	37,32
<i>Arpedium quadrum</i>	0	1	8	0	0	11	0	17	37,25
<i>Philonthus atratus</i>	1	0	1	0	14	61	0	9	36,12
<i>Tachyporus hypnorum</i>	0	0	4	0	0	29	7	7	34,81
<i>Anotylus tetracarينات</i>	0	0	1	0	0	9	0	4	34,49
<i>Micropeplus porcatus</i>	0	1	1	0	0	30	0	6	34,38
<i>Lesteva longelytrata</i>	1	0	1	0	5	76	1	26	34,36
<i>Gabrieus pennatus</i>	0	1	0	0	0	3	0	10	34,21
<i>Platystethus arenarius</i>	0	0	0	0	0	38	0	0	33,60
<i>Carpelimum corticinus</i>	0	1	1	0	0	66	0	35	33,58
<i>Stenus biguttatus</i>	0	1	0	0	0	52	0	25	33,50
<i>Stenus canaliculatus</i>	0	0	1	0	0	3	0	18	33,46
<i>Paederus fuscipes</i>	0	0	1	0	0	49	91	0	33,46
<i>Rugilus similis</i>	0	0	0	0	0	0	17	0	33,20
<i>Anotylus insecatus</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	33,20
<i>Carpelimum gracilis</i>	0	0	0	0	0	8	0	6	33,13

Deux espèces s'écartent toutefois un peu plus de la moyenne: Xantholinus longiventris et Paederus littoralis. Elles semblent être plus hygrophiles qu'attendu (tendances observées) étant donné leurs valeurs spécifiques d'altitude. Contrairement à la majorité des espèces, X. longiventris ne se trouve pas dans nos stations de mi-avril à mi-août, donc pendant la période la plus chaude et la plus sèche. Grâce à son comportement phénologique, elle peut donc coloniser des milieux plus secs qu'attendus pour sa valence hygrique.

Le cas de P. littoralis, espèce xérophile, nous est inexplicable.

Volume des pores:

Le volume des pores et la capacité au champ sont deux facteurs descriptifs du sol qui ne sont pas indépendants l'un de l'autre. Dans notre cas ils sont corrélés à 83% (régression linéaire). Tandis que la capacité au champ joue un rôle en rapport avec le besoin d'humidité des Staphylinidae et notamment de leurs larves, nous supposons que le volume des pores les influence au niveau de la structure du sol.

Il convient de souligner que la gamme des volumes de pores dans nos stations est moins large que celle de la capacité au champ. La précision de la mesure des deux valeurs est environ la même.

Le tableau 11 montre la répartition de quatre espèces selon le volume des pores des différentes stations. Xantholinus linearis est la seule espèce qui réagisse clairement à un grand volume des pores. Au contraire, Paederus fuscipes, Philonthus atratus et Lesteva longelytrata, préfèrent les sols à faible porosité. De manière générale, il n'y a pas d'espèces qui ne se trouverait que dans les stations à forte porosité.

Qu'en est-il des larves? Il est possible qu'elles soient plus nombreuses dans les stations à forte porosité. Leur répartition (Tab. 4) nous montre cependant qu'il y a des facteurs plus importants qui les influencent. Dans la prairie pâturée à Couvet par exemple, où on observe en 1987 le nombre

Tab. 11: Répartition de quatres espèces selon un gradient de volume des pores. Résultats des années 1987 et 1988 cumulées. (* = observation annuelle seulement)

volume de pores (%):	63,2	60,8	55,0	54,4	52,2	50,2	48,7	46,5	
stations:	DO PP P	CO PP F	BE PP F	CO PP P	CO* SD	CH PP P	LU LA C	LU LA ED	valeur spécifique (page 61)
Xantholinus linearis	10	75	5	15	6		1		593,29
Paederus fuscipes	1					91		49	490,06
Philonthus atratus	1	1			14		9	61	480,19
Lesteva longelytrata	1	1			5	1	26	76	475,95

exceptionnel de 426 larves, nous soupçonnons la fauche retardée d'environ un mois (suite au mauvais temps) d'en être la cause. L'année suivante, le nombre de larves dans la même station tombe à 79 individus seulement. Ainsi le calendrier des travaux agricoles a influencé les larves davantage que tout facteur stationnel, ce qui appuierait l'idée que les larves ont le même habitat que les adultes.

4.3.3 Espèces bioindicatrices

En nous basant sur les données des analyses factorielle et manuelle, nous avons identifié les espèces de Staphylinidae qui montrent des réactions nettes vis-à-vis de un ou plusieurs des quatre facteurs écologiques les plus importants: 1. altitude, 2. capacité au champ, 3. type de culture, 4. volume des pores. Selon SCHUBERT (1985) les bioindicateurs sont des organismes ou groupes d'organismes dont les exigences écologiques sont assez étroites à l'égard de certains facteurs abiotiques pour qu'ils puissent servir d'indicateurs de ces derniers. Le tableau 12 (p. 75) montre la liste des 26 espèces retenues pour leur potentiel bioindicateur. Cinq d'entre elles réagissent clairement aux facteurs testés. Nous les qualifions pour cette raison de relativement stenoèce. Elles pourront être utilisées en tant que bioindicatrices de tel ou tel de ces facteurs. Pour

les 21 autres espèces, ce rôle reste encore hypothétique et demande confirmation.

Chacune des 5 espèces bioindicatrices appartient à une famille différente. Ensemble avec des bioindicateurs d'autres groupes de Macroinvertébrés, elles sont citées dans le rapport N°56 du projet fond national PN22 (MATTHEY et al., 1990).

Lesteva longelytrata:

Nous avons constaté que cette espèce préfère les champs de céréales. KOCH (1989) qualifie *L. longelytrata* de hygrophile et eurytope. Ceci est à première vue contradictoire avec nos observations, étant donné que les milieux céréaliers sont plus secs que les prairies. Mais *L. longelytrata* est une espèce automnale, voire hivernale sur les champs cultivés. Active d'octobre à la fin du printemps, elle manque dans nos stations de mi-juin à début octobre. Pendant ce temps, même un sol à capacité au champ faible n'est pas desséché en conditions météorologiques normales et peut constituer un milieu suffisamment humide pour une espèce moyennement hygrophile. L'activité hivernale de *L. longelytrata* sur des champs de céréales à sol lourd a été également observée par HEYDEMANN (1956a) en Allemagne. Selon cet auteur et ZANETTI (1987), les adultes de *L. longelytrata* se trouvent en été dans les milieux humides. Pourtant aucune de nos stations ne se situe à proximité d'un milieu humide, ce qui sous-entendrait de très longs déplacements.

La question de leur habitat en été ainsi que l'habitat des larves, qui n'ont pas été trouvées dans nos stations, restent ouvertes.

Paederus fuscipes:

Selon nos observations, *P. fuscipes* préfère les sols à basse capacité au champ et serait donc xérophile.

Le fait qu'il manque dans la station LU LA C à capacité au champ la plus

basse peut s'expliquer. En effet, par rapport à sa station voisine LU LA BD, nous constatons que la densité de tiges est double (voir tableau 2). Le microclimat au niveau du sol est donc plus humide dans ce milieu plus fermé (GEIGER, 1960).

Dans la pâture de Changins, P. fuscipes n'est abondant qu'en 1988: 90 individus ont été piégés, dont 82 à mi-juin. En 1987 par contre, on ne note qu'un seul individu. En comparant les précipitations, on voit que le mois de juin 1988 a été très sec avec 39 mm de pluie contre 267 mm en 1987 dans la même période.

A Lützelflüh (LU LA BD) l'abondance varie peu entre 1987 et 1988. Respectivement 34 et 15 individus ont été piégés dont 24 et 10 durant le mois de juin. Mais dans cette région les précipitations ont été très semblables durant les mois de juin 1987 et 1988 (289 mm et 242 mm).

Nos observations sont cependant en contradiction avec les données de la littérature. FREUDE et al. (1964), COIFFAIT (1982), HORION (1965) et KOCH (1989) qualifient P. fuscipes d'hygrophile et sténotope dont les habitats préférentiels sont des rives de rivières et de lacs, des prairies humides et des aulnaies. Seul HORION (1965) ajoute des sols à végétation éparse. Remarquons encore que nous n'avons pas capturé P. fuscipes dans les différents milieux prospectés de la rive sud du lac de Neuchâtel (WITTWER, 1988) mais uniquement P. riparius.

Si, dans la littérature, on ne trouve pas d'indications concernant une tendance à la xérophilie de P. fuscipes, on pourrait penser à une tendance à la thermophilie. Ces deux exigences écologiques sont souvent étroitement liées. D'après HORION (1965), P. fuscipes est réparti au sud et au centre de l'Europe, atteignant au maximum le sud de la Scandinavie. Il ne monte guère en dessus de 1000 m d'altitude et se rencontre plus fréquemment à l'est de l'Allemagne qu'à l'ouest. Ceci est l'indication d'une préférence de climat continental, donc chaud en été. L'hypothèse d'une thermophilie est aussi soutenue par notre observation que l'espèce peut être active sous

le soleil de midi sur un sol nu, fissuré par la sécheresse. L'activité diurne est confirmée par FREUDE et al. (1964). D'autre part, la colcratation vive de P. fuscipes est une expression morphologique de l'activité diurne.

Nous concluons que P. fuscipes est thermophile et relativement xérorésistant. Contrairement aux auteurs cités plus haut, nous n'avons pas pu constater une tendance à l'hygrophilie pour cette espèce, qui semble moins sténotope que ce que l'on pensait jusqu'ici.

Philonthus atratus:

Il y a des parallèles entre Philonthus atratus et l'espèce précédente. Selon HORION (1965) et KOCH (1989) P. atratus serait également hygrophile, sténotope et ripicole et ces auteurs signalent les mêmes habitats pour les deux espèces. En outre P. atratus ne figure pas dans la liste des Staphylinidae des champs cultivés d'Allemagne centrale établie par GEILER (1960).

P. atratus se distingue néanmoins de P. fuscipes en étant moins thermophile. Nous notons sa présence à Couvet (1130 m) et HORION (1965) la signale jusqu'à l'étage sub-alpin. Et, à l'exception du champ d'orge à Couvet, nous l'avons capturée essentiellement après les moissons. Donc P. atratus semble préférer de la végétation basse et ouverte, car même à Couvet, pendant sa période d'abondance maximale se situant à mi-juin, l'orge n'atteint que 15 cm de hauteur.

En dehors de ce travail, nous avons trouvé P. atratus également dans des Mesobromions.

D'après nos résultats, l'espèce est plutôt eurytope avec une tendance à la xérophilie. De plus elle supporte les milieux frais. Ces faits sont en contradiction avec les données de la littérature.

Stenus clavicornis:

Dans nos stations, cette espèce est limitée aux prairies et pâtures, ce qui

correspond à des observations de SEGERS et BOSMANS (1982) et HARTMANN (1979). Elle est également signalée dans des haies (D'HULSTER et DESENDER, 1984 et THIELE, 1964). Ce dernier auteur constate également l'absence de l'espèce dans les champs de céréales. KOCH (1989) remarque que S. clavicornis est xérophile dans l'ouest de l'Europe. Il s'agit apparemment d'une espèce continentale qui est limitée aux endroits secs sous le climat océanique.

Dans nos contrées, cependant, elle est moins sténotope et préfère de la végétation dense et plutôt les endroits frais.

Xantholinus linearis:

Une préférence très marquée envers des stations à capacité au champ et au volume des pores élevés a été constatée pour cette espèce. C'est pourquoi, nous la qualifions d'hygrophile.

Notre constat est en contradiction avec la littérature. KOCH (1989) qualifie X. linearis de xérophile et eurytope et indique les habitats suivants: endroits sableux, talus secs, Mesobromions, vignes, carrières, rives sablonneuses, gravières, sablières, prairies, jardins et bords de forêts.

Etant donné que nous voyons pas d'explication possible à ces divergences, il convient de rester prudent quant à la valeur indicative de cette espèce.

Les autres espèces proposées:

9 des 21 autres espèces (Tab. 12) ont été capturées avant tout à Lützelflüh. Parmi elles, Carpelimus corticinus et Carpelimus gracilis sont des espèces ripicoles, préférant des rives à sol nu et KOCH (1989) cite également les champs cultivés comme habitats connus. Pour les 7 autres nous n'avons pas trouvé de confirmation dans la littérature des tendances observées.

Tab. 12: Espèces indicatrices selon les variables suivantes:
 altitude (altit.): haute/moyenne/basse
 culture (cult.): céréales/prairie,pâture/
 c*=à Lützelflüh seulement
 capacité au champ (cac): haute/basse
 volume des pores (vdp): élevé/faible
 ! = bon indicateur

espèces indicatrices:	facteur écologique				taille (mm)
	altit.	cult.	cac.	vdp	
!Lesteva longelytrata		c			4,0
!Paederus fuscipes	m-b		b	f	6,8
!Philonthus atratus	h-m	c	b	f	8,0
!Stenus clavicornis			p		5,3
!Xantholinus linearis	h-m		h	é	7,5
Anotylus rugosus	m-b				5,0
Anotylus tetracarinatus	m-b	c*			2,0
Arpedium quadrum	m	c*			5,0
Carpelimus corticinus	m	c*			2,1
Carpelimus gracilis		c*			1,5
Gabrius pennatus	m	c*			4,2
Lathrobium fulvipenne		c*			8,3
Micropeplus porcatus	m	c*			2,3
Mycetoporus splendidus		pât			4,3
Ocypus nero	b				16,0
Paederus littoralis	m-b				8,0
Philonthus laevicollis	h				8,3
Philonthus laminatus	h-m				9,0
Quedius nitipennis	h				6,3
Stenus biguttatus	m	c*			4,8
Stenus canaliculatus	m	c*			3,8
Tachinus corticinus	h	p			3,5
Tachinus signatus	h-m		(h)		5,8
Tachyporus chrysmelinus	h-m	p			3,8
Tachyporus hypnorum	m-b	c*	b		3,5
Xantholinus longiventris	m-b	p			8,0

Toutes les espèces que nous avons trouvées en altitude c'est-à-dire Philonthus laevicollis, Philonthus laminatus, Quedius nitipennis, Tachinus corticinus et Tachinus signatus sont connues de monter jusqu'à l'étage subalpin (HORION, 1963 et 1965).

Il faut encore remarquer que la différence d'écologie observée entre

Tachyporus chrysmelinus et Tachyporus hypnorum se confirme dans leurs aires de distribution. La deuxième espèce, plus thermophile, ne se trouve pas plus au nord que le sud de la Scandinavie, mais descend jusqu'en Afrique du nord. T. chrysmelinus par contre, ne descend pas plus au sud que l'Espagne mais se trouve jusqu'au nord de la Scandinavie (HORION, 1967).

4.4. Comparaison des peuplements entre les stations

4.4.1 Les champs de céréales

4.4.1.1 Considérations générales

Les champs de céréales sont des milieux prairiaux particuliers. Le travail du sol (labour), la composition floristique, les traitements phytosanitaires et autres les distinguent des prairies fauchées ou pâturées. De plus, ils sont différents par leur période de végétation divisée en deux phases, séparées par les moissons. La végétation des prairies fauchées repousse assez vite après la fauche et reconstitue un tapis dense ressemblant à celui d'avant la fauche. Par contre, la végétation des champs de céréales reste basse et très clairsemée après la fauche (=moisson), qui est effectuée plus tard dans l'année. Nous avons donc une première phase (phase I) pendant laquelle la végétation pousse vite et reste haute (mars à mi-août) et une phase de végétation basse et ouverte (mi-août à novembre, phase II).

Nous constatons que six espèces sont liées à la phase I. On y trouve les ubiquistes Philonthus cognatus, P. carbonarius, Tachinus signatus et Tachyporus hypnorum, ce dernier bien connu dans les champs de céréales comme prédateur d'aphidiens (Tab. 13).

Les quatre espèces capturées pendant la phase II sont des ripicoles

préférant le sol nu (P. atratus, Stenus biguttatus) ou des espèces automnales/hivernales (Arpedium quadrum, Lesteva longelytrata).

Parmi ces dix espèces, seuls L. longelytrata et S. biguttatus se capturent pendant les deux phases.

Tab. 13: Espèces fréquentes dans les deux stations céréalières de Lützelflüh avant et après la moisson.
(nombre d'individus > 10 ou représentant au moins 3% du total annuel dans une des deux stations)
x: présence prédominante, xx: présence quasi-exclusive

avant la moisson		après la moisson
Arpedium quadrum		x
Lesteva longelytrata	x	x
Micropeplus porcatus	x	
Paederus fuscipes	xx	
Philonthus atratus		x
Philonthus cognatus	xx	
Philonthus carbonarius	xx	
Stenus biguttatus	x	x
Tachinus signatus	x	
Tachyporus hypnorum	xx	

4.4.1.2 Comparaison entre les deux champs de céréales de Lützelflüh

Etant donné que nous n'avons étudié qu'une seule station biodynamique, nous ne pouvons pas généraliser nos résultats.

Il nous paraît cependant que, dans ce type de culture, trois facteurs influencent la faune épigée:

1) La densité des tiges:

Elle est environ deux fois plus faible que dans la station conventionnelle (voir tableau 2). Son influence sur le microclimat est très nette.

2) Les traitements fongicides et herbicides:

Bien que dans le mode biodynamique, quelques substances contre les maladies cryptogamiques soient admises, rien n'a été appliqué sur notre station. La station conventionnelle par contre à été soumise à plusieurs traitements fongicides (Tilt-1, Tilt-2) en 1987 et 1988. A cela s'ajoute des applications d'herbicides et de ralentisseur de croissance de la tige (CCC). Dans la station biodynamique, les mauvaises herbes sont enlevées mécaniquement par un système de herse tirée par un cheval.

3) Le type de fumure:

Culture conventionnelle 1987: Engrais minéral (ammonsalpêtre) et purin

Culture biodynamique 1987: purin

Parmi les Staphylins fréquents, on trouve quatre espèces séparant faunistiquement les deux stations. Trois d'entre elles ne sont présentes que dans une station: T. signatus et Ph. laminatus dans la station conventionnelle et Paederus fuscipes dans la station biodynamique. Enfin, Ph. atratus se trouve dans les deux stations, mais il est beaucoup plus abondant dans la culture biodynamique (61 contre 9 ind.).

T. signatus (espèce ubiquiste) montre une tendance hygrophile qui a été relevée par plusieurs auteurs (THIELE, 1964; LIPKOW, 1966; TOPP, 1977). Nous y voyons la raison de son absence dans la parcelle biodynamique, plus sèche, alors qu'elle est bien représentée dans la culture conventionnelle où elle montre même une pullulation en 1988. Par contre P. fuscipes, à tendance xérophile, a été trouvé uniquement dans la station biodynamique.

Dans toutes les stations considérées ici, T. signatus et P. fuscipes sont pratiquement complémentaires dans leur présence:

	Lützelflüh LA SD		Lützelflüh LA BD	
	1987	1988	1987	1988
<u>Tachinus signatus</u> (nb. ind.)	9	323	---	---
<u>Paederus fuscipes</u> (nb. ind.)	---	---	34	15

Remarquons encore qu'en 1987 on n'observe que 9 individus de T. signatus dans la parcelle conventionnelle, contre 323 en 1988. Nous ignorons cependant si la forte abondance de 1988 est due à une répartition en taches de T. signatus ou si les conditions microclimatiques et/ou nutritionnelles étaient plus favorable cette année là.

Les observations mentionnées ci-dessus concernent toutes le facteur "humidité ambiante" de l'épigaion, qui est corrélée avec la densité de la végétation (mesurée par la densité de tiges). Concernant les deux autres éléments (traitements de fongicides et herbicides, fumure) nous n'avons pas pu mettre des réactions en évidence, au niveau des peuplements, sauf une exception ponctuelle qui n'est pas due à une différence des deux pratiques culturales: l'apparition de Platystethus arenarius dans la station biodynamique pendant une période de piégeage seulement. Cette espèce coprophile a été attirée par l'épandage du purin.

Remarquons encore que les effets directs de traitements fongicides ou herbicides peuvent être très différents suivant la substance appliquée, la saison, les conditions météorologiques etc. Parmi les Coléoptères en général, les réactions diffèrent allant de l'indifférence jusqu'à des réductions considérables d'abondance par mortalité ou émigration (GREGOIRE-WIBO; 1983, POWELL et al., 1985; SAMSOE-PETERSEN, 1987; HEIMBACH & GIRI, 1988). Nous n'arrivons donc guère à isoler l'influence des traitements des autres facteurs sur les populations.

Notons encore que les deux peuplements de Lützelflüh sont très similaires au niveau des habitats originels de leurs espèces: ils se distinguent par un faible taux d'espèces steppiques par rapport aux espèces de la zone littorale. Nous supposons que ces dernières sont mieux adaptées aux milieux soumis à de fortes perturbations (labour, moisson) et à sol nu (labour, hersage).

En conclusion, nous constatons que le microclimat, et particulièrement l'humidité à la surface du sol constitue le facteur principal influençant

nos peuplements de Staphylins. Cette humidité dépend de la couverture herbacée du sol (sous-strate verte, "mauvaises herbes", effets du mulching, etc.) qui ne tient pas à une des deux pratiques culturales étudiées.

4.4.2 Les prairies permanentes

4.4.2.1 Comparaison pâture - prairie fauchée

La pâture est un milieu dynamique soumis à des influences extrêmement variables selon le mode d'exploitation et les conditions météorologiques. Ainsi le nombre, la durée, la répartition saisonnière et l'intensité (nb. UGB/ha) du pacage varient d'année en année. Ensuite une prairie doit être fauchée de temps à autre afin d'équilibrer la composition floristique. L'apport de fumure varie aussi dans la forme (fumier, purin, bouses, engrais minéraux), la quantité et le moment de l'épandage. Ces influences multiples font de la pâture un milieu très dynamique et irrégulier. Le peuplement de Staphylins qui y vivent répond forcément à la dynamique de ce milieu.

Ces constats nous amènent à formuler l'hypothèse suivante concernant le comportement des peuplement de Staphylinidae:

Dans un milieu perturbé en permanence par le bétail, tel que le pâturage, on trouvera davantage d'espèces ubiquistes et moins d'espèces spécialisées ou sténotopes que dans la prairie fauchée.

Nous n'avons qu'une seule paire de stations, à Couvet, pour tester ces deux hypothèses, car il est indispensable qu'elles se trouvent dans les mêmes conditions altitudinales, de sol, etc. pour éliminer un maximum de facteurs autre que le mode d'exploitation.

Nous constatons que la prairie fauchée est nettement plus riche en espèces en 1987 et 1988. Les taux d'ubiquistes (d'après KOCH 1989) sont les suivants:

1987: prairie pâturée 45%, prairie fauchée 29%

1988: prairie pâturée 40%, prairie fauchée 27%

Dans la prairie fauchée nous trouvons même deux espèces sténocécès. Si on compare l'ensemble de nos stations, on constate la même différence dans le taux d'ubiquistes en prairie fauchée et pâturée, et cela malgré les différences d'altitude et de caractéristiques foncières, ce qui vient à l'appui de notre hypothèse (voir paragraphe 4.2.3 et 4.5).

4.4.2.2 Comparaison prairie intensive-extensive

Sur les cinq prairies étudiées, la seule qui soit exploitée d'une manière extensive se trouve à Belp.

Dans toutes les analyses, à l'instar du test de similarité de Mountford, la prairie de Belp se trouve à l'écart des autres. Son peuplement de Staphylinidae se distingue particulièrement par:

- une grande stabilité entre 1987 et 1988
(abondance et composition spécifique)
- une faible abondance générale
- prédominance d'une espèce de grande taille

La stabilité du peuplement s'explique par la stabilité relative du milieu, qui était exploité de la même manière depuis des années (fauchage). Il est toutefois étonnant de constater une telle stabilité dans un milieu qui subit tout de même des interventions agricoles chaque année.

Pourquoi l'abondance des Staphylinidae sur ces parcelles est-elle aussi faible? Il est difficile d'y répondre définitivement, mais nous voyons deux explications possibles:

1) Résistance au déplacement:

En dehors des fauches, cette prairie est pâturée par des moutons. Le fait que les moutons broutent l'herbe très bas a sélectionné une végétation rase très touffue. On trouve en automne une forte quantité de

graminées sèches (voir tableau 3). Une telle végétation augmente la résistance au déplacement et freine l'activité des Staphylinidae à la surface du sol; ils se déplaceraient plutôt à l'intérieur de la végétation. Cependant, avec nos résultats, il est impossible de juger si l'activité, c'est à dire, le chemin parcouru par les Staphylinidae est réduit, s'ils se déplacent plutôt dans la végétation et en conséquent se font moins capturer dans les pièges Barber ou si réellement l'abondance du peuplement est faible.

- 2) Relation entre production primaire et abondance des carnivores: Il a été démontré (HURD et al., in WUNDERLICH, 1981) qu'après l'engraissement d'une prairie engendrant une augmentation de la production primaire, la diversité de la végétation baisse, mais que la productivité et la diversité des Arthropodes herbivores et carnivores augmentent. Selon cette théorie, l'abondance de prédateurs tel que les Staphylinidae devrait être basse dans une prairie extensive comme notre station de Belp. Notons qu'elle est également pauvre en Araignées et en Carabes (TURRIAN, communication personnelle).

4.4.3 Similarité des peuplements

Afin de quantifier la similarité des peuplements de Staphylinidae de nos stations, nous avons utilisé deux indices:

- l'indice de Mountford, qui a été appliqué au total des espèces d'une station. Il se base sur la seule présence-absence des espèces.
- l'indice de Steinhaus, qui prend en compte les abondances, a été calculé pour les espèces dont 5 individus ou plus ont été capturées (27 espèces en 1987 et 35 espèces en 1988).

La figure 8 établit les dendrogrammes par groupement centroïde réalisé sur la base des indices de Mountford.

En 1987, on note une grande similarité des stations prairiales de Couvet et l'isolement de la prairie de Belp (BE PP F) du reste des stations.

En 1988, les trois stations de Couvet sont très proches. Les deux indices rapprochent la prairie de Belp (BE PP F) de la culture conventionnelle de Lützelflüh (LU LA C), alors que la pâture de Changins se positionne à l'écart du reste.

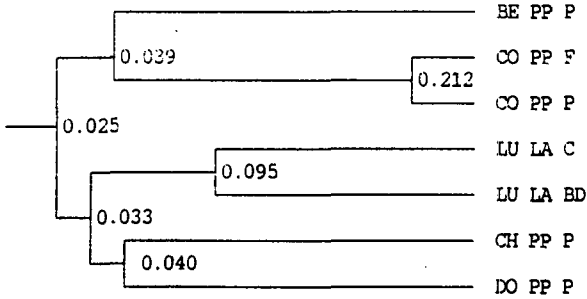
La séparation des stations par l'indice de Mountford (Fig. 8) est d'une manière générale plus nette que par l'indice de Steinhaus. Le premier regroupe en gros les stations d'après l'altitude et les pratiques culturales. Les similarités obtenues à l'aide du second sont moins évidentes à expliquer; et visiblement cet indice n'est pas un outil adapté à nos besoins, c'est pourquoi nous ne présentons pas le dendrogramme qui lui correspond.

4.4.4 Diversité des peuplements

La diversité d'un piégeage ou d'une série de piégeages dépend de la richesse spécifique et de la régularité de la distribution des abondances dans le peuplement. On admet souvent qu'une diversité élevée est normalement l'indice de la stabilité d'une biocénose et par analogie de son milieu, qui tendrait vers son équilibre climacique. Mais différents auteurs précisent (p. ex. MURDOCH, 1975) que ce rapport entre diversité et stabilité n'est pas général et que beaucoup de faunes "climaciques" ne sont pas spécialement diversifiées. La stabilité résiderait plutôt dans la coévolution des espèces. Il serait donc plus juste de prétendre qu'un milieu simplifié et abritant une faune peu diversifiée tend à être instable. Plus un milieu est simplifié, ce qui est le cas pour les champs de céréales, plus sa biocénose serait appauvrie et plus son indice de diversité serait bas.

Remarquons que nos indices de diversité se basent sur la liste spécifique d'une famille de Coléoptères prédateurs pendant une période de végétation. Il est donc difficile de juger à quelle point cette diversité peut

1 9 8 7



1 9 8 8

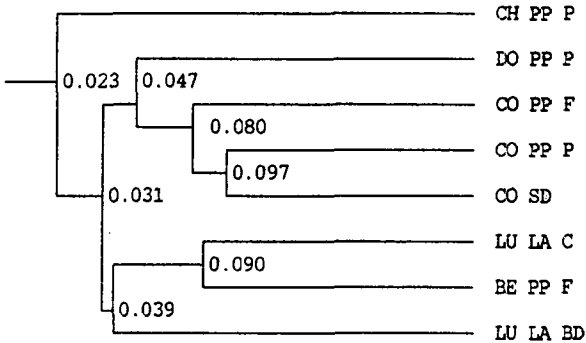


Fig. 8: Dendrogrammes de la similarité entre les stations en fonction des peuplements de Staphylinidae selon l'indice de Mountford.

être représentative pour le milieu en général.

La notion de diversité s'appuie sur l'estimation de la richesse spécifique et la distribution des abondances. Cette dernière pouvant être quantifiée de différentes manières, un des deux éléments de la diversité peut être jugé plus important par rapport à l'autre. Afin de mieux interpréter nos résultats, nous avons utilisé deux indices de diversité communément employés en écologie descriptive. L'indice de Shannn qui est

plus sensible aux espèces rares et l'indice de Simpson, qui donne plus de poids aux espèces abondantes.

La régularité (=evenness) de la répartition des abondances, comme élément de la diversité indépendant de la richesse spécifique, est également indiquée par station. Cette valeur nous paraît importante. Etant donné que la richesse spécifique diminue en général en altitude, les indices de diversité seront bas dans les stations de montagne, ceci indépendamment de l'équilibre de leur peuplement. En enlevant la richesse spécifique, la régularité met les stations sur un pied d'égalité par rapport à cet élément.

Les résultats sont données dans le tableau 14.

Nous constatons que suivant l'indice employé, la valeur de la diversité d'une station peut varier considérablement. Par exemple, la station CH LA se trouve au premier rang d'après la régularité, au quatrième rang d'après l'indice de Simpson et au huitième rang seulement d'après l'indice de Shannon sur les neuf stations examinées en 1987.

Néanmoins il y a des tendances générales qui se manifestent:

1987: valeurs de diversité élevées:

- Changins pâture (CH PP P)
- Changins blé semis directe (CH SD)

valeurs de diversité basses:

- Lützelflüh culture biodynamique (LU LA BD)
- Couvet pâture (CO PP P)

1988: valeurs de diversité élevées:

- Lützelflüh culture biodynamique (LU LA BD)
- Couvet pâture II (CO PP P II)

valeurs de diversité basses:

- Lützelflüh blé conventionnel (LU LA C)
- Couvet prairie fauchée (CO PP F)

Tab. 14: Classement des stations en fonction du nombre d'espèces et des indices de diversité (1987 et 1988).

1987		1988	
1 DO PP P	Nb esp. 23	1 LU LA C	Nb esp. 26
2 LU LA C	21	2 LU LA BD	25
3 LU LA BD	21	3 CO PP F	22
4 BE PP F	19	4 CH PP P	21
5 CH PP P	17	5 CO PP F II	20
6 CO PP F	17	6 BE PP P	19
7 CH SD	15	6 DO PP P	19
8 CO PP P	11	8 CO PP P II	17
9 CH LA	10	9 CO PP P	15
		9 CO SD	15
1 CH PP P	Shannon 2,29	1 LU LA BD	Shannon 2,53
2 CH SD	2,28	2 BE PP P	2,33
3 DO PP P	2,20	3 CO PP P II	2,31
4 BE PP F	2,13	4 CO PP F II	2,12
5 LU LA C	2,12	5 CO PP P	2,06
6 CO PP F	2,04	6 CO SD	2,04
7 LU LA BD	1,95	7 DO PP P	2,01
8 CH LA	1,95	8 CH PP P	1,95
9 CO PP P	1,67	9 LU LA C	1,90
		10 CO PP F	1,84
1 CH PP P	Simpson ,8636	1 LU LA BD	Simpson ,8933
2 CH SD	,8560	2 CO PP P II	,8660
3 CO PP F	,8352	3 CO PP F II	,8332
4 CH LA	,8156	4 CO PP P	,8202
5 DO PP P	,7983	5 CO SD	,8148
6 LU LA C	,7843	6 BE PP P	,8117
7 BE PP F	,7541	7 DO PP P	,8031
8 CO PP P	,7456	8 CO PP F	,7829
9 LU LA BD	,7443	9 CH PP P	,7736
		10 LU LA C	,7016
1 CH LA	Evenness ,847	1 CO PP P II	Evenness ,815
2 CH SD	,842	2 BE PP P	,791
3 CH PP P	,808	3 LU LA BD	,786
4 BE PP F	,723	4 CO PP P	,761
5 CO PP F	,720	5 CO SD	,753
6 DO PP P	,702	6 CO PP F II	,708
7 CO PP P	,696	7 DO PP P	,683
8 LU LA C	,696	8 CH PP P	,640
9 LU LA BD	,640	9 CO PP F	,595
		10 LU LA C	,583

La diversité des peuplements de nos stations change donc parfois beaucoup d'une année à l'autre. La parcelle de Lützelflüh biodynamique (LU LA BD) en est un bon exemple. La différence entre les deux années est probablement due à la pullulation de Philonthus cognatus en 1987 qui totalise le 45% de l'effectif piégé. Un tel événement est susceptible d'abaisser sensiblement la diversité.

Deux éléments de la mesure des indices de diversité et de régularité (evenness) provoquent un commentaire critique:

1) La précision de la mesure:

Pour comparer des indices de différents peuplements il serait nécessaire de connaître la précision de leur mesure, ce qui correspond à la représentativité de l'échantillonnage sur lequel les indices ont été basés (voir paragraphe 4.5).

2) Prise en considération de la répartition spatiale:

Afin de juger de la répartition spatiale les pièges devraient être répartis sur une surface plus grande et les récoltes exploitées de manière individuelle de chacune de nos séries de neuf piège. HARTMANN (1979) a étudié la répartition spatiale des Staphylinidae d'une prairie fauchée en Allemagne. Parmi les espèces abondantes, seules Lathrobium longulum, Xantholinus linearis et X. laevigatus montraient une répartition homogène. Tachinus corticinus et Tachyporus chrysomelinus par exemple étaient agrégés dans des taches de 150 à 600 cm² réparties de façon aléatoire sur toute la prairie. La manière hétérogène avec laquelle la plupart des Staphylinidae se répartissent dans leur milieu rend la mesure de leur abondance moyenne très difficile et compromet la précision des indices de diversité.

4.5 L'utilisation du piège Barber dans l'étude des peuplements faunistiques

4.5.1 Considérations générales

Si une description des peuplements de Coléoptères vivant sur le sol est recherchée à travers le piège Barber, il faut prendre en considération que ce piège capture les animaux non uniquement en fonction de leur abondance mais aussi en fonction de leur activité. Plus une espèce est active, plus elle sera représentée dans les captures. En revanche, une espèce de la même abondance mais peu active sera forcément sous-estimée par ce piège. Donc les effectifs des individus capturés représentent une densité d'activité. Par rapport à la densité réelle, cette densité d'activité sera compromise par:

- le comportement, dans notre cas l'activité ou le manque d'activité d'un animal
- la taille de l'animal capturé (voir ci-dessous)
- la "résistance environnementale" (HEYDEMANN 1956b)
- les variations du microclimat

En ce qui concerne l'abondance des coléoptères piégés à l'aide des pièges Barber, DENNISON & HODKINSON (1984) proposent un facteur de correction tenant compte de la température ambiante. Ils estiment que les captures non corrigées ne reflètent que très mal la densité réelle des Coléoptères. Par temps chaud, la densité des Coléoptères sera surestimée. Cependant, selon ces auteurs, le piège Barber, en comparaison avec d'autres méthodes de piégeage, fournirait les meilleurs résultats concernant le nombre d'espèces.

Réaction spécifique des Staphylinidae vis-à-vis du piège Barber:

Le fonctionnement du piège Barber par rapport aux Carabes est bien connu

et différents auteurs ont procédé à des tests pour connaître le nombre et la disposition idéales des pièges (HEYDEMANN, 1956b; GREENSLADE, 1964; OBRTEL, 1971; ADIS & KRAMER, 1975; BORCARD, 1981; etc.). Mais ces résultats seraient-ils également valables pour les Staphylinidae? Ces derniers sont en moyenne plus petits que les Carabidae et ils ont généralement une capacité de voler mieux développée. Ces deux qualités les rendent plus susceptibles de s'échapper du piège dans lequel ils sont tombés. Pour empêcher cela, on réduit la tension superficielle du liquide conservateur à l'aide de quelques gouttes de mouillant. Mais, outre que les petites espèces susceptibles de ne pas se noyer tout de suite, quelques Staphylinidae (Steninae et Paederinae surtout) peuvent nageoter sur la surface de l'eau malgré l'ajout de mouillant, il convient donc de supposer que leur nombre sera sous-estimé d'une façon plus marquée que celui des petits Carabidae.

La nature du piège peut influencer l'efficacité. Comparant des pièges en verre et en plastic du même diamètre, LUFF (1975) observe que les Staphylinidae en dessous d'une taille de 5mm sont fortement sous-représentés dans les pièges en plastique. Ceci n'est pas le cas pour les petits Carabidae.

La réaction spécifique des Staphylinidae vis-à-vis du piège Barber semble donc différente de celle des Carabidae. Cependant il ne semble pas exister d'études quantitative sur le problème.

4.5.2. Le piège Barber dans la description des peuplements

faunistiques

Bien que le Barber soit couramment utilisé dans la description des peuplements d'Invertébrés épigés, il n'existe pas de système standardisé définissant l'usage de ce piège. Chaque chercheur définit un système personnel en ce qui concerne le nombre et la taille des pièges, leur disposition, le liquide conservateur, le rythme de la mise en action, etc. Cependant,

plusieurs auteurs soulignent l'utilité d'une standardisation qui permettrait de comparer les résultats de travaux de provenance différentes, d'optimiser l'information par effort de piégeage, d'en connaître à peu près la représentativité, etc. (ADIS, 1979; DUELLI et al., 1990; etc.). Dans le chapitre suivant, nous essaierons de situer le nombre de pièges par station par rapport aux résultats qu'ils nous ont fournis dans deux de nos stations.

Nous avons choisi de poser 9 pièges Barber par station. C'est un nombre empirique issu de tests sur les Carabidae faits par différents auteurs, par exemple OBTEL (1971) et PLACHTER (1983), et appliqué dans beaucoup de travaux (DUCOMMUN, 1989; etc.). Selon ces auteurs, avec neuf pièges on arrive à un échantillonnage suffisamment exhaustif tout en gardant le travail de manipulation (pose, tri, détermination) à un niveau supportable.

Dans les champs cultivés, les Staphylinidae sont généralement moins abondants que les Carabidae, mais plus diversifiés (BRASSE, 1975; ISENSCHMID & STOECKLI, 1982; JONES, 1976; SEGERS & BOSMANS, 1982; SPAEH, 1980; et autres). Cela se vérifie dans les stations touchées par notre étude (MATTHEY et al., 1990).

Vu les différences observées dans la capture des Staphylinidae et des Carabidae, on pourrait douter de la fiabilité de notre échantillonnage des Staphylinidae. Il nous a donc fallu connaître le nombre total d'espèces de Staphylinidae vivant dans nos stations et le pourcentage du nombre total des espèces que nous recensons à l'aide de nos séries de neuf pièges Barber. Ceci revient, d'un point de vue pratique, à connaître le nombre optimal de pièges à utiliser par station.

Afin de trouver une réponse approximative à ces questions, nous avons équipé les stations prairie fauchée et prairie pâturée de Couvet pendant la saison 1988 d'une série de 9 pièges Barber en plus de la série habituelle. Ces deux séries étaient posées à 8m environ l'une de l'autre.

Notre disposition expérimentale est simple, mais suffira pour répondre

approximativement aux questions posées.

4.5.3 Estimation du nombre total d'espèces

Notre station, de surface limitée, abrite un nombre d'espèces "n" de Staphylinidae. En poussant la simplification à l'extrême, on pourrait le comparer à une table de billard gigantesque. Les boules, de n couleurs différentes symbolisant nos espèces, circulent sans cesse sur cette table. La chance qu'une boule d'une couleur donnée tombe dans un trou dépendra de son abondance sur la table, mais, après un certain temps, nous trouverons des boules de toutes les n couleurs dans les trous. La fonction mathématique décrivant le rapport entre le temps de circulation des boules ou d'exposition d'un trou (le piège) et le nombre d'espèces capturées tendra vers une limite (limite: $y=n$). Une fonction asymptotique telle qu'une fonction logarithmique ou hyperbolique est susceptible de décrire ce rapport. A la place du temps d'ouverture du trou, on peut varier le nombre de trous à temps d'ouverture égale, ce qui correspondrait au nombre de pièges.

Nos boules sur cette table imaginaire possèdent cependant plusieurs caractéristiques qui ne s'appliquent pas à des Staphylinidae dans un milieu naturel, à savoir:

1. toutes les espèces n'ont pas la même activité,
2. toutes les espèces n'ont pas la même chance de tomber dans les pièges,
3. la répartition des espèces dans le milieu est hétérogène,
4. composition et structure du peuplement changent pendant la saison de piègeage,
5. le milieu lui-même n'est pas homogène,
6. le milieu n'est pas fermé, il y a immigration et émigration

Notre modèle "billard" et les fonctions qui s'y rattachent illustrent de manière simplifiée le genre de problème auquel nous sommes confrontés.

La courbe, soit logarithmique, soit hyperbolique, sera définie par deux paramètres: l'asymptote et la pente. L'asymptote représente le nombre total d'espèces dans le milieu; la pente, elle, dépend des caractéristiques du peuplement: densité, répartition spatiale, et régularité (Fig. 9). Plus le peuplement est dense, plus vite on aura piégé toutes les espèces et plus vite la courbe tendra vers sa limite.

Une distribution spatiale plus ou moins uniforme du peuplement équilibre les chances de chaque espèce d'être piégée. Moins il y a d'espèces à faible chance d'être piégée en raison d'une répartition très localisée, plus vite leur nombre total dans le milieu sera recensé et plus la pente de la courbe (Nb.esp./Nb.pièges) sera raide. Enfin, plus le peuplement est régulier, c'est à dire plus les différentes espèces présentent des densités similaires, moins il y aura d'espèces rares, à probabilité de capture réduite et plus la pente de la courbe sera raide.

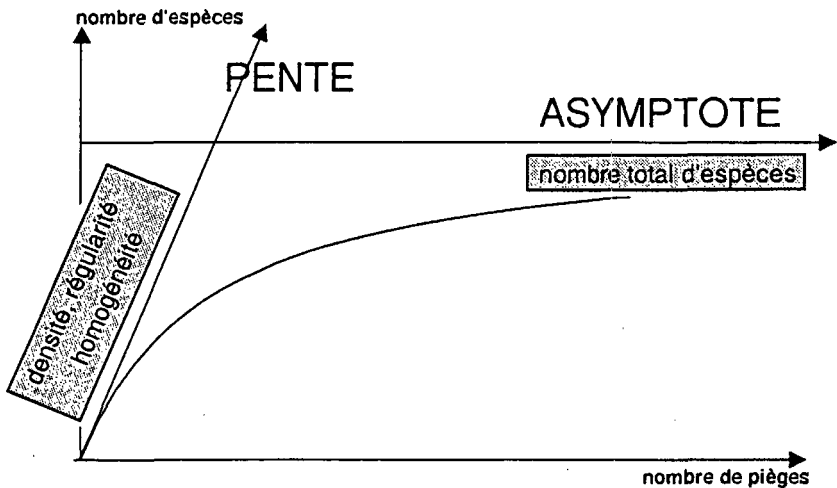


Fig. 8: Signification écologique des deux paramètres de la courbe "nb pièges / nb espèces" (voir texte).

Tab. 15: Totaux des Staphylinidae capturés par les deux séries de pièges Barber à 9 gobelets des stations Couvet p pât et p fau 1988.

Tot : nombre de captures

%T : pourcentage par rapport au total des captures

%I : pourcentage des captures série I par rapport au total série I

%II : pourcentage des captures série II par rapport au total série II

* : espèces se rencontrant dans les deux séries de pièges

<-- : voir texte

Couvet, prairies fauchées 1988

	Tot.	%T	%I	%II
* Tachinus signatus	159	32,9	40,2	23,5
* Tachinus corticinus	96	19,8	14,4	26,8
* Xantholinus linearis	68	14,0	14,8	13,1
* Philonthus carbonarius	41	8,5	6,6	10,8
* Quedius nitipennis	37	7,6	7,0	8,5
* Philonthus laevicollis	20	4,1	3,7	4,7
* Tachinus laticollis	13	2,7	2,6	2,8
* Philonthus laminatus	11	2,3	3,3	,9
* Tachinus marginellus	5	1,0	1,5	,5
* Philonthus cognatus	5	1,0	1,1	,9
* Quedius decorus	5	1,0	,4	1,9
* Lathrobium fulvipenne	4	,8	,7	,9
* Tachyporus chrysomelinus	3	,6	0	1,4 <--
* Philonthus atratus	2	,4	,4	,5
* Quedius longicornis	2	,4	,4	,5
* Stenus brunnipes	2	,4	,4	,5

Lesteva longelytrata	1	,2	,4	0
Megarthus depressus	1	,2	,4	0
Mycetopus longulus	1	,2	0	,5
Ocytus fulvipenne	1	,2	,4	0
Anotylus inustus	1	,2	0	,5
Philonthus ebemius	1	,2	,4	0
Philonthus splendens	1	,2	,4	0
Stenus biguttatus	1	,2	0	,5
Stenus clavicornis	1	,2	0	,5
Xantholinus laevigatus	1	,2	,4	0
Xylodromus concinnus	1	,2	,4	0

Total: 484 ind.
27 esp.
15 esp. communes aux deux séries
11 esp. à 1 seul individu

Ind. Shannon: 2,104
evenness(régularité) ,3404

Couvet, prairies pâturées 1988

	Tot.	%T	%I	%II
*Tachinus corticinus	52	25,7	28,2	23,2
*Tachinus signatus	48	23,8	27,2	20,2
*Philonthus carbonarius	20	9,9	6,8	13,1
*Stenus clavicornis	14	6,9	9,7	4,0
*Xantholinus linearis	14	6,9	6,8	7,1
*Philonthus cognatus	10	5,0	5,8	4,0
*Philonthus laevicollis	10	5,0	4,9	5,1
Tachinus laticollis	9	4,5	0	9,1 <--
*Philonthus laminatus	6	3,0	3,9	2,0
*Quedius nitipennis	4	2,0	1,0	3,0
Omalius excavatum	3	1,5	0	3,0 <--
*Mycetopus splendidus	2	1,0	1,0	1,0

Lathrobium fulvipenne	1	,5	1,0	0
Micropeplus porceus	1	,5	0	1,0
Ocytus fuscatus	1	,5	0	1,0
Othius laeviusculus	1	,5	1,0	0
Anotylus laqueatus	1	,5	1,0	0
Philonthus atratus	1	,5	0	1,0
Philonthus splendens	1	,5	1,0	0
Philonthus varians	1	,5	1,0	0
Stenus brunnipes	1	,5	0	1,0
Tachyporus chrysomelinus	1	,5	0	1,0

Total: 202 ind.
22 esp.
10 esp. communes aux deux séries
10 esp. à 1 seul individu

Ind. Shannon: 2,279
evenness(régularité) ,4293

Résultats:

Afin d'insérer notre discussion méthodologique dans le cadre concret de nos résultats, nous exposons brièvement les résultats des deux stations concernées:

Le tableau 15 présente les captures obtenues par la double série de pièges dans les deux stations prairiales de Couvet. Le nombre d'individus et le pourcentage par rapport au total des deux séries sont indiqués pour chaque espèce. Ensuite on trouve les abondances de chaque espèces (en %) des séries I et II. Les espèces qui ne sont pas communes aux deux séries et qui sont représentées par plus d'un individu sont marquées d'une flèche (<--). La ligne traitillée sépare des autres les espèces capturées à un seul exemplaire et pouvant être considérées comme accidentelles ou rares.

Nous basant sur ces résultats, nous avons établi les fonctions nombre d'espèces/nombre de pièges à l'aide de trois points: l'origine (pas de piège, pas d'espèces), le nombre moyen d'espèces capturées avec les deux séries de 9 pièges et le nombre d'espèces capturées avec les 18 pièges ensemble (Fig. 10).

La fonction hyperbolique indique un nombre total d'espèces 1,3 à 1,4 fois plus élevé que la fonction logarithmique, qui tend beaucoup plus vite vers la limite. Selon ces estimations, la prairie fauchée serait légèrement plus riche en espèces que la prairie pâturée (29,4* espèces contre 25,6*).

$$y = K(1 - e^{-\alpha x})$$

fonction exponentielle

$$y = -\frac{a}{x + b} + K$$

fonction hyperbolique

K = valeur de l'asymptote ce qui correspond au nombre total d'espèces dans le milieu
 α = exprime la pente

* les décimales résultent de l'approche théorique

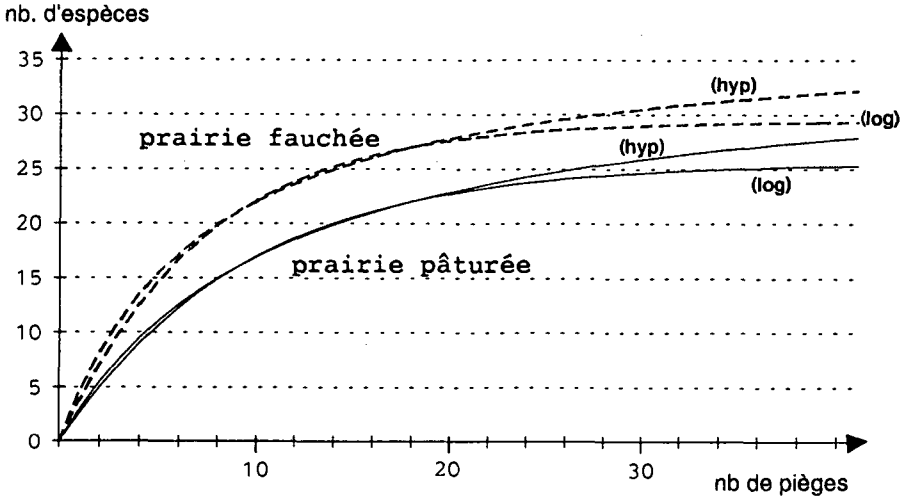


Fig. 10: Fonctions du nombre d'espèces capturées en relation avec le nombre de pièges calculées sur base hyperbolique (hyp) et logarithmique (log). Prairie fauchée et prairie pâturée à Couvet 1988 (voir texte).

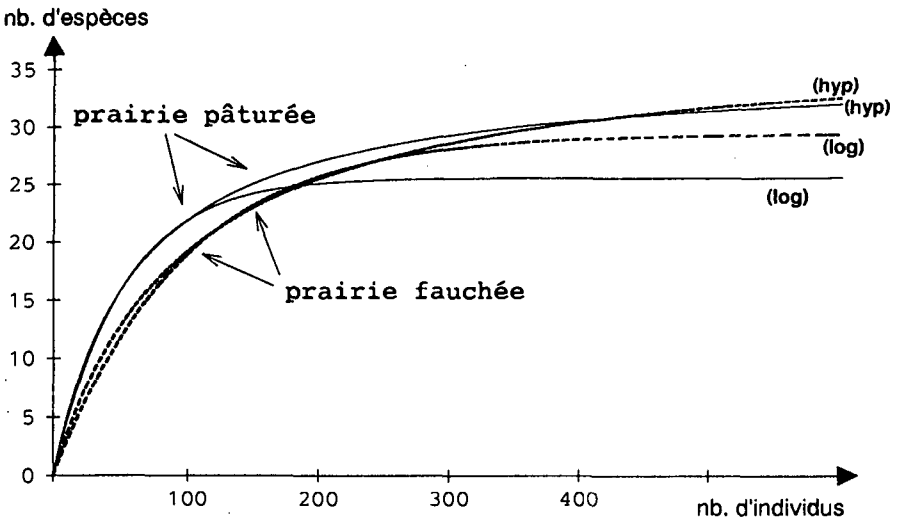


Fig. 11: Fonctions du nombre d'espèces capturées en relation avec le nombre d'individus capturés calculées sur base hyperbolique (hyp) et logarithmique (log). Prairie fauchée et prairie pâturée à Couvet 1988 (voir texte).

Remarquons que cette différence est moins prononcée si on se fie à la fonction hyperbolique (37,8 espèces contre 35,2). Selon ces deux courbes, nous capturons avec 9 pièges entre 60% et 80% du total des espèces (fonction logarithmique) ou 45% à 55% (fonction hyperbolique). Les taux montent pour la pâture et la prairie fauchée respectivement à 85% et 90% (fonction logarithmique) et à 60% et 70% (fonction hyperbolique) pour 18 pièges. Selon la courbe logarithmique on arrive à capturer toutes les espèces en utilisant environ 30 pièges, tandis que selon la fonction hyperbolique, avec 100 pièges, on reste toujours à 2 ou 3 espèces en dessous du total.

Selon nos piégeages, la prairie fauchée est la station la plus riche des deux. Nous y trouvons plus du double d'individus et 5 espèces de plus que dans la prairie pâturée. Les espèces n'apparaissant qu'à un seul individu forment le 40% des espèces dans la station fauchée et 45% dans la pâture. Le pourcentage des espèces communes aux deux séries est plus élevé pour la prairie fauchée (55%) que dans la pâture (45%). Dans la prairie fauchée, une seule espèce capturée à plusieurs individus ne se trouve que dans une des deux séries de pièges Barber: T. chrysomelinus (<1%). Dans la prairie pâturée, par contre, on trouve deux espèces: O. excavatum et T. laticollis, la dernière étant subdominante avec 4,5% du total des effectifs.

Nous constatons qu'avec le même nombre de pièges, la proportion des espèces trouvées par rapport au total estimé est plus élevée dans la prairie fauchée. Par conséquent, pour obtenir des échantillons contenant le même pourcentage du nombre total d'espèces, on aura besoin de plus de pièges Barber dans la prairie pâturée. Nous pensons que cela est avant tout dû à la différence de densité que l'on observe entre les deux stations, les Staphylinidae étant plus de deux fois plus abondants dans la prairie fauchée que dans la pâture.

Pour essayer d'éliminer le facteur "densité" dans la comparaison entre la prairie fauchée et la prairie pâturée, nous avons ramené les deux

courbes de la figure 10 à densité égale (Fig. 11). En procédant ainsi nous supposons que la relation entre le nombre de pièges et le nombre d'individus soit linéaire.

La différence de pente existant entre les deux courbes de la figure 11 exprime maintenant une combinaison des différences de répartition spatiale et la régularité du peuplement. Or, nous connaissons la régularité des deux peuplements à l'aide de l'indice de régularité (=evenness) (cf. tableau 14, paragraphe 4.4.4.; page 83), il est plus élevé dans la pâture que dans la prairie fauchée. On peut chercher le rapport mathématique entre la pente de nos courbes (nb.ind./nb.esp.) et la régularité des peuplements sur lesquels la pente se base. Ceci nous permettrait soit de chiffrer la répartition spatiale, soit d'estimer au moins des différences relatives d'hétérogénéité spatiale entre les peuplements. Mais cela nécessiterait des recherches approfondies dans le domaine de la théorie de l'échantillonnage des peuplements et nous mènerait plus loin que le but visé ici.

Actuellement nous ne pouvons pas séparer les influences de la répartition spatiale et de la régularité du peuplement qui sont à l'origine de la différence de pente entre les courbes (Fig. 11).

Pour une raison supplémentaire, il serait intéressant de connaître la répartition spatiale des espèces dans un milieu: la répartition d'une espèce se fait suivant sa biologie et son écologie. Elle se déplacera dans son milieu en fonction des facteurs écologiques les plus importants, tel que nous supposons être la nourriture, l'humidité ambiante, le substrat etc. De superposer la répartition spatiale d'un peuplement sur un milieu connu pourrait donner des indications sur les facteurs environnementaux les plus importants. Car un milieu que nous jugerions hétérogène ou homogène par sa structure physique est peut-être perçu tout différemment par un Coléoptère.

4.5.4 Discussion

Aspect théorique:

Tout d'abord il faudrait savoir si les deux courbes proposées, aussi simplificatrices qu'elles soient, sont appropriées pour décrire ce rapport pièges-espèces. Nous constatons que les deux courbes divergent quand il y a des nombres de pièges ou d'espèces élevés, tandis que jusqu'à environ 20 pièges elles sont pratiquement identiques.

Deuxièmement, nous tenons à souligner que nous connaissons pas l'intervalle de confiance de nos courbes (Fig. 10 et 11). Vu la dynamique du peuplement des Staphylinidae, cet intervalle risque bien d'être plus grand que la différence entre les deux courbes.

Il nous est impossible de savoir laquelle des deux courbes (Fig. 10 et 11), reflète le mieux la réalité qui se trouve peut-être entre les deux. Les résultats de DUELLI et al. (1990) semblent favoriser la courbe hyperbolique. Notre modèle de départ, la table de billard, est un système artificiel fermé sans apport ni pertes de boules. Par contre, la plupart des milieux naturels constituent des systèmes ouverts. Serait-il possible que la fonction logarithmique décrive le système fermé et la fonction hyperbolique le système ouvert? Dans ce dernier, il y a apport sporadique d'espèces nouvelles et surtout accidentelles, ce qui rehausse l'asymptote de la courbe. Dans ce cas les paramètres "a" et "b" de la fonction hyperbolique pourraient définir l'"import-export" du système ouvert.

Notons que nous sommes partis de l'hypothèse que le peuplement de Staphylinidae ne change pas pendant la saison de piégeage. Ceci n'est bien sûr pas le cas, particulièrement pour les Staphylinidae, car les adultes se déplacent en volant très vite et très souvent. Notre approche pour décrire le peuplement s'appliquerait mieux à des groupes moins mobiles que les Staphylinidae, tels que les Carabidae, les Acariens ou les Isopodes.

Aspect pratique:

Les 9 pièges Barber utilisés par station suffisent d'après nos calculs (Fig. 10) à capturer les espèces courantes et par là caractéristiques d'une station. Normalement on peut s'attendre à piéger entre 50 et 80% de toutes les espèces présentes. Mais, si on est intéressé à piéger aussi un grand pourcentage des espèces rares (et à priori pas moins caractéristiques que les espèces courantes) ou accidentelles, le nombre de 9 pièges serait plutôt la limite inférieure. En ajoutant 5 pièges nous obtenons 4 espèces de plus, donc presque une espèce par piège supplémentaire.

Afin de limiter le travail d'exploitation tout en gardant ou même augmentant la précision de l'échantillonnage, il conviendrait peut-être d'augmenter le nombre de pièges et de réduire le nombre de périodes en choisissant les plus favorables. Une telle pratique supposerait une bonne connaissance de la phénologie du groupe. Pour l'instant notre système de piégeage, à savoir 9 pièges exposés une semaine sur trois pendant une saison, nous semble un bon compromis entre précision de recherche et économie d'effort dans l'optique de notre travail.

5. Discussion

5.1 Peuplement des Staphylinidae des champs cultivés

Adultes:

Nous avons essayé d'esquisser les caractéristiques générales d'un peuplement "moyen" de Staphylinidae des champs cultivés en Suisse romande comme d'autres chercheurs l'ont fait pour les Carabes, les Araignées, les Collemboles, les Acariens et les vers de terre (MATHEY et al., 1990). En considérant les deux années (1987 et 1988) et en confondant toutes les stations, nous avons établi la liste des espèces les plus fréquentes et abondantes (voir tab. 7, page 53). Nous constatons qu'elles se retrouvent régulièrement dans des recherches similaires faites dans d'autres pays d'Europe: HARTMANN (1979), SPAEH (1980) et GILGENBERG (1986) en Allemagne; DESENDER et al. (1984), D'HULSTER & DESENDER (1984) en Belgique et JONES (1976) en Angleterre. Il est cependant étonnant de constater qu'il n'y a qu'une seule espèce, parmi les 91 espèces recensées, soit Philonthus cognatus, qui apparaît dans chacune de nos 10 stations.

Nous observons, comme les auteurs cités ci-dessus, un fort pourcentage d'espèces à très faible effectif. Il serait intéressant de connaître le taux d'espèces accidentelles parmi celles-ci, car, dans l'optique de la bioindication, les espèces relativement rares, mais liées au milieu, doivent être distinguées des accidentelles. Cette différence n'est pas facile à faire.

Les champs cultivés sont par définition des milieux anthropiques. Leur faune n'a pas eu le temps de s'y spécialiser et ne peut donc être autochtone dans le sens évolutif du terme. Les habitats originels des Staphylinidae sont probablement les mêmes que ceux que THIELE (1977) évoque pour les Carabidae, c'est-à-dire la zone littorale et la steppe. Il faudrait alors définir le terme "lié au milieu" en posant la condition que non seulement

l'instar de Lesteva longelytrata, changent d'habitats au cours de la saison. Même Tachinus signatus, la plus abondante de nos espèces, est à l'origine une espèce des haies (THIELE, 1964) et non pas des cultures ouvertes!

Selon BAUER (1989) qui a travaillé dans des tourbières en Angleterre, le 38% des espèces de Staphylinidae (sans Aleocharinae) capturées sont classées accidentelles et attribuées à l'apport d'un "plancton aérien". Par analogie, nous supposons que le taux d'espèces accidentelles des champs cultivés est du même ordre de grandeur. Cela signifierait qu'environ 12 espèces sur les 20 que nous avons trouvées en moyenne par station seraient des espèces des champs cultivés contre 8 espèces accidentelles.

Larves:

Ce sont les larves des sous-familles des Staphylininae et Tachyporinae qui sont les plus nombreuses. Pourtant aucune corrélation n'existe entre le nombre de larves et celui des adultes capturés dans la même station. Dans la prairie fauchée de Couvet, les larves étaient particulièrement nombreuses en 1988 (Tab. 4). Nous attribuons cela au retard de la fauche en raison d'un temps pluvieux qui a permis aux larves de se développer sans perturbation. Ceci concerne particulièrement les grandes larves du genre Philonthus, qui ont un temps de développement plus long et des exigences en humidité ambiante plus élevées (EGTHEGAR, 1970) que les petites espèces de la sous-famille des Tachyporinae. Les larves de Tachyporinae (genre Tachyporus) par contre, se rencontrent fréquemment dans les champs de céréales, donc en conditions moins humides (BRYAN & WRATTEN, 1984). Elles y sont actives avant tout pendant la nuit (VICKERMAN & SUNDERLAND, 1975), très certainement pour des raisons d'humidité ambiante.

D'une manière générale, nos champs cultivés sont pauvres en larves. Par conséquent, le constat que les larves de Staphylinidae se rencontrent à peu près dans les mêmes milieux que les adultes (par exemple KLAUSNITZER, 1978)

ne se confirme pas forcément dans le cas des champs cultivés. Les perturbations liées à l'exploitation (fauchage, passage du bétail et autre) peuvent en être la cause. Par contre, une fauche retardée peut avoir un effet bénéfique.

Il faut cependant admettre que le piège Barber n'est pas l'outil idéal pour échantillonner des larves. HARTMANN (1979) mentionne un rapport larves/adultes beaucoup plus grand dans une prairie allemande en ayant travaillé avec l'extracteur de Tullgren.

Les larves de Staphylinidae sont encore peu étudiées, autant du point de vue de la méthodologie d'échantillonnage que de l'écologie. Il n'est donc guère possible de comparer nos résultats avec d'autres études.

5.2 Comparaison des types de culture

Introduction:

Comparés aux prairies et aux pâtures, les champs cultivés, (dans notre cas des monocultures de céréales) sont des milieux fortement banalisés. Par conséquent nous pensions y trouver des peuplements moins riches que dans les milieux prairiaux. Mais au contraire, les deux stations de Lützelflüh, seules stations céréalières à avoir été prospectées pendant deux saisons, se montrent très riches tant en individus qu'en espèces (Tab 4). Dans la composition spécifique et dans la structure des abondances (evenness) nos peuplements des stations céréalières se confondent en gros avec ceux des prairies et des pâtures.

Il est connu que les Staphylinidae fréquentent bien les cultures (GEILER, 1960, par exemple). La comparaison directe avec des milieux prairiaux a été faite par GILGENBERG (1986) qui trouve un nombre d'espèces plus petit et une structure des abondances moins équilibrée dans les cultures, ce qui n'est pas le cas pour nos stations.

Culture conventionnelle - culture biodynamique:

Les différences que nous avons trouvées entre les peuplements de la culture conventionnelle et biodynamique sont très faibles. Elles sont essentiellement dues à la différence d'humidité ambiante créée par la végétation. Les lignes de céréales dans la station à culture conventionnelle sont plus serrées (voir tableau 2 des densités de tiges) et il y avait davantage de plantes adventices. Ces résultats confirment les constats d'ISENSCHMID & STOECKLI (1982) qui n'ont pas trouvé de différences entre les Macroarthropodes des sols des cultures biodynamique et conventionnelle. Concernant les Carabidae, PFIFFNER (1990) constate des nombres d'espèces et d'individus plus élevés dans la culture biodynamique, mais fait remarquer que cette culture montrait un taux de couverture de plantes adventices plus grand.

Les traitements d'herbicides et fongicides dans la station conventionnelle n'ont pas influencé de façon visible les Staphylinidae, bien que différents auteurs aient décelé des effets néfastes suivant les produits utilisés (voir paragraphe 4.4.1.2.; page 77).

Prairie - pâture:

Les pâtures se sont révélées moins riches en espèces et en individus que les prairies fauchées. Des constats analogues ont été faits par SEGERS & BOSMANS (1982). Les résultats obtenus avec les stations doublées de Couvet (CO PP P II/CO PP F II; voir paragraphe 4.5.) ont montré que la répartition spatiale des espèces est plus hétérogène dans la pâture. Les variations de la composition spécifique d'une année à l'autre y sont plus petites. Dans la pâture, 53% des espèces (soit 9 sur 17) ont été capturées les deux années contre 46% des espèces (soit 12 sur 26) dans la prairie fauchée.

Coprophilie:

Entre les prairies fauchées et les pâtures, nous n'avons pas constaté de

différences nettes concernant les espèces coprophiles. Il en va de même pour les stations céréalières qui sont fumées différemment (engrais minéraux et purin).

La composition et la succession des espèces dans les excréments ont été le sujet de divers travaux démontrant la richesse spécifique des Staphylinidae dans ces milieux (KOSKELA, 1972; HANSKI & KOSKELA, 1979; KENTNER & STREIT, 1990). GILGENBERG (1986) va même jusqu'à expliquer la distribution spatiale de Philonthus cognatus par la distribution des crottins dans une pâture. Etant donné leur abondance dans les bouses, crottins et tas de fumiers, on a tendance à croire qu'ils sont pour la plupart coprophiles.

Mais, d'après HANSKI & KOSKELA (1979) qui ont fait le point sur la coprophilie des Coléoptères, il n'y en aurait que 3 parmi nos 91 espèces, soit Philonthus splendens, P. varians et Tachinus laticollis, à être véritablement coprophiles ("true dung specialists"). Ils ne représentent que 1% des captures totales en 1988, et même 0,1% en 1987. La seule espèce dont la fumure organique détermine la présence de façon certaine est Platystethus arenarius, un petit prédateur de 4mm environ (voir paragraphe 4.2.2.09).

Pour conclure, on peut dire, que c'est la présence de proies (larves de diptères surtout) qui dirige les Staphylinidae vers les excréments plutôt que le milieu lui-même. Leur répartition, voire leur agrégation en fonction de l'offre de nourriture, a été démontrée dans plusieurs travaux, notamment pour les pucerons (SUNDERLAND & VICKERMAN, 1980; HOLMES, 1984; BRYAN & WRATTEN, 1984).

5.3 Origine historique des espèces:

Comme nous l'avons mentionné précédemment (Tab.5/p.40) les origines des espèces des champs cultivés sont soit les steppes, soit les zones littorales, y compris les rives des cours d'eau. Le nombre d'espèces littorales est

généralement important dans les cultures. Ce constat est fait par ROESER (1988) et THIELE (1977) pour les Carabidae. En moyenne, dans nos stations elles sont deux fois plus abondantes que les espèces originaires des steppes. La proportion des deux groupes varie pourtant de 55,6:7,4 à 23,5:35,3 (Tab. 5), elle dépend apparemment en grande partie de l'altitude. La régression linéaire entre les chiffres et l'altitude n'étant cependant pas significative (R^2 : 0,68). Les espèces littorales diminuent avec l'altitude au profit des espèces steppiées. Ce résultat surprend dans la mesure où l'altitude agit sur les individus prioritairement par les effets du climat, dont les plus importants facteurs sont la pluviosité accrue et les températures plus basses. Or, le climat continental des steppes est caractérisé par des étés chauds et secs. Il est d'autre part peu probable que les hivers froids soient un facteur aussi important pour la répartition des espèces puisque, dans nos régions elles hivernent sous une couche de neige protectrice. Une autre caractéristique du climat en altitude nous semble susceptible de jouer un rôle plus contraignant: les variations de température, tant journalières que saisonnières (LARCHER, 1980). On retrouve cet élément dans le climat des zones steppiées. Enfin, en ce qui concerne les espèces littorales, il est possible que malgré leur liaison aux milieux proches de l'eau, elles soient plus xérophiles que supposé par la littérature (par ex. Paederus fuscipes). Leur proportion baisserait donc en altitude au profit des espèces steppiées.

Les peuplements des pâtures sont composés d'un taux d'espèces ubiquistes plus grand que ceux des prairies fauchées. Nous attribuons cela au "stress" causé par la présence du bétail qui rend le milieu moins stable et moins favorable aux exigences des espèces euryèces, voire sténoèces.

5.4 Méthodes

Indices de diversité:

Les indices de diversité de Simpson et Shannon-Wiener ainsi que la régularité sont communément employés dans la description synécologique des peuplements. Ils permettent de quantifier quelques caractéristiques d'un peuplement. Quant à leur signification et leur interprétation, il convient de faire les remarques suivantes:

- d'un point de vue purement statistique, il serait important de connaître la précision de la valeur avec l'écart-type afin de comparer les différentes stations. Pour rendre le calcul possible il aurait fallu changer la méthode de capture (voir paragraphe 4.5.).
- il faut être extrêmement prudent en déduisant des indices de diversité des caractéristiques du peuplement telle que la stabilité ou encore des critères de protection de la nature tels que "qualité du milieu" ou "degré d'artificialisation" ("*Naturnähe*") (MURDOCH, 1975).

En plus, le peuplement d'un milieu ne dépend pas seulement des caractéristiques stationnelles, mais aussi de sa taille et des milieux avoisinants. Le rapport entre la richesse spécifique et la taille du milieu a été décrit par MacARTHUR & WILSON (1967) dans la théorie des îles. Dans certains cas cette théorie s'applique bien (par exemple DEMARMELS (1990) pour les Rhopalocères). En revanche, lorsque la taille des milieux est très réduite il peut arriver qu'elles soient corrélées négativement avec la richesse spécifique, en raison de la grande importance relative des effets de bord (MADER, 1981; MADER & MUEHLENBERG, 1981; MUEHLENBERG & WERRES, 1983). La qualité explicative des indices en question dépend de caractéristiques comme la mobilité et la façon d'utiliser un milieu, laquelle est différente d'un groupe à l'autre. Les indices de diversité et de régularité des peuplements considérés ici (Tab.14/p.86) paraissent indépendants de la nature du milieu. La diversité dépend aussi sans doute d'autres

facteurs que des caractéristiques foncières ou du type d'exploitation. Vu la mobilité et la facilité qu'ont la plupart des Staphylinidae de se déplacer au vol, la composition de leurs peuplements est soumise à de fortes fluctuations dues à l'immigration et à l'émigration. Les perturbations régulières des milieux agricoles amplifient cette mobilité. La diversité s'est donc révélée être une mauvaise mesure pour caractériser des peuplements aussi ouverts et dynamiques que ceux des Staphylins.

5.5 Facteurs environnementaux

Altitude:

C'est le facteur qui influence de façon prépondérante la composition du peuplement des sols cultivés (voir paragraphe 4.3.1.). L'effet de l'altitude intervient à travers le climat, même entre les étages collinéens et montagnards.

Humidité du sol:

Nous avons essayé d'appréhender ce facteur par l'intermédiaire de la capacité au champ et du volume des pores. L'importance de l'humidité du sol pour les Staphylins adultes a été relevée dans plusieurs travaux (HEYDEMANN, 1956a; THIELE, 1964; SZUJECKI, 1966; EGHTEGAR, 1970; TOPP, 1977; HARTMANN, 1979). Son influence sur les larves est peu connue, mais on admet qu'elles sont plus sensibles que les adultes à ce facteur (PAULIAN, 1941). GEILER (1974) observe des différences énormes dans l'abondance des larves en une forêt d'épicéas entre deux années sèche et pluvieuse. Dans la litière d'une forêt en Pologne, SZUJECKI (1966) met en évidence que l'humidité de la surface du sol est le facteur déterminant pour la distribution des Staphylinidae adultes. Dans ces milieux forestiers, les espèces hygrophiles et mésophiles sont nettement plus nombreuses que les eurytopes. Des xérophiles n'y ont pas été observées. Mais ces conditions doivent être

passablement différentes dans les milieux ouverts.

Seules 5 de nos espèces peuvent être classées selon leur préférence hygrique. Ce sont Paederus fuscipes, Philonthus atratus, Tachinus signatus, Tachyporus hypnorum et Xantholinus linearis. Nous y voyons trois explications possibles:

- les capacités au champ de nos stations se répartissent grossièrement en trois groupes (Fig. 11), non superposable à l'échelle des altitudes.
- l'hétérogénéité et le faible nombre de stations rendent difficile de prouver l'influence d'un facteur isolé.
- la capacité au champ n'est pas une mesure appropriée pour exprimer l'humidité du sol agissant sur la pédofaune.

Effectivement, la capacité au champ correspond à la quantité d'eau retenue par un sol détrempé après que l'eau de gravité se soit écoulée. Cette masse d'eau comprend l'eau capillaire, utilisable par les plantes, et l'eau liée au sol, inutilisable par les végétaux. Selon le type de sol, la proportion des deux types peut varier. La réserve d'eau utile aux plantes serait une notion plus appropriée pour exprimer le potentiel d'humidité d'un sol.

Il est cependant probable que les Staphylins, et notamment les larves, aient des exigences hygriques bien plus élevées que les plantes. Il faudrait alors connaître le (ou les) seuil(s) de tolérance des larves et

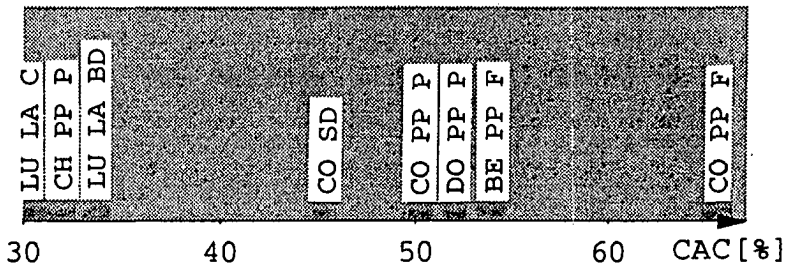


Fig. 11: Répartition des stations selon la capacité au champ des sols.

observer, par la mesure du potentiel capillaire, quand ceux-ci sont dépassés au cours de la saison. La durée d'un éventuel dépassement devrait aussi influencer le niveau des seuils de tolérance. L'étude de la tolérance des larves de Staphylins vis-à-vis de l'humidité du sol est donc assez complexe et nécessiterait d'être traitée en particulier.

Cependant les résultats du paragraphe 4.3.3. ont montré une relation entre la répartition altitudinale de nos espèces et leur préférence hygriques. Celle-ci, basée sur la capacité au champ des sols, montre que cette dernière mesure est d'une certaine pertinence.

Remarques sur l'écologie de quelques espèces:

Trois espèces parmi les plus courantes se sont révélées moins sténopes que ne l'indique la littérature (KOCH, 1989) où Paederus fuscipes et Philonthus atratus sont qualifiés de sténopes hygrophiles et Stenus biguttatus de sténope psammophile (lié au sable). Dans nos milieux, les deux premiers manifestent une tendance xérophile tandis que S. biguttatus a été trouvé sur sol lourd.

Nous voyons deux explications possibles à ces différences:

- étant donné que les trois espèces sont ripicoles, leur écologie a été décrite par rapport aux rives et endroits humides. Les milieux agraires n'étant que très peu étudiés par les entomologistes traditionnels, les données qui les concernent sont encore très incomplètes.
- il est possible qu'une espèce n'ait pas la même écologie sur toute son aire de répartition. Une espèce xérophile au nord de l'Europe centrale devient facilement hygrophile plus au sud, voire dans la région méditerranéenne (par exemple: Stenus nanus, Stenus circularis). D'autres espèces sont plus xérophiles en climat océanique et plus hygrophiles en climat continental (THIELE, 1977). Il est cependant surprenant de voir que Paederus fuscipes et Philonthus atratus seraient plus hygrophiles dans le sud de la région prise en considération par KOCH (1989). Cet

auteur signale pourtant un cas contraire dans le genre *Paederus*: *P. littoralis* est une espèce xérophile en milieu continental, qui montre une tendance hygrophile dans la partie ouest de son aire, sous climat océanique.

5.6 Rôle des Staphylinidae dans l'agroécosystème

Les Staphylinidae constituent avec les Carabidae et les Aranéides, les trois grands groupes d'Invertébrés prédateur dans les agroécosystèmes. Ils jouent un rôle important dans l'équilibre de la zocénose de ces milieux. La plupart des espèces prédatrices se nourrissent de larves ou d'oeufs d'insectes, aussi que de Lombricidae et de Gastéropodes, voire de Nématodes pour certaines espèces (POTTS & VICKERMAN, 1974; NIELD, 1976; OSMAN et al., 1988; AEBISCHER, 1991).

Un rôle important dans le contrôle du puceron du blé (*Sitobion avena* (F.)) est dévolu aux Staphylins dont la phénologie coïncide avec celle du puceron (BRYAN & WRATTEN, 1984; HOLMES, 1984). Parmi ceux-là, on compte *Philonthus cognatus*, *Tachinus signatus*, *Lathrobium fulvipenne*, mais avant tout les espèces du genre *Tachyporus* et leurs larves. La consommation journalière de pucerons par rapport au poids du corps mesurée au laboratoire atteint 45% chez *Tachyporus hypnorum* (SOPP & WRATTEN, 1986). Dans des champs de blé d'automne en Angleterre, KENNEDY et al. (1986) ont trouvé des densités de cette espèce allant jusqu'à 140'000 individus/ha et jusqu'à 500'000 individus/ha pour les larves du même genre. POEHLING et al. (1985) font état d'une corrélation entre la densité des pucerons et l'activité des larves de Staphylinidae dans le même type de culture en Allemagne. Grâce à leur petite taille, adultes et larves grimpent de nuit sur les tiges jusqu'aux épis à la recherche de pucerons et autres proies (VICKERMAN & SUNDERLAND, 1975).

Les peuplements de Staphylinidae des milieux agraires sont abondants et riches en espèces. Il est important de relever que même nos milieux les

plus artificialisés ne font pas exception. Les champs de blé de Lützelflüh abritent des peuplements plus riches que la moyenne des stations et on y trouve même le plus grand nombre d'espèces en 1988 (Tab. 4/p. 38). La préférence des Staphylinidae pour des milieux ouverts à haute productivité semble être générale. WUNDERLICH (1981) trouve les peuplements les plus riches en individus et en espèces dans deux prairies fauchées, par rapport à une pâture, une prairie humide et une forêt. Quant au nombre d'espèces, le même constat est fait par SEGERS & BOSMANS (1982) qui ont comparé une prairie fauchée et une pâture à des milieux semi-naturels. Il est cependant intéressant de relever, que les Carabidae et les Aranéides réagissent différemment, leur maximum d'espèces étant respectivement atteint dans une prairie humide et dans les haies.

Pourquoi cette différence fondamentale entre les Staphylinidae et les autres groupes de prédateurs? Nous supposons que cela tient au potentiel de dispersion et de colonisation plus grand des Staphylins dont la plupart des espèces se déplacent aisément par le vol. Les 30 espèces les plus abondantes possèdent toutes des ailes fonctionnelles et 25 parmi elles sont connues pour être abondantes dans les pièges-fenêtres. Ils se déplacent en fonction de la nourriture disponible ou des conditions microclimatiques, et quittent rapidement un milieu quand les conditions se détériorent. Ces changements de biotopes ont été décrits dans plusieurs travaux (HEYDEMANN, 1956a; TOPP, 1977; etc.). A Lützelflüh nous avons observé un cas extrême de ce comportement avec l'espèce coprophile Platystethus arenarius qui n'était présente que durant trois semaines suite à l'épandage de lisier par lequel elle était attirée. Les prairies et les champs cultivés constituent des sources de nourriture importantes qui attirent les prédateurs polyphages. Comme il a été dit, la mobilité permet aux Staphylinidae de coloniser rapidement un milieu et d'émigrer plus loin dès que les conditions leur sont moins favorables. C'est la raison pour laquelle nous trouvons un taux d'espèces accidentelles ou à faible effectif plus grand dans les

peuplements des Staphylinidae que chez les Carabidae ou les Aranéides (SEGERS & BOSMANS, 1982; MATTHEY et al., 1990).

D'HULSTER & DESENDER (1982) ont constaté, pendant l'hiver, une forte augmentation de la densité de tous les Staphylinidae prairiaux dans les bords de champs, dans les grandes touffes d'herbes et dans les bords de haies. Ils ont trouvé que le sol plus meuble et l'importante couche de litière constituent les facteurs principaux pour le choix des sites d'hibernation (D'HULSTER & DESENDER, 1984). Le même constat est fait par SOTHERTON (1984) en Angleterre. Comme FUCHS (1969), il souligne l'importance des haies en tant que sites d'hibernation.

5.7 Comment favoriser les Staphylinidae des milieux agraires?

Un des postulats de la production intégrée, mode d'exploitation devenant de plus en plus reconnu, est de favoriser au maximum les antagonistes des ravageurs agricoles. Il s'agit de soutenir l'équilibre naturel et la faculté d'autorégulation de l'agroécosystème. En tant que prédateurs de pucerons et autres ravageurs potentiels des cultures, les Staphylins y jouent un rôle non négligeable.

WETZEL et al. (1987) donne les facteurs suivant influençant l'abondance des populations de ravageurs dans les céréales et classés par ordre d'importance: conditions climatiques, facteurs trophiques, concurrence inter- et intraspécifique, prédateurs. Les deux premiers sont des facteurs de mortalité non-dépendant de la densité, tandis que les deux suivants dépendent de la densité de population des ravageurs. Bien que ne figurant qu'au quatrième rang, le rôle des prédateurs est important. En effet, de fortes populations de prédateurs peuvent maintenir une population de phytophages ravageurs au dessous d'un seuil de tolérance donné. Ceci peut éviter ainsi leur pullulation et donc la nécessité d'intervenir avec des produits phytosanitaires et(ou) des dégâts importants aux cultures touchées (DELUCCHI, 1987).

Les mesures aptes à favoriser les Staphylinidae sont à peu près les mêmes que pour les autres groupes de prédateurs. Il s'agit d'une diversification floristique et structurale à l'intérieur et à l'extérieur des parcelles. A l'intérieur des champs cultivés, on peut proposer le semis d'une sous-strate verte et de cultures dérobées. Nous avons observé l'effet bénéfique d'une sous-strate verte dans la station conventionnelle à Lützelflüh. Pour les Carabes, un effet favorable a également été démontré (PFIFFNER, 1990).

A l'extérieur des parcelles il faudrait favoriser la diversification des milieux par le maintien de petites structures telles que haies, bandes de friches, etc. KLINGER (1987) constate une augmentation des Staphylinidae et d'autres antagonistes si l'on sème un cordon de plantes à fleurs (Sinapis alba et Phacelia tanacetifolia) autour des champs.

Plusieurs travaux mettent en évidence l'importance des bords de parcelles, chemins ou petits talus "mal" exploités pour l'hibernation des Staphylinidae et des Carabidae (D'HULSTER & DESENDER, 1982; D'HULSTER & DESENDER, 1984). D'autres mettent en évidence les interactions entre les haies et les champs (FUCHS, 1969), leur rôle dans la production intégrée (KELLER, 1987) et l'importance de surfaces de compensation écologique en générale (BROGGI & SCHLEGEL, 1989; KELLER & DUELLI, 1990).

Bien évidemment, ces suggestions ne sont pas exhaustives.

6. Résumé

Le présent travail compare des peuplements de Staphylinidae de quelques prairies et cultures céréalières dans le but de trouver des espèces indicatrices liés à certaines caractéristiques des milieux étudiées.

Dix stations, cinq prairies et cinq cultures, ont été prospectées pendant deux saisons (1987 et 1988) sur un transect allant du Lac Léman (450m) à la chaîne jurassienne (1140m). Des pièges Barber ont été utilisés à raison d'une semaine sur trois pendant toute la période de végétation.

En tout, 3787 Staphylins adultes (sans la sous-famille des Aleocharinae) et 1057 larves ont été récoltés. Ils appartiennent à 91 espèces. Seules 47 espèces sont communes aux deux années.

Les espèces les plus fréquentes sont: Tachinus signatus Grav., Philonthus cognatus Steph., Philonthus carbonarius (Grav.), Tachinus corticinus (Grav.) et Paederus fuscipes Curt. Ph. cognatus est la seule espèce présente dans toutes les stations.

Nous avons trouvé en moyenne 20 espèces par station. 60% des espèces ont une abondance inférieure à 2% du nombre total d'individus (3787).

L'origine d'environ la moitié des espèces est la zone littorale (y compris les rives des cours d'eau), les autres étant soit d'origine steppique, soit des ubiquistes.

Une analyse factorielle a révélé que l'altitude est le facteur qui influence le plus la composition des peuplements. L'humidité de sol vient en second lieu puis, de façon moins nette, le type de culture et la nature du sol.

Les cinq espèces suivantes sont étroitement corrélées à des facteurs écologiques testés, c'est pourquoi on peut leur attribuer une qualité d'indicateur: Lesteva longelytrata (Goeze) et Philonthus atratus (Grav.) pour les cultures céréalières, Stenus clavicornis (Scop.) pour les prairies, Paederus fuscipes Curt. pour les sols secs et Xantholinus linearis (Ol.) pour les sols humides.

Dans nos stations, trois espèces montrent une écologie différente de celle décrite dans la littérature: P. fuscipes et Ph. atratus ne sont pas hygrophiles, Stenus biguttatus n'est pas psammophile.

Dans nos stations, les indices de diversité (Shannon et Simpson) et de régularité (evenness) ne caractérisent pas les méthodes culturales ou le type d'exploitation.

En nous basant sur les résultats des piégeages, nous avons estimé le nombre maximal d'espèces présentes dans deux prairies à l'aide de régressions non-linéaires du type logarithmique et hyperbolique. L'influence des différents paramètres sur la fiabilité des résultats des piégeages est discutée.

Le rôle des Staphylinidae dans les milieux agraires est discuté et des mesures aptes à favoriser ces Coléoptères sont proposées.

L'annexe comporte 22 fiches d'espèces comprenant des données sur la biologie, l'écologie et la répartition.

Zusammenfassung:

Kurzflügler-Artengemeinschaften (Staphylinidae, Coleoptera) landwirtschaftlichen Grünlands und Aecker der Westschweiz.

Die vorliegende Arbeit vergleicht Staphyliniden-Artengemeinschaften einiger landwirtschaftlicher Standorte in der Westschweiz, mit dem Ziel, geeignete Zeigerarten für die darin herrschenden Umweltfaktoren zu finden.

Entlang eines Transekts vom Genfersee (450 m) bis zu den Jurahöhen (1140 m) wurden 5 Wiesland- und 5 Ackerstandorte während den Vegetationsperioden 1987 und 1988 untersucht. Es kamen Barberfallen zum Einsatz, alle 3 Wochen während jeweils einer Woche.

Insgesamt wurden 3787 adulte Staphyliniden (ohne Unterfamilie Aleocharinen) und 1057 Larven gefangen. 91 Arten waren vertreten, wovon 47 Arten während beider Jahre vorkamen.

Die häufigsten Arten waren: Tachinus signatus Grav., Philonthus cognatus Steph., Philonthus carbonarius (Grav.), Tachinus corticinus (Grav.) und Paederus fuscipes Curt. Als einzige Art, wurde Ph. cognatus in allen 10 Stationen gefunden.

Durchschnittlich wurden 20 Arten pro Station erhoben. Jeweils ungefähr 12 Arten (60%) ist mit einem mengenmässigen Anteil von unter 2% der Gesamtindividuenzahl einer Station vertreten.

Ungefähr die Hälfte der Arten einer Station stammen ursprünglich aus der littoralen Zone (inkl. Ufer von Fliessgewässern), bei der anderen Hälfte handelt es sich um Steppentiere oder Ubiquisten. In den höher gelegenen Stationen nimmt der Anteil der Steppentiere zu.

Eine Faktorenanalyse ermittelte die Meereshöhe als den wichtigsten, die Artengemeinschaft beeinflussenden Faktor, gefolgt von der Bodenfeuchtigkeit und in geringerem Masse, der Bewirtschaftungsweise und dem Bodentyp.

Bei fünf Arten wurde eine enge Bindung an die untersuchten ökologischen Faktoren gefunden (bioindikatorische Relevanz): Lesteva longelytrata (Goeze) und Philonthus atratus (Grav.) für Getreidefelder, Stenus clavicornis (Scop.) für Wiesen, Paederus fuscipes Curt. für trockene Böden und Xantholinus linearis (Ol.) für feuchte Böden.

In den untersuchten Stationen wichen 3 Arten deutlich von den in der Literatur beschriebenen Standortsansprüchen ab: P. fuscipes sowie Ph. atratus waren nicht hygrophil, Stenus biguttatus bevorzugte nicht sandige Böden.

Die Diversitätsindizes (nach Shannon und Simpson) sowie die Evenness der Artengemeinschaften standen in keinem Zusammenhang mit der Art der Kultur oder der Bewirtschaftungsweise.

Auf der Basis zweier Grünlandstationen wurde versucht, die Zahl der effektiv vorkommenden Arten mittels nicht-linearer Regression (logarithmisch und hyperbolisch) zu errechnen. Der Einfluss verschiedener Populations-Kenngrössen auf die Repräsentativität der Fangergebnisse wird diskutiert.

Die Rolle der Staphyliniden in den Agro-Oekosystemen wird diskutiert und Massnahmen zur Förderung dieser Käferfamilie werden vorgeschlagen.

Der Anhang enthält Fichen von 22 Arten mit Angaben zu deren Biologie, Oekologie und Verbreitung.

7. Bibliographie

- ADIS, J. (1979): Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall-traps. Zool. Anz. 202: 177-184.
- ADIS, J. et KRAMER, E. (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert Carabus problematicus (Coleoptera, Carabidae). Entomol. Germanica 2: 121-125.
- AEBISCHER, N. J. (1991): Twenty years of monitoring invertebrates and weeds in cereal fields in Sussex. Dans: FIRBANK et al.: The ecology of temperate cereal fields. Blackwell Sci. Publications, Oxford, 469 pp.
- ALTIERI, M. A. et WHITCOMB, S. H. (1979): The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. Hort. Science 14: 12-18.
- ARTHUR Mac, R. H. et WILSON, E. O. (1967): Biogeographie der Inseln. Goldmann, München, 201 pp.
- AUBERT, G. (1978): Méthodes d'analyses des sols. CNDR/CRDP, Marseilles, 191 pp.
- BAUER, L. J. (1989): Moorland beetle communities on limestone "habitat islands". II. Flight activity and its influence on local staphylinid diversity. J. Anim. Ecol. 58 (3): 1099-1113.
- BESUCHET, C. (1985): Combien d'espèces de coléoptères en Suisse? Bull. Romand Ent. 3: 15-25.
- BORCARD, D. (1981): Utilisation de pièges Barber dans l'étude des Carabides forestiers sur un transect Grand-Marais - Chasseral. Bull. soc. neuch. sci. nat. 104: 107-118.
- BORDONI, A. (1982): Fauna d'Italia: Coleoptera, Staphylinidae: Generalità - Xantholininae. Ed. Calderini, Bologna, 434 pp.
- BRASSE, D. (1975): Die Arthropodenfauna von Getreidefeldern auf verschiedenen Böden im Braunschweiger Raum. Pedobiol. 15: 405-414.
- BROGGI, M. F. et SCHLEGEL, H. (1989): Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Bericht 31 des Nationalen Forschungsprogrammes "Boden", Liebefeld-Bern, 180 pp.
- BRYAN, K. M. et WRATTEN, S. D. (1984): The responses of polyphagous predators to prey spatial heterogeneity: Aggregation by carabid and staphylinid beetles to their cereal aphid prey. Ecol. Entomol. 9 (3): 251-259.
- COIFFAIT, H. (1972): Coléoptères Staphylinidae de la région paléarctique occidentale (Xantholininae, Leptotyphlinae). Suppl. Nouv. Rev. Entomol. II (2), Toulouse, 651 pp.
- COIFFAIT, H. (1974): Coléoptères Staphylinidae de la région paléarctique occidentale. Sous famille Staphylininae. Suppl. Nouv. Rev. Entomol. IV (4), Toulouse, 593 pp.

- COIFFAIT, H. (1982): Coléoptères Staphylinidae de la région paléarctique occidentale IV. Sous famille Paederinae. *Nouv. Rev. Entomol.* XII (4), Toulouse, 440 pp.
- COMELLINI, A. (1974): Notes sur les Coléoptères Staphylinidae de haute-altitude. *Rev. Suisse Zool.* 81: 511-539.
- D'HULSTER, M. D. et DESENDER, K. (1982): Ecological and faunal studies on Coleoptera in agricultural land. III. Seasonal abundance and hibernation of Staphylinidae in the grassy edge of a pasture. *Pedobiol.* 23 (6): 403-414.
- D'HULSTER, M. D. et DESENDER, K. (1984): Ecological and faunal studies on Coleoptera in agricultural land. IV. Hibernation of Staphylinidae in agroecosystems. *Pedobiol.* 26 (1): 65-73.
- DAJOZ, R. (1978): Précis d'écologie. Gauthier-Villars, Paris, 549 pp.
- DELUCCHI, V. (1987): Integrated Pest Management, quo vadis? Parasitism, Genève, 411 pp.
- DEMARMELS, J. (1990): Trockenstandorte als Habitatinseln für Schmetterlinge. Bericht WSL, Nr. 322, Birmensdorf, 57 pp.
- DENNISON, D. F. et HODKINSON, I. D. (1984): Structure of the predatory beetle community in a woodland soil ecosystem, IV, V. *Pedobiol.* 26 (3): 157-177.
- DESENDER, K., MERTENS, J., D'HULSTER, M. & BERBIERS, P. (1984): Diel activity patterns of Carabidae (Col.), Staphylinidae (Col.) and Collembola in a heavily grazed pasture. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 21: 347-361.
- DUCHAUFOUR, P. (1983): Pédologie. 1. Pédogénèse et classification. Masson, Paris: 233-259.
- DUCOMMUN, A. (1989): Influence des boues d'épuration et du fumier sur les Macroinvertébrés édaphiques de quelques cultures intensives du Grand-Marais (Plateau suisse). Thèse Université Neuchâtel, 277 pp.
- DUELLI, P., STUDER, M. & KATZ, E. (1990): Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zoökologischer Daten als Fachbeiträge zu Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. *Schr. R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg*, 32.: 211-222.
- EGHTEDAR, E. (1970): Zur Biologie und Oekologie der Staphyliniden Philonthus fuscipennis MANNH. und Oxytelus rugosus GRAV. *Pedobiol.* 10: 169-179.
- EISENBEIS, G. et WICHARD, W. (1985): Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden. G. Fischer, Stuttgart, New York, 434 pp.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1964): Die Käfer Mitteleuropas. Bd.4, Staphylinidae I. Goecke & Evers, Krefeld, 264 pp.
- FUCHS, G. (1969): Die ökologische Bedeutung der Wallhecken in der Agrarlandschaft Nordwestdeutschlands am Beispiel der Käfer. *Pedobiol.* 9:432-458.
- GEIGER, R. (1960): The climate near the ground. Friedrich, Germany, 611 pp.

- GEILER, H. (1960): Zur Staphylinidenfauna der mitteldeutschen Agrarlandschaft. *Wiss. Z. Univ. Leipzig, Math.-Nat.* 9: 587-594.
- GEILER, H. (1974): Verzeichnis der in Fichtenbaumhölzern des Tharandter Waldes vorkommenden Staphyliniden (Col., Staph.). *Hercynia* 11: 394-404.
- GILGENBERG, A. (1986): Die Verteilungsstruktur der Carabiden und Staphyliniden verschieden bewirtschafteter landwirtschaftlicher Flächen sowie eines Waldes. *Diss. Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn*, 261 pp.
- GOOD, J.A. et GILLER P.S. (1991): The diet of predatory staphylinid beetle - A review of records. *Ent. Month. Mag.* 127: 77-90.
- GREENSLADE, P. J. M. (1964): Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *J. anim. Ecol.* 33: 301-310.
- GREGOIRE-WIBO, C. (1983): Incidences écologiques de traitements phytosanitaires en culture de betterave sucrière. 2. Acariens, Polydesmes, Staphylins, Cryptophagides et Carabides. *Pedobiol.* 25: 93-108.
- HAMMOND, P. M. (1971): Notes on British Staphylinidae 2. On the British species of *Platystethus* Mannerheim, with one species new to Britain. *Ent. Mon. Mag.* 107: 93-111.
- HANSKI, I. et KOSKELA, H. (1979): Resource partitioning in six guilds of dung-inhabiting beetles (Coleoptera). *Ann. Entomol. Fenn.* 45 (1): 1-12.
- HARTMANN, P. (1979): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Staphyliniden-Populationen verschiedener Ökosysteme des Solling. *Diss. Universität Göttingen*, 173 pp.
- HEIMBACH, U. et GIRI, M. (1988): Untersuchungen zur Nebenwirkung einiger Pflanzenschutzmittel auf Staphyliniden und Carabiden im Freiland und Labor. *Mitt. dt. Ges. allg. ang. Ent.* 6: 521-524.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1976): Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. *Birkhäuser, Basel und Stuttgart*, 657 pp.
- HEYDEMANN, B. (1956 a): Untersuchung über die Winteraktivität von Staphyliniden auf Feldern. *Ent. Blätter* 52: 138-150.
- HEYDEMANN, B. (1956 b): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. *Verh. Dtsch. Zool. Ges., Hamburg*: 332-347.
- HOLMES, P. R. (1984): A field study of the predators of the grain aphid, *Sitobion avenae* (F.) (Hemiptera: Aphidae) in winter wheat in Britain. *Bull. Entomol. Res.* 74 (4): 623-631.
- HORION, A. (1963): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bd. IX. Staphylinidae, 1. Teil (Micropeplinae bis Euaestethinae), Ueberlingen Bodensee, 412 pp.
- HORION, A. (1965): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bd X. Staphylinidae, 2. Teil (Paederinae bis Staphylininae). Ueberlingen, Bodensee, 335 pp.

- HORION, A. (1967): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bd. XI. Staphylinidae, 3. Teil (Habrocerinae bis Aleocharinae), Ueberlingen Bodensee, 419 pp.
- HUSSEIN AL, I. A., LUEBKE, M. & WETZEL, Th. (1990): Nebenwirkungen von Insektiziden auf Kurzflügelkäfer (Col., Staphylinidae) in Winterweizenfeldern. J. appl. Ent. 109: 226-232.
- ISENSCHMID, A. et STOECKLI, H. (1982): Vergleichende Bestandesaufnahme der Arthropodenfauna auf unterschiedlich bewirtschafteten Wintergetreide-Feldern. Liz. Zool. Inst. Univ. Bern, 106 pp.
- JONES, M. G. (1976): The Carabid and Staphylinid fauna of winter wheat and fallow on a clay with flints soil. J. appl. Ecol. 13: 775-791.
- KASULE, F. K. (1968): Field Studies on the Life-Histories of Some British Staphylinidae (Coleoptera). Trans. Soc. Brit. Ent. 18 (4): 49-80.
- KEILBACH, R. (1983): Faunistisch-oekologische Untersuchungen über die Staphyliniden eines südlichen Küstenstreifens der Insel Rügen (Coleoptera). Dtsch entom. Z. 31 (4-5): 225-236.
- KELLER, S. (1987): Die Bedeutung ökologischer Ausgleichsflächen für den Pflanzenschutz. Mitt. schweiz. Landwirtschaft. 1/2: 56-65.
- KELLER, S. et DUELLI, P. (1990): Oekologische Ausgleichsflächen und ihr Einfluss auf die Regulierung von Schädlingspopulationen. Mitt. schweiz. ent. Ges. 63: 431-437.
- KENNEDY, T. F., EVANS, G. O. & FEENEY, A. M. (1986): Studies on the biology of Tachyporus hypnorum F. (Col., Staph.) associated with cereal fields in Ireland. Ir. J. agric. Res. 25: 81-95.
- KENTNER, E. et STREIT, B. (1990): Temporal distribution and habitat preference of congeneric insect species found at rat carrion. Pedobiol. 34: 347-359.
- KLAUSNITZER, B. (1978): Ordnung Coleoptera (Larven). Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 378 pp.
- KLINGER, K. (1987): Auswirkungen eingesäter Randstreifen an einem Winterweizen-Feld auf die Raubarthropodenfauna und den Getreideblattlausbefall. J. appl. Ent. 104: 47-58.
- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, Oekologie, Bd. 1. Goecke und Evers, Krefeld: 440 pp.
- KOSKELA, H. (1972): Habitat selection of dung-inhabiting Staphylinids (Coleoptera) in relation to age of the dung. Ann. Zool. Fenn. 9: 156-171.
- KOWALSKI, R. (1976): Biology of Philonthus decorus (Col., Staph.) in relation to its role as a predator of winter moth pupae (Operophtera brumata (Lepidoptera, Geometridae)). Pedobiol. 16: 233-242.
- LANDOLT, E. (1977): Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 208 pp.
- LARCHER, W. (1981): Oekologie der Pflanzen. UTB Stuttgart, 3. Aufl., 399 pp.

- LEGENDRE, L. et LEGENDRE, P. (1984): Ecologie numérique. Masson, Paris, 2 vol., 260 pp et 335 pp.
- LIPKOW, E. (1966): Biologisch-ökologische Untersuchungen über Tachyporus-Arten und Tachinus rufipes (Col., Staphyl.). Pedobiol. 6: 140-177.
- LOHSE G. A. et LUCHT, W. H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. 1. Supplementband mit Katalogteil. Goecke & Evers, Krefeld, 346 pp.
- LUFF, M. L. (1975): Some features influencing the efficiency of pitfall traps. Oecologia, Berlin, 19: 345-357.
- MADER, H.-J. (1981): Untersuchungen zum Einfluss der Flächengröße von Inselbiotopen auf deren Funktion als Trittstein oder Refugium. Natur und Landschaft 56 (7/8): 235-242.
- MADER, H.-J. et MUEHLENBERG, M. (1981): Artenzusammensetzung und Ressourcenangebot einer kleinflächigen Habitatsinsel, untersucht am Beispiel der Carabidenfauna. Pedobiol. 21: 46-59.
- MAIRE, N. (1984): Extraction de l'adénosine triphosphate dans les sols: une nouvelle méthode de calcul des pertes en ATP. Soil. Biol. Biochem. 16: 361-366.
- MAIRE, N., BESSON, J.-M., SUTER, H., HASINGER, G. & PALASTHY, A. (1990): La conversion des domaines agricoles en mode biologique: effet sur l'équilibre physico-chimique et biologique des sols. Rapport No. 43 du programme national de recherche "Sol", Liebefeld-Bern, 131 pp.
- MATTHEY, W., ZETTEL, J. & BIERI, M. (1990): Invertébrés bioindicateurs de la qualité des sols agricoles. Rapport No. 56 du programme national de recherche "Sol". Liebefeld-Bern, 141 pp.
- MOUNTFORD, M. D. (1962): An index of similarity and its application to classificatory problems. Dans: Murphy's Progress in soil Zoology: 43-50.
- MUEHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie, Quelle und Meyer, Heidelberg, 214 pp.
- MUEHLENBERG, M. et WERRES, W. (1983): Lebensraumverkleinerung und ihre Folgen für einzelne Tiergemeinschaften. Experimentelle Untersuchung auf einer Wiesenfläche. Natur und Landschaft 58: 43-50.
- MURDOCH, W. W. (1975): Diversity, complexity, stability and pest control. J. appl. Ecol. 12: 795-807.
- NEWTON, A. F. et THAYER, K. M. (1988): A Critique on Naomi's Phylogeny and Higher Classification of Staphylinidae and Allies (Coleoptera). Entomol. Gener. 14 (1): 63-72.
- NIELD, C. E. (1976): Aspects of the biology of Staphylinus olens (Müll.), Britains largest staphylinid beetle. Ecol. ent. 1: 117-126.
- ORTEL, R. (1971): Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. Acta entomol. bohemoslov. 68 (5): 300-309.

- OSMAN, G. Y., ZAKI, A. M., SALEM, F. M. & DARWISH, E. T. E. (1988): Biological control study of Tylenchus semipenetrans (Cobb) (nematodes) by certain soil mesofauna. Anz. Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 61 (6): 116-118.
- PAULIAN, R. (1941): Les premiers états des Staphylinoidea. Mém. Mus. Hist. nat. Paris (N.S.) 15, 361 pp.
- PEDERSEN, M., PEDERSEN, L. T. & ABILGAARD, K. (1990): Annual and diurnal activity of some Tachyporus species (Col., Staph.) in two spring barley fields and a hedge. Pedobiologia 34(6): 367-378.
- PERRIN, R. M. (1980): The role of environmental diversity in crop protection. Prot. Ecol., Amsterdam, 2: 77-114.
- PFIFNER, L. (1990): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung auf das Vorkommen epigäischer Arthropoden, insbesondere auf Laufkäfer (Col., Carabidae), in Winterweizenparzellen. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 63: 63-76.
- PLACHTER, H. (1983): Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Schr. Reihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, Heft 56, 112 pp.
- POEHLING, H. M., DEHNE, H. E. & SPRICK, P. (1985): Untersuchungen zur Bedeutung von Carabiden und Staphyliniden als Blattlausantagonisten in Winterweizen und deren Beeinträchtigung durch Insektizide. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 50: 519-530.
- POTTS, G. R. et VICKERMAN, G. P. (1974): Studies on the cereal ecosystem. Dans: MACFADYEN, A. (editor): Advances in Ecological Research, Academic Press, London: 108-189.
- POWELL, W., DEAN, G. J. & BARDNER, R. (1985): Effects of primicarb, dimethoate and benomyl on natural enemies of cereal aphids in winter wheat. Ann. appl. Biol. 106: 235-242.
- PUTZH, V. (1971): Kritische Faunistik der bisher aus Mitteleuropa bekannten Stenus-Arten nebst systematischen Bemerkungen und Neubeschreibungen. Entom. Blätter 67 (2): 74-121.
- ROESER, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope. Oekologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. Ecmed, Landsberg BRD, 258 pp.
- SAMSOE-PETERSEN, L. (1987): Laboratory method for testing side-effects of pesticides on the rove beetle Aleochara bilineata - adults. Entomophaga 32 (1): 73-81.
- SCHREIBER, K. F. (1977): Les niveaux thermiques de la Suisse sur base de relevés phénologiques effectués dans les années 1969 - 1973. Dpt. féd. de Justice et Police, Berne, 69 pp.
- SCHUBERT, R. (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. G. Fischer, Stuttgart, 327 pp.
- SEGERS, R. et BOSMANS, R. (1982): Diversity and similarity between 7 sampling sites at the "moer", Bornem (Belgium) based on pitfall trapping of Staphylinidae, Carabidae (Col.) and Araneae. Biol. Jaarb. 50: 202-216.

- SOPP, P. et WRATTEN, S. D. (1986): Rates of consumption of cereal aphids by some polyphagous predators in the laboratory. *Entomol. Exp. appl.* 41 (1): 69-73.
- SOTHERTON, N. W. (1984): The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland. *Ann. appl. Biol.* 105: 423-429.
- SPAETH, H. (1980): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Carabiden- und Staphylinidenfauna verschiedener Standorte Westfalens (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). *Decheniana, Bonn*, 133: 33-56.
- STEEL, W. O. (1970): The larvae of the genera of Omaliinae (Col., Staphylinidae), with particular reference to the British fauna. *Trans. R. ent. Soc., London*, 122: 1-47.
- STEUBING, L. (1965): *Pflanzenökologisches Praktikum*. Parey, Berlin, Hamburg, 262 pp.
- SUNDERLAND, K. D. et VICKERMAN, G. P. (1980): Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields. *Jour. Appl. Ecol.* 17: 389-396.
- SZUJECKI, A. (1966): Relationship between the moisture level in surface horizon of forest soils and the distribution of Staphylinids (Staphylinidae, Col.) on a example of Forest-District Szeroki Bór in Pisz primeval forest. *Fol. forest. polon.* 12(A): 5-156.
- TER BRAAK, C. J. F. (1988): CANOCO - an extension of DECORANA to analyse species-environment relationships. *Vegetatio* 75: 159-160.
- THIELE, H.-U. (1964): Oekologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. *Z. Morph. Oekol. Tiere, Berlin*, 53: 537-586.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 369 pp.
- TOPP, W. (1977): Einfluss des Strukturmosaiks einer Agrarlandschaft auf die Ausbreitung der Staphyliniden (Col.). *Pedobiol.* 17: 43-50.
- TOPP, W. (1979): Vergleichende Dormanzuntersuchungen an Staphyliniden (Coleoptera). *Zool. Jahrb. Syst.* 106: 1-49.
- TOPP, W. (1984): Synchronisation und polymorphe Termination der Diapause bei Oxytelus rufosus (Grav.) (Col., Staph.). *Zool. Jb. Syst.* 111: 521-542.
- ULLRICH, W. G. (1975): Monographie der Gattung Tachinus Grav. (Col., Staphylinidae), mit Bemerkungen zur Phylogenie und Verbreitung der Arten. *Diss. Christian-Albrechts-Univ. Kiel*, 365 pp.
- VERNEAUX, J. (1976): Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales. Principales méthodes biologiques. Dans PESSON, P. (ed.): La pollution des eaux continentales. Indices sur les biocénoses aquatiques. Gauthier-Villars, Paris: 229-285.
- VICKERMAN, G. P., COOMBES, D. S. & TURNER, G. (1987): The effects of pirimicarb, dimethoate and deltamethrin on Carabidae and Staphylinidae in winter wheat. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 52: 213-223.

- VICKERMAN, G. P. et SUNDERLAND, K. D. (1975): Arthropods in cereal crops: nocturnal activity, vertical distribution and aphid predation. J. appl. Ecol. 12: 755-766.
- VOELKL, W. (1991): Insekten als Bioindikatoren in der Landwirtschaft: Möglichkeiten und Erfahrungen. Landw. Schweiz 4 (6): 305-310.
- WEINREICH, E. (1968): Ueber den Klebfangapparat der Imagines von *Stenus* Latr. (Coleoptera, Staphylinidae) mit einem Beitrag zur Kenntnis der Jugendstadien dieser Gattung. Z. Morph. Tiere 62: 162-210.
- WETZEL, Th., HOLZ, F. & STARK, A. (1987): Bedeutung von Nützlingspopulationen bei der Regulation von Schädlingspopulationen im Getreidebestand. Nachrichtenbl. dt. Pflanzenschutzd. 39: 1-7.
- WITWER, A. (1988): Recherche faunistique sur les Staphylinidae (Col.) de la rive sud du lac de Neuchâtel. Bull. Soc. Ent. Suisse 61 (3-4): 233-239.
- WRIGHT, E.J., MUELLER, P. & KERR, J.D. (1989): Agents of biological control of novel hosts: assessing on Aleocharinae parasitoid of dung-breeding flies. Journ. Appl. Ecol. 26: 453-461.
- WUNDERLICH, E. A. H. (1981): Die Zusammensetzung der Staphylinidenfauna (Col.) unter verschiedenen Umweltbedingungen. Diss. Univ. Zürich, 48 pp.
- ZANETTI, A. (1987): Fauna d'Italia: Coleoptera, Staphylinidae, Omaliinae. Ed. Calderini, Bologna, 472 pp.

8. Annexes

8.1. Fiches d'espèces

- *Anotylus rugosus* (Grav.)
- *Arpedium quadrum* (Grav.)
- *Lathrobium fulvipenne* (Grav.)
- *Lesteva longelytrata* (Goeze)
- *Micropeplus porcatus* (F.)
- *Paederus fuscipes* Curt.
- *Paederus littoralis* Grav.
- *Philonthus atratus* (Grav.)
- *Philonthus carbonarius* (Grav.)
- *Philonthus cognatus* Steph.
- *Philonthus decorus* Grav.
- *Philonthus laminatus* (Creutz.)
- *Platystethus arenarius* (Fourcr.)
- *Staphylinus dimidiaticornis* Gemm.
- *Stenus biguttatus* (L.)
- *Stenus clavicornis* (Scop.)
- *Tachinus corticinus* (Grav.)
- *Tachinus signatus* Grav.
- *Tachyporus chrysomelinus* (L.)
- *Tachyporus hypnorum* (L.)
- *Xantholinus linearis* (Ol.)
- *Xantholinus longiventris* Heer

Dans le chapitre suivant, on trouvera résumé, sous forme de fiches, l'essentiel des connaissances sur 22 espèces de Staphylinidae. Nous avons choisi les espèces les plus fréquentes dans les champs cultivés ainsi que quelques espèces particulières par leur écologie, leur taille, etc.

Les fiches sont structurées selon les rubriques suivantes:

Nom, sous-Famille, nom d'après LOHSE (1964)

Taille

Ecologie: Répartition altitudinale: les données se réfèrent soit à l'altitude des stations dans lesquelles nos espèces ont été trouvées, soit à la littérature.

Habitats: les données se réfèrent à nos observations et à la littérature.

Régime alimentaire: selon la littérature.

Autoécologie: données tirées de la littérature, pour les espèces qui ont fait l'objet d'un travail.

Phénologie

Distribution géographique

Les espèces sont classées par ordre alphabétique.

Petit dictionnaire des termes écologiques utilisés dans ce chapitre (d'après KOCH (1989)):

espèce ubiquiste :	commun, se trouve partout
espèce eurytope :	dans beaucoup d'habitats différents
espèce sténotope :	occurrence seulement dans quelques milieux bien définis
espèce xérophile :	qui préfère les milieux chauds et secs
espèce xérotolérant :	qui tolère la sécheresse
espèce eurytherme :	à large tolérance vis-à-vis de la température
espèce hygrophile :	qui préfère les milieux humides
espèce sylvicole :	qui préfère les milieux forestiers
espèce coprophile :	qui préfère les excréments
espèce univoltine :	qui a une génération par année
espèce bivoltine :	qui a deux générations par année

Anotylus rugosus (Grav.)

Oxytelinae

Nom d'après LOHSE (1964): Oxytelus rugosus (Grav.)

Taille: 4.5 - 5.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: Entre 500 et 2500m (COMELLINI, 1974).

Habitats: Observé dans les prairies fauchées, pâturées, dans les cultures de blé, sur les tas de fumier et de compost.

Dans les prairies humides et sur les tas de compost, on trouve la variété pulcher (TOPP, 1984; WITTWER, 1988).

Selon HEYDEMANN (1956a), c'est l'espèce la plus commune dans les champs cultivés et dans les prairies humides, elle est en particulier attirée par les fumures organiques. KOCH (1989) la qualifie d'ubiquiste.

Régime alimentaire: omnivore (EGHEDAR, 1970).

Autoécologie: A. rugosus est normalement univoltin, bien que des cycles bivoltins aient été observés (uniquement pour la variété pulcher ?) (TOPP, 1984).

L'espèce a son optimum de température entre 23 et 25 °C. Elle tolère mal les températures élevées (Seuil de tolérance ≈ 27°C (EGHEDAR, 1970)). Tendance hygrophile (KOCH, 1989).

Phénologie: On rencontre l'espèce d'avril/mai à octobre/novembre. Ce sont les adultes qui hivernent.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Amérique du nord, Europe du nord et centrale. Dans la région méditerranéenne par endroit (HORION, 1963).

Remarques: Seul cas connu parmi les Staphylinidae: la durée entre l'éclosion de la femelle et le début de la ponte (temps préovipositaire) est induite de façon endogène (TOPP, 1984). D'une durée de trois mois environ, elle n'est soumise ni à l'influence de la température, ni à celle de la photopériodicité.

Arpedium quadrum (Grav.)

Onaliinae

Nom d'après LOHSE (1964): *Onalium quadrum* (Grav.)

Taille: 4.5 - 5.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2600 m (!) (COMELLINI, 1974).

Habitats: *A. quadrum* a été observé aussi bien sur des sols sableux à humiques, que sur les sols lourds de Lützelflüh. Sa présence est apparemment indépendante de la nature du sol.

D'après FREUDE et al. (1964) l'espèce se rencontre sur les rives et dans les endroits humides, ainsi qu'en forêt (WUNDERLICH, 1981).

A. quadrum est rarement cité dans les champs cultivés. KOCH (1989) qualifie l'espèce d'eurytope et hygrophile.

Régime alimentaire: carnivore (omnivore)

Autoécologie: *A. quadrum* est une espèce commune (KOCH, 1989) (estivation imaginale, reproduction en automne (TOPP, 1979)).

Phénologie: Nous n'avons rencontré *A. quadrum* qu'une seule fois au printemps (avril). Elle est surtout active tard en automne (octobre/ novembre).

Distribution géographique:

PN22: Belp, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Europe, de la partie septentrionale des Balkans à la Sibérie, de l'Italie septentrionale à la Scandinavie (ZANETTI, 1987).

Remarques: En altitude on trouve la variété *alpinum* (ZANETTI, 1987).

Lathrobium fulvipenne (Grav.)

Paederinae

Taille: 7.5 - 9 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500m à 2400m (COMELLINI, 1974).

Habitats: L. fulvipenne se rencontre dans la végétation ouverte aussi bien que dans la forêt, à l'exception des endroits secs. Nous constatons une légère préférence de l'espèce pour les céréales. KOCH (1989) la qualifie d'ubiquiste.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: L'espèce est hygrophile et commune (KOCH, 1989; observation personnelle). Bien qu'elle soit commune, nous ne l'avons jamais rencontré en grand nombre.

Phénologie: Nous avons trouvé l'adulte de mars à septembre.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Europe y compris la Scandinavie et les Iles Britanniques; Asie mineure, Sibérie occidentale; semble manquer en Corse et dans les parties les plus chaudes de la région méditerranéenne (COIFFAIT 1982).

Remarques: Nous avons constaté une légère préférence pour les champs de céréales malgré le fait que L. fulvipenne soit hygrophile.

Lesteva longelytrata (Goeze)

Omaliinae

Taille: 3.5 - 4.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500m à 2300m (COMELLINI, 1974), jusqu'à l'étage subalpin (ZANETTI, 1987).

Habitats: Dans notre travail, *L. longelytrata* montre une préférence très marquée pour les champs de céréales.

D'après KOCH (1989) l'espèce se rencontre dans les marais et sur les rives boueuses. HEYDEMANN (1956a) l'a trouvé surtout sur des sols lourds du nord de l'Allemagne. Elle passe l'hiver souvent dans des champs cultivés à sol nu.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie l'espèce d'eurytope et hygrophile. Espèce commune.

Phénologie: *L. longelytrata* hiberne à l'état de larve (STEEL (1970), concernant *L. heeri*, espèce très voisine). Dans nos stations elle manque de mi-juin à début octobre. Elle atteint le maximum de son abondance fin octobre/novembre.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce répandue dans l'ensemble de la zone paléarctique (ZANETTI, 1987).

Micropeplus porcatus (F.)

Micropeplinae

Taille: 2.3 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m (COMELLINI, 1974).

Habitats: L'espèce se rencontre dans les champs cultivés, les prairies sèches ou humides et les forêts (obs. pers.). Dans nos stations elle a montré une préférence envers les céréales.

Régime alimentaire: saprophage

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie l'espèce d'eurytope et humicole.

Phénologie: L'abondance des adultes est maximale en juillet/aôût.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: presque toute l'Europe, rare en Scandinavie (HORION, 1963).

Remarques: Depuis toujours, différents auteurs considéraient la sous-famille des Micropeplinae comme une famille à part. LOHSE dans LOHSE & LUCHT (1989) a adopté ce système cependant qu'auparavant, dans FREUDE et al. (1964), le même auteur traitait les Micropeplinae comme une sous-famille des Staphylinidae. Etant donné que NEWTON & THAYER (1988) dans leur classification des Staphylinoides conserve les Micropeplinae au niveau d'une sous-famille nous avons préféré de suivre leur système sur ce point.

Les opinions divergentes de différents auteurs quant à l'attribution des Micropeplinae à la famille des Staphylinidae font que dans les travaux concernant ces derniers dans les champs cultivés, nous n'avons trouvé trace de *M. porcatus* que dans HARTMANN (1979), qui signale cette espèce dans une prairie grasse et deux stations forestières, mais peu abondante.

Paederus fuscipes Curt.

Paederinae

Taille: 6.5 - 7 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 800m, (au delà?).

Habitats: *P. fuscipes* a été trouvé en abondance dans les prairies et les champs de céréales. D'après KOCH (1989) l'espèce se rencontre dans les marais, sur les rives et dans les forêts alluviales.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie l'espèce de sténotope, hygrophile et commune. Dans notre travail, *P. fuscipes* s'est montré clairement xérophile.

Phénologie: Nous avons rencontré l'espèce de mai en septembre. Elle atteint un maximum d'abondance bien marqué entre mi-juin et début juillet.

Distribution géographique:

PN22: Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: large répartition paléarctique
(COIFFAIT, 1982).

Remarques: En ce qui concerne l'hygrophilie de *P. fuscipes*, nos données ne correspondent pas à celles de KOCH (1989). On peut penser que cette espèce est plutôt eurytope que sténotope, ou qu'elle a des tendances xérophiles dans le sud de l'Europe centrale. Des variations de ce type existent dans l'écologie du genre *Paederus* (c.f. *P. littoralis*).

Paederus littoralis Grav.

Paederinae

Nom d'après LOHSE (1964): *Paederus littoralis* Grav.

Taille: 7.5 - 8.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 700m, (au delà?).

Habitats: *P. littoralis* se trouve dans les pâtures et les prairies, notamment les prairies sèches, ainsi que dans les champs de céréales (obs. pers.).

D'après KOCH (1989), l'espèce est liée aux prairies sèches, aux talus secs et aux rives sablonneuses.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie l'espèce d'eurytope et xérophile (dans l'ouest de l'Europe, elle peut être hygrophile).

Phénologie: L'espèce apparaît tôt au printemps (avril) et se rencontre jusqu'en juin. Les observations faites à Belp en octobre et novembre correspondent à la nouvelle génération.

Distribution géographique:

PN22: Changins, Lützelflüh, Belp

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce largement répandue en Europe, atteignant la région méditerranéenne orientale (Anatolie, Liban) et le Caucase (COIFFAIT, 1982).

Philonthus atratus (Grav.)

Staphylininae

Taille: 7 - 9 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m environ (HORION, 1965)

Habitats: Dans notre travail, *P. atratus* a montré une forte préférence pour les céréales y compris les champs de maïs
D'après KOCH (1989) on trouve l'espèce sur des rives sablonneuses et boueuses et dans les forêts alluviales.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: *P. atratus* est qualifié de sténotope et hygrophile par KOCH (1989). D'après nos observations l'espèce préfère les sol nus sans être hygrophile.

Phénologie: Nous avons rencontré l'espèce de mai à septembre, mais surtout au mois d'août après les moissons dans les champs de céréales.

Distribution géographique:

PN22: Couvet, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce signalée de toute la région holarctique (COIFFAIT, 1974).

Remarques: Les données de la littérature concernant l'écologie de cette espèce ne concorde pas avec nos observations (c.f. KOCH, 1989). Le fait qu'elle préfère les céréales est plutôt signe de xérophilie. Bien qu'elle y soit assez fréquente (nous l'avons observée dans plusieurs stations les deux années), nous constatons que GEILLER (1960) ne mentionne pas du tout cette espèce dans les champs cultivés en Allemagne. Nous n'avons même trouvé aucune mention témoignant de son occurrence dans ce milieu.

Philonthus carbonarius (Grav.)

Staphylininae

Nom d'après LOHSE (1964): *Philonthus varius* (Gyllh.)

Taille: 6 - 10 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m (HORION, 1965)

Habitats: *P. carbonarius* est une espèce ubiquiste largement répandue dans tous les milieux ouverts (obs. pers.).

KOCH (1989) la considère également comme une ubiquiste. Par contre, LOHSE dans FREUDE et al. (1964) signale l'espèce surtout en forêt.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: *P. carbonarius* est très commun et se rencontre souvent en grande abondance. L'espèce est univoltine et hiberne à l'état adulte. Le développement des ovaires est soumis à une oligopause (=diapause facultative) induite par le rythme nyctéméral (TOPP, 1979).

Comportement: *P. carbonarius* est surtout actif pendant la journée (DESENDER et al., 1984).

Phénologie: Nous avons trouvé les adultes de mai à novembre avec un maximum au mois de juin, respectivement au mois de juillet dans les stations au dessus de 1000m d'altitude.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce répandue dans toute la région paléarctique (COIFFAIT, 1974).

Philonthus cognatus Steph.

Staphylininae

Nom d'après LOHSE (1964): *Philonthus fuscipennis* (Mannh.)

Taille: 8 - 11.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m (HORION, 1965)

Habitats: *P. cognatus* est ubiquiste (KOCH, 1989; obs. pers.). Il est parmi les Coléoptères dominants des champs cultivés de l'ouest de l'Europe jusqu'en URSS (GEILER, 1960; EGTHEDAR, 1970). SPAEH (1980) signale *P. cognatus* dans un champ d'avoine sur sol lourd en Westphalie où l'espèce représente 80% des Staphylinidae (Aleocharinae inclus)!

Régime alimentaire: L'espèce est prédatrice d'œufs et de larves d'insectes, et surtout d'aphidiens (EGTHEDAR, 1970; BRYAN & WRATTEN, 1984).

Autoécologie: *P. cognatus* est univoltin, il hiberne à l'état d'adulte. Le développement des ovaires est soumis à une oligopause (=diapause facultative) induite par le rythme nycthéral. L'optimum thermique pour le développement se situe vers 23-25°C. Au printemps, *P. cognatus* sort d'hibernation à une température ambiante de 15°C environ (EGTHEDAR, 1970; KASULE, 1968).

Comportement: *P. cognatus* est avant tout actif durant la journée (DESENDER et al., 1984).

Phénologie: L'oviposition a lieu en mai/juin. L'espèce s'observe jusqu'en octobre avec un maximum d'abondance en juin/début juillet.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce répandue dans toute la région paléarctique (COIFFAIT, 1974).

Remarques: *P. cognatus* est la seule espèce présente dans toutes nos stations! Il y a un parallèle entre nos observations et celles de SPAEH (1980) concernant la forte abondance de *P. cognatus* dans des champs de céréales sur sol lourd.

Philonthus decorus Grav.

Staphylininae

Taille: 11 - 13 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m (FREUDE et al., 1964).

Habitats: Les forêts humides constituent l'habitat typique de l'espèce (KOWALSKI, 1976; GEILER, 1960; WITTWER, 1988; HARTMANN, 1979; SPAEH, 1980) mais nous l'avons aussi trouvée dans des champs de céréales et dans l'herbe haute d'une prairie de fauche.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: *P. decorus* peut être qualifié d'eurytope, hygrophile et sylvicole (KOCH, 1989; obs. pers.).

Phénologie: L'espèce a été capturée de mai en septembre avec un maximum d'abondance au mois de juillet.

Distribution géographique:

PN22: Couvet, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Europe centrale et septentrionale (COIFFAIT, 1974).

Philonthus laminatus (Creutz.)

Staphylininae

Taille: 8 - 10 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2100m (HORION, 1965)

Habitats: Prairies, champs cultivés (obs. pers.).

D'après KOCH (1989) on trouve l'espèce dans des landes, des prairies sèches, des milieux pionniers et des forêts.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) la qualifie d'eurytope.

Comportement: Selon les observations de DESENDER et al. (1984) en Belgique, *P. laminatus* est le seul Staphylinidae à être actif uniquement la nuit.

Phénologie: Nous avons trouvé l'espèce de mai en octobre. La courbe phénologique baisse en août/septembre avant que la nouvelle génération apparaisse.

Distribution géographique:

PN22: Couvet, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute l'Europe y compris les Iles Britanniques et la Scandinavie (COIFFAIT, 1974).

Platystethus arenarius (Fourcr.)

Oxytelinae

Taille: 2.8 - 5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500m à 2500m (COMELLINI, 1974).

Habitats: Surtout dans des excréments frais, fumures, sur du sol trempé de lisier (ROCH, 1989; obs. pers.).

D'HULSTER & DESENDER (1984) signalent P. arenarius dans les touffes d'herbe autour des bouses de vache.

Régime alimentaire: omnivore

Distribution géographique:

PN22: Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: espèce répandue dans toute la zone (HORION, 1963).

Remarques: P. arenarius est une espèce particulièrement coprophile. Nous ignorons pourquoi, dans notre travail, elle apparaît dans une seule station. Sa présence dans un champ de céréales à Lützelflüh est dû sans doute à l'épandage de lisier peu auparavant. P. arenarius n'apparaît que pendant la période de piégeage d'août.

Staphylinus dimidiaticornis Germ.

Staphylininae

Taille: 17 - 22 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m, (HORION, 1965).

Habitats: Tous les types de prairies et champs de céréales (obs. pers.).

D'après KOCH (1989) l'espèce se trouve dans les pâtures, les champs, sur des talus secs et également à la lisières de forêt séchardes. COIFFAIT (1974) la considère comme particulièrement liée aux régions boisées.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: Il est très possible que son cycle de vie et sa biologie soient semblables à celles de *S. erythropterus*, espèce très voisine: *S. erythropterus* hiberne à l'état d'adulte (KASULE, 1968). Malgré sa grande taille, elle n'a que deux stades larvaires. L'espèce est univoltine, les adultes ne se rencontrent qu'à la fin du mois d'août.

S. dimidiaticornis semble être l'espèce la moins sténotope des quatre espèces du genre *Staphylinus* en Suisse (obs. pers.). KOCH (1989) la qualifie d'eurytpe.

Comportement: Il est très probable que *S. dimidiaticornis* montre le même comportement que *S. erythropterus*, sur lequel HARTMANN (1979) donne les indications suivantes: "Les larves de l'espèce chassent en guettant leur proie depuis une cavité dans le sol. Elles sont très agressives, le cannibalisme aux dépens des larves et des oeufs a été observé".

Distribution géographique:

PN22: Belp, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Europe occidentale y compris les Iles Britanniques (COIFFAIT, 1974).

Stenus biguttatus (L.)

Steninae

Taille: 4.5 - 5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 1700m (HORION, 1963).

Habitats: *S. biguttatus* se trouve dans les champs de céréales (obs. pers.).

KOCH (1989) la situe sur les rives sableuses. Selon HORION (1963), l'espèce supporte une végétation clairsemée. Dans la littérature concernant les champs cultivés, on ne mentionne *S. biguttatus* que dans les champs de céréales, jamais en grand nombre (THIELE, 1964; D'HULSTER & DESENDER, 1984; SPAEH, 1980). Ce dernier auteur cite la présence de *S. biguttatus* sur sol très lourd.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: L'espèce est sténoptope et psammophile d'après KOCH (1989).

Phénologie: Elle a été observée de mars à novembre.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute la zone paléarctique (HORION, 1963).

Remarques: Dans nos stations de Lützelflüh et selon les observations de SPAEH (1980) *S. biguttatus* se rencontre sur des sols particulièrement lourds. Ce constat est en contradiction avec celui de KOCH (1989) qui qualifie l'espèce de psammophile.

Stenus clavicornis (Scop.)

Steninae

Taille: 5 - 5.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 1000m, (au delà ?).

Habitats: *S. clavicornis* préfère nettement les prairies aux champs de céréales.

Cette préférence est confirmée par d'autres auteurs: HARTMANN, 1979; SEEGERS & BOSMANS, 1982; D'HULSTER & DESENDER, 1984.

KOCH (1989) n'indique pas de préférence pour un milieu particulier.

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: L'espèce est eurytope et xérophile dans l'ouest de son aire de répartition (KOCH, 1989). Dans nos contrées, elle ne semble pas xérophile (obs. pers.).

Phénologie: L'espèce est présente d'avril à octobre, mais manque dans nos pièges au mois de septembre.

Distribution géographique:

FN22: Belp, Couvet, Dombresson, Changins

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute la zone (PUTHZ, 1971).

Tachinus corticinus (Grav.)

Tachyporinae

Taille: 3 - 4 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2200m (COMELLINI, 1974).

Habitats: On trouve T. corticinus dans les champs cultivés et les tourbières.

KOCH (1989) la qualifie d'ubiquiste. THIELE (1964) décrit T. corticinus comme une espèce des bords de haies et non des cultures ouvertes (comme T. signatus).

Régime alimentaire: zoophage, omnivore

Autoécologie: L'espèce est hygrophile et commune d'après KOCH (1989).

Phénologie: T. corticinus a été observé d'avril en novembre. Elle manque toutefois dans les pièges pendant au moins un mois et demi, en général en août/septembre. L'espèce atteint le maximum d'abondance en octobre/novembre lors de l'apparition de la deuxième génération.

D'après HARTMANN (1979), T. corticinus est la première des espèces abondantes à pondre au printemps (mois d'avril).

Distribution géographique:

PN22: Couvet

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: répartition holarctique (ULLRICH, 1975).

Remarques: Bien qu'assez commun, T. corticinus est relativement peu connu.

Tachinus signatus Grav.

Tachyprinae

Nom d'après LOHSE (1964): Tachinus rufipes (Deg.)

Taille: 5 - 6.5 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m environ (HORION, 1965).

Habitats: T. signatus est très commun dans tous les champs cultivés.

C'est même l'espèce la plus abondante dans toutes ces stations durant les deux années. Bien qu'elle ne soit pas directement attirée par la fumure, on la trouve très fréquemment et en grand nombre dans les bouses ou les crottins (obs. pers.).

THIELE (1964) la considère comme caractéristique des bords des haies, et non des cultures ouvertes. LIPKOW (1966) qualifie T. signatus d'espèce des bords de champ que l'on peut trouver aussi dans la forêt, à condition que l'humidité ambiante soit suffisante.

Régime alimentaire: omnivore

Autoécologie: T. signatus est univoltin et hiberne à l'état d'adulte.

Le développement des ovaires est soumis à une parapauses induite par la longueur de la journée (KASULE, 1968; EGHTEDAR, 1970). Pour son développement larvaire T. signatus exige une humidité ambiante relative de 100%. La durée dépend de la température: 50 jours environ à 15°C et 35 jours à 20°C (LIPKOW, 1966).

Comportement: T. signatus est un prédateur d'aphidiens, il forme des agrégations autour des sources de nourriture (BRYAN & WRATTEN, 1984). Les adultes sont actifs le jour, et les larves essentiellement pendant la nuit (DESENDER et al., 1984).

Phénologie: L'espèce est active de mai à fin-août/début septembre. Elle atteint le maximum d'abondance en juin/juillet.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute la zone holarctique (ULLRICH, 1975).

* Comme la diapause, la parapauses est un arrêt temporaire du développement induit par un facteur environnemental (p. ex. longueur de la journée). Ce même facteur règle aussi la fin de la parapauses, alors qu'une diapause peut être levée par d'autres éléments.

Tachyporus chrysomelinus (L.)

Tachyporinae

Taille: 3.5 - 4 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2100m (COMELLINI, 1974).

Habitats: L'espèce se trouve dans tous les champs cultivés (obs. pers.).

D'après KOCH (1989) elle est ubiquiste.

Régime alimentaire: omnivore

Autoécologie: T. chrysomelinus est commun selon KOCH (1989). Larves et adultes sont prédateurs d'aphidiens dans les champs de céréales (BRYAN & WRATTEN, 1984), (c.f. T. hypnorum).

Phénologie: L'espèce a été observée d'avril en août.

Distribution géographique:

PN22: Belp, Courvet, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute la zone paléarctique à l'exception de l'Afrique du nord (HORION, 1967).

Remarques: T. chrysomelinus est aussi commun dans les champs cultivés que T. hypnorum, espèce très proche. T. chrysomelinus nous paraît cependant un peu plus hygrophile, bien que KOCH (1989) ne donne pas d'indications à ce sujet.

Tachyporus hypnorum (L.)

Tachyporinae

Taille: 3 - 4 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 2000m (COMPELLINI, 1974).

Habitats: T. hypnorum est observé dans tous les champs cultivés de Suisse (obs. pers.) et d'Allemagne centrale (GEILER, 1960).

Régime alimentaire: omnivore

Autoécologie: T. hypnorum est assez xérotolérant et eurytherme. Il se développe entre des températures de 11 à 27°C (LIPKOW, 1966). Le développement embryonnaire dure 10 jours et le développement larvaire 35 jours en moyenne à 20°C (KENNEDY et al., 1986).

T. hypnorum est obligatoirement univoltin par induction photopériodique (EGTHEDAR, 1970). Les adultes sont surtout actifs la nuit (KENNEDY et al., 1986).

Comportement: Toutes les larves de Tachyporus (à l'exception de T. nitidulus) sont prédatrices d'aphidiens; avec les larves de Syrphides ils sont les prédateurs les plus importants de Sitobion avenae (F.), le puceron des céréales. Mais ils se nourrissent également de matériel fongique.

Les densités suivantes ont été observées dans des champs de céréales en Irlande: 140'000 T. hypnorum ad./ha (=14 ind./m²); 500'000 Tachyporus sp. larves/ha (=50 la./m²) (HOLMES 1984, KENNEDY et al., 1986).

Phénologie: L'apparition de T. hypnorum n'a jamais dépassé la durée de quatre mois dans aucune des stations. Les observations ont été faites d'avril à fin juillet.

Distribution géographique:

PN22: Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: toute la zone paléarctique (HORION, 1967).

Remarques: T. hypnorum est relativement bien connu de par son importance comme prédateur d'aphidiens.

Xantholinus linearis (Ol.)

Xantholininae

Taille: 6 - 9 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 1500m (HORION, 1965).

Habitats: On trouve l'espèce dans tous les champs cultivés en Suisse (obs. pers.) et en Allemagne centrale (GEILER, 1960). D'après HEYDEMANN (1956a) *X. linearis* colonise les sols légers et lourds sans discrimination. Il préfère la végétation ouverte (HARTMANN, 1979).

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie *X. linearis* d'eurytope, xérophile et commun.

X. linearis est univoltin. Les adultes éclosent en automne. La fécondation a lieu également en automne et seules les femelles hibernent. Au printemps, après la ponte, les femelles meurent. Le développement larvaire dure environ 100 jours à 16°C. La nouvelle génération des adultes apparaît dès mi-août (HARTMANN, 1979; TOPP, 1979).

Phénologie: Nous observons le maximum d'activité en novembre dans nos stations (mâles et femelles). Elle correspond probablement à la phase de la recherche de partenaire pour la copulation. Cette activité hivernale a également été observé par HEYDEMANN (1956a) et KEILBACH (1983).

Distribution géographique:

PN22: Belp, Couvet, Dombresson, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: signalé de toute la région holarctique (COIFFAIT, 1972).

Xantholinus longiventris Heer

Xantholininae

Taille: 7 - 9 mm

Ecologie:

Répartition altitudinale: de 500 à 1500m (HORION, 1965).

Habitats: X. longiventris se trouve dans les champs cultivés, les prairies humides, les forêts alluviales et les rives sablonneuses (obs. pers.). L'espèce est ubiquiste d'après KOCH (1989).

Régime alimentaire: carnivore

Autoécologie: KOCH (1989) qualifie l'espèce d'hygrophile.

Phénologie: Nous avons rencontré X. longiventris de mi août à mi avril. C'est durant les mois d'octobre et novembre qu'elle atteint le maximum d'abondance. En Allemagne le maximum d'activité a été observé au printemps (avril/début mai) par KEILBACH (1983).

Distribution-géographique:

PN22: Belp, Dombresson, Changins, Lützelflüh

Suisse: tout le territoire

Zone paléarctique: Il est signalé dans la plus grande partie de l'Europe (COIFFAIT, 1972).

Remarques: X. longiventris est ubiquiste, mais il est moins fréquent que X. linearis, bien que tous les deux ne soient jamais observés en grande abondance. Dans notre travail, X. longiventris ne s'est pas montré spécialement hygrophile (c.f. X. linearis).

8.2. Tableaux de capture de toutes les stations

- : pièges non posés

Belp, prairie fauchée 1987

nb.ind	§	3.avr		14.mai		25.jun		6.aou		17.sep		29.oct			
		12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct	19.nov							
Lathrobium fulvipenne	1	1,6	1												
Micropeplus porcatus	1	1,6				1									
Mycetoporus lepidus	1	1,6					1								
Ocypus aeneocephalus	1	1,6	1												
Ocypus olens	1	1,6								1					
Omalius rivulare	1	1,6											1		
Anotylus rugosus	1	1,6						1							
Paederus littoralis	4	6,6	1	1								1	1		
Philonthus cognatus	2	3,3			1					1					
Philonthus carbonarius	3	4,9		1		1			1						
Platydacus stercorarius	3	4,9								1	2				
Staphylinus dimidiaticor.	29	47,5				3	10	16							
Stenus brunripes	3	4,9							3						
Stenus circularis	1	1,6			1										
Stenus clavicornis	3	4,9		1				1	1						
Tachyporus chrysomelinus	2	3,3								2					
Tachyporus pusillus	1	1,6		1											
Tachyporus ruficollis	1	1,6					1								
Xantholinus linearis	2	3,3	1										1		
Total:	61		1	1	5	2	1	5	12	18	7	3	2	1	3

Belp, prairie fauchée 1988

nb.ind	§	12.avr		24.mai		5.jul		16.aou		27.sep		8.nov		
		22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct							
Arpedium quadrum	1	1,6											1	
Gabrieus pennatus	1	1,6											1	
Gabrieus sp.	3	4,8						1		1	1			
Mycetoporus bimaculatus	1	1,6						1						
Ocypus aeneocephalus	1	1,6											1	
Anotylus rugosus	1	1,6							1					
Paederus littoralis	4	6,5	2	1	1									
Philonthus cognatus	1	1,6						1						
Philonthus carbonarius	5	8,1			3	2								
Platydacus stercorarius	2	3,2						1	1					
Scopaeus laevigatus	1	1,6								1				
Staphylinus dimidiaticor.	25	40,3		1	4	1	8	6	5					
Stenus biguttatus	1	1,6	1											
Stenus circularis	3	4,8	1		1		1							
Tachinus signatus	2	3,2		1			1							
Tachyporus chrysomelinus	2	3,2	1						1					
Tachyporus nitidulus	1	1,6					1							
Carpelimus corticinus	1	1,6				1								
Xantholinus linearis	3	4,8	1										2	
Xantholinus longiventris	3	4,8		3										
Total:	62		3	6	3	5	5	11	9	9	3	2	1	5

Couvet, prairie fauchée 1987

nb.ind	%	3.avr	14.mai	25.jun	6.aou	17.sep	29.oct		
		12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct	19.nov	
Lathrobium fulvipenne	2	,5			1	1			
Anotylus complanatus	1	,3					1		
Philonthus decorus	2	,5			1		1		
Philonthus coqantus	44	11,8		1 4 11	20	1	5 2		
Philonthus laminatus	12	3,2		1 3 3	3	1		1	
Philonthus laevicollis	15	4,0		1 5 8	8	1			
Philonthus carbonarius	47	12,6			8 34	1	2 2		
Quedius nitipennis	26	7,0		1 1 1		2	1 4	3 13	
Stenus brunripes	1	,3		1					
Stenus clavicornis	2	,5			2				
Tachinus corticinus	86	23,0		2 1 4		1 4	2 14	40 18	
Tachinus laticollis	2	,5			2				
Tachinus lignorum	1	,3						1	
Tachinus marginellus	1	,3						1	
Tachinus signatus	96	25,7		3 3 11	76	3			
Tachyporus chrysomelinus	1	,3		1					
Xantholinus linearis	35	9,4		2				4 29	
Total:	374		- - -	10 13 45	147	8 7	10 24	50 60	

Couvet, prairie fauchée 1988

nb.ind	%	12.avr	24.mai	5.jul	16.aou	27.sep	8.nov		
		22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct		
Lathrobium fulvipenne	2	,7	1	1					
Lesteva longelytrata	1	,4		1					
Megarthus depressus	1	,4	1						
Ocypus fulvipennis	1	,4			1				
Philonthus atratus	1	,4			1				
Philonthus decorus	1	,4			1				
Philonthus ebeninus	1	,4			1				
Philonthus cognatus	3	1,1	1	1		1			
Philonthus laminatus	9	3,3		2 5 2					
Philonthus laevicollis	10	3,7		3 5 2					
Philonthus splendens	1	,4	1						
Philonthus carbonarius	18	6,6		4 4	7 3				
Quedius longicornis	1	,4					1		
Quedius nitipennis	19	7,0	6 1	1 2 1	1		3 4		
Stenus brunripes	1	,4			1				
Tachinus corticinus	39	14,4	2 3	2 4 1	1		4 22		
Tachinus laticollis	7	2,6			7				
Tachinus marginellus	4	1,5		1 1			1 1		
Tachinus signatus	109	40,2	2 8	69 21	2 6 1				
Xantholinus laevigatus	1	,4			1				
Xantholinus linearis	40	14,8	1 1		1		1 9	27	
Xylodromus concinnus	1	,4	1						
Total:	271		9 9	21 90	40 17	10 2	1 18	54	

Couvet, prairie paturée 1987

	nb.ind	%	3.avr	14.mai	25.jun	6.aou	17.sep	29.oct	19.nov						
			12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct							
<i>Lathrobiium fulvipenne</i>	1	,3					1								
<i>Othius melanocephalus</i>	1	,3							1						
<i>Philonthus cognatus</i>	81	27,9		3	1	15	58	3							
<i>Philonthus laminatus</i>	27	9,3		6	2	3	11	1	1						
<i>Philonthus laevicollis</i>	2	,7		1		1									
<i>Philonthus carbonarius</i>	18	6,2		1	3	14									
<i>Quedius nitipennis</i>	8	2,8		1		1		3	1						
<i>Tachinus corticinus</i>	25	8,6		4	1	3	1	1	14						
<i>Tachinus signatus</i>	114	39,3			1	87	25	1							
<i>Tachyporus chrysonelinus</i>	5	1,7		1		4									
<i>Xantholinus linearis</i>	8	2,8		1					2						
Total:	290		-	-	-	18	5	111	115	4	2	1	8	17	9

Couvet, prairie paturée 1988

	nb.ind	%	12.avr	24.mai	5.jul	16.aou	27.sep	8.nov						
			22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct						
<i>Lathrobiium fulvipenne</i>	1	1,0		1										
<i>Nyctoporus splendidus</i>	1	1,0			1									
<i>Othius laeviusculus</i>	1	1,0					1							
<i>Oxytelus laqueatus</i>	1	1,0					1							
<i>Philonthus cognatus</i>	6	5,8			3	2	1							
<i>Philonthus laminatus</i>	4	3,9			3	1								
<i>Philonthus laevicollis</i>	5	4,9		1	2	1		1						
<i>Philonthus splendens</i>	1	1,0					1							
<i>Philonthus varians</i>	1	1,0				1								
<i>Philonthus carbonarius</i>	7	6,8			2	2	1	1						
<i>Quedius nitipennis</i>	1	1,0		1										
<i>Stenus clavicornis</i>	10	9,7			1	6		3						
<i>Tachinus corticinus</i>	29	28,2		8	2	1	1							
<i>Tachinus signatus</i>	28	27,2		1	2	7	14	3						
<i>Xantholinus linearis</i>	7	6,8			1									
Total:	103		-	-	11	6	16	27	9	2	3	6	5	18

Couvet, orge semis direct 1988

	nb.ind	§	12.avr	24.mai	5.jul	16.aou	27.sep	8.nov
			22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct
<i>Eusphalerum rhododendri</i>	1	,8			1			
<i>Lesteva longelytrata</i>	5	3,8			1			2 2
<i>Staphylinus fossor</i>	1	,8				1		
<i>Philonthus atratus</i>	14	10,8		3 11				
<i>Philonthus decorus</i>	1	,8			1			
<i>Philonthus cognatus</i>	3	2,3		2		1		
<i>Philonthus laminatus</i>	21	16,2		12 4		3 1	1	
<i>Philonthus laevicollis</i>	3	2,3		1 1			1	
<i>Philonthus carbonarius</i>	21	16,2		3 14	3			1
<i>Quedius nitipennis</i>	4	3,1		1			1	1 1
<i>Stenus clavicornis</i>	1	,8						1
<i>Tachinus corticinus</i>	4	3,1		1				3
<i>Tachinus marginellus</i>	1	,8						1
<i>Tachinus signatus</i>	44	33,8		18 6	9 4	7		
<i>Xantholinus linearis</i>	6	4,6			1		1 1	2 1
Total:	130		- - -	41 38	15	7 9	2 3	6 9

Dombresson, prairie paturée 1987

	nb.ind	%	3.avr		14.mai		25.jun		6.aou		17.sep		29.oct		
			12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct	19.nov						
<i>Euaesthetus bipunctatus</i>	2	1,5			1	1									
<i>Sunius bicolor</i>	1	,7													
<i>Sunius melanocephalus</i>	3	2,2		1	2										
<i>Lathrobium longulum</i>	1	,7								1					
<i>Lathrobium pallidum</i>	1	,7						1							
<i>Lathrobium sp.</i>	1	,7			1										
<i>Lesteva longelytrata</i>	1	,7		1											
<i>Micropeplus porcatus</i>	1	,7								1					
<i>Anotylus rugosus</i>	4	3,0			1		1	1	1	1					
<i>Anotylus tetracarinus</i>	1	,7		1											
<i>Philonthus cognatus</i>	47	35,1			5	10	10	14		6	2				
<i>Philonthus laminatus</i>	2	1,5								2					
<i>Philonthus carbonarius</i>	35	26,1			8	4	9	9	1	4					
<i>Stenus clavicornis</i>	1	,7												1	
<i>Stenus similis</i>	1	,7					1								
<i>Tachinus signatus</i>	4	3,0			1	2	1								
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	2	1,5			1			1							
<i>Tachyporus hypnorum</i>	3	2,2					1	2							
<i>Tachyporus nitidulus</i>	1	,7							1						
<i>Tachyporus pusillus</i>	6	4,5			1	1	4								
<i>Tachyporus sp.</i>	1	,7		1											
<i>Carpelinus corticinus</i>	1	,7											1		
<i>Xantholinus jarrigei</i>	7	5,2							7						
<i>Xantholinus linearis</i>	5	3,7			1		1							3	
<i>Xantholinus longiventris</i>	2	1,5		1										1	
Total:	134		0	2	3	20	19	28	29	2	22	3	0	2	4

Dombresson, prairie paturée 1988

	nb.ind	%	12.avr		24.mai		5.jul		16.aou		27.sep		8.nov	
			22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct						
<i>Arpedium quadrum</i>	8	3,2											4	4
<i>Sunius melanocephalus</i>	1	,4											1	
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	2	,8		1	1									
<i>Mycetoporus splendidus</i>	8	3,2		1				6					1	
<i>Anotylus rugosus</i>	9	3,6			1	5		1		1	1			
<i>Paederus fuscipes</i>	1	,4								1				
<i>Philonthus atratus</i>	1	,4				1								
<i>Philonthus cognatus</i>	71	28,1		10	12	19	10	9	5	6				
<i>Philonthus laminatus</i>	6	2,4				1		4	1					
<i>Philonthus varians</i>	1	,4		1										
<i>Philonthus carbonarius</i>	72	28,5		5	26	16	10	8	5	1			1	
<i>Stenus brunnipes</i>	2	,8						1			1			
<i>Stenus canaliculatus</i>	1	,4						1						
<i>Stenus clavicornis</i>	7	2,8		4	2			1						
<i>Tachinus signatus</i>	44	17,4			28	5	10	1						
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	10	4,0		3	1		2	1	3					
<i>Tachyporus hypnorum</i>	1	,4		1										
<i>Xantholinus linearis</i>	5	2,0				1							1	3
<i>Xantholinus longiventris</i>	3	1,2											1	2
Total:	253		--	1	25	71	48	32	24	23	8	2	10	9

Changins, prairie pâturée 1987

	nb.ind	3.avr		14.mai		25.jun		6.aou		17.sep		29.oct		
		12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct	19.nov						
<i>Sepedophilus testaceum</i>	2	2,7	1	1										
<i>Sunius bicolor</i>	2	2,7	1	1										
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	2	2,7		2										
<i>Kycetoporus splendidus</i>	1	1,3								1				
<i>Ocypus nero</i>	5	6,7	5											
<i>Anotylus insecatus</i>	9	12,0	4	1	3	1								
<i>Anotylus rugosus</i>	1	1,3					1							
<i>Paederus fuscipes</i>	1	1,3		1										
<i>Paederus littoralis</i>	1	1,3				1								
<i>Philonthus cognatus</i>	16	21,3		6	4	4	2							
<i>Philonthus carbonarius</i>	15	20,0		6	6	3								
<i>Rugilus orbiculatus</i>	1	1,3								1				
<i>Rugilus similis</i>	12	16,0		1	2	1				1	1	5	1	
<i>Rugilus subtilis</i>	1	1,3		1										
<i>Tachyporus hypnorum</i>	4	5,3	1	1		1						1		
<i>Tachyporus pusillus</i>	1	1,3		1										
<i>Xantholinus longiventris</i>	1	1,3	1											
Total:	75	1	6	6	14	20	4	10	3	0	2	2	6	1

Changins, prairie pâturée 1988

	nb.ind	12.avr		24.mai		5.jul		16.aou		27.sep		8.nov	
		22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct						
<i>Euaesthetus bipunctatus</i>	2	,8	1	1									
<i>Gabrius nigritulus</i>	1	,4	1										
<i>Lathrobium longulum</i>	2	,8	1		1								
<i>Lesteva longelytrata</i>	1	,4	1										
<i>Kycetoporus splendidus</i>	14	5,9					1	3	10				
<i>Ocypus nero</i>	1	,4	1										
<i>Omalius rivulare</i>	1	,4	1										
<i>Anotylus insecatus</i>	4	1,7		1	1	2							
<i>Anotylus rugosus</i>	8	3,3	1	2	2	2	1						
<i>Paederus fuscipes</i>	90	37,7		1	82	5	1			1			
<i>Paederus littoralis</i>	6	2,5	1	1	4								
<i>Philonthus bimaculatus</i>	2	,8		1	1								
<i>Philonthus cognatus</i>	60	25,1		7	9	22	8	4	9	1			
<i>Philonthus laminatus</i>	1	,4						1					
<i>Philonthus carbonarius</i>	29	12,1		5	15	4	3		2				
<i>Stenus clavicornis</i>	4	1,7						1		1		2	
<i>Stenus nanus</i>	1	,4								1			
<i>Rugilus similis</i>	5	2,1		2	2				1				
<i>Tachyporus hypnorum</i>	3	1,3		1	1	1							
<i>Tachyporus nitidulus</i>	3	1,3	2						1				
<i>Xantholinus longiventris</i>	1	,4						1					
Total:	239	1	8	17	31	119	21	9	15	16	0	2	0

Changins, blé semis direct 1987

	nb.ind	%	3.avr		14.mai	25.jun			
			12.mar	23.avr	3.jun	16.jul			
<i>Sinius bicolor</i>	1	2,6		1					
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	3	7,9	1		2				
<i>Lathrobium longulum</i>	1	2,6					1		
<i>Lathrobium pallidum</i>	1	2,6					1		
<i>Lesteva longelytrata</i>	1	2,6	1						
<i>Mycetopus longulus</i>	6	15,8		5		1			
<i>Ocypus nero</i>	11	28,9		5	4	1	1		
<i>Anotylus tetracarينات</i>	1	2,6		1					
<i>Paederus fuscipes</i>	1	2,6				1			
<i>Philonthus cognatus</i>	4	10,5			1	2	1		
<i>Stenus ater</i>	1	2,6					1		
<i>Rugilus orbiculatus</i>	1	2,6					1		
<i>Rugilus similis</i>	1	2,6			1				
<i>Tachyporus hypnorum</i>	4	10,5			3	1			
<i>Xantholinus longiventris</i>	1	2,6	1						
Total:	38		3	6	12	6	5	2	4

Changins, blé labouré 1987

	nb.in	%	3.avr		14.mai	25.jun			
			12.mar	23.avr	3.jun	16.jul			
<i>Bolitobius castaneus</i>	1	3,3				1			
<i>Euaestethus bipunctatus</i>	1	3,3		1					
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	10	33,3		4	2	1	3		
<i>Lesteva longelytrata</i>	5	16,7	2	3					
<i>Ocypus nero</i>	4	13,3		3		1			
<i>Philonthus cognatus</i>	2	6,7					2		
<i>Stenus ater</i>	1	3,3					1		
<i>Tachyporus hypnorum</i>	4	13,3		1	1	2			
<i>Tachyporus nitidulus</i>	1	3,3					1		
<i>Tachyporus pusillus</i>	1	3,3		1					
Total:	30		2	3	10	3	5	6	1

Lützelflüh, hlé labouré 1987

nb.ind	§	3.avr 14.mai 25.jun 6.aoù 17.sep 29.oct													
		12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aoù	8.oct	19.nov							
Arpedium quadrum	12	7,32	1									11			
Gabrius pennatus	1	,61	1												
Gabrius sp.	3	1,83			1		1		1						
Lathrobium fulvipenne	2	1,22		1					1						
Lathrobium pallidum	1	,61				1									
Lesteva longelytrata	26	15,85	1	3	8	1					5	8			
Micropeplus porcatus	6	3,66					2	3	1						
Omalium rivulare	3	1,83										3			
Othius laeviusculus	1	,61			1										
Anotylus rugosus	3	1,83		1	1							1			
Anotylus tetracarينات	2	1,22		1		1									
Philonthus atratus	2	1,22				1			1						
Philonthus cognatus	68	41,46			2	36	19	3	4	4					
Philonthus laminatus	1	,61				1									
Philonthus carbonarius	13	7,93			6	4	1	2							
Scopaeus laevigatus	1	,61					1								
Stenus biguttatus	4	2,44					1		3						
Stenus canaliculatus	1	,61								1					
Tachinus signatus	9	5,49			1	4	3	1							
Tachyporus hypnorum	3	1,83			1	1	1								
Carpelimus corticinus	1	,61							1						
Carpelimus gracilis	1	,61				1									
Total:	164		1	0	6	5	52	35	13	11	11	2	0	16	12

Lützelflüh, blé labouré 1988

nb. ind	%	12. avr	24. mai	5. jul	16. août	27. sep	8. nov
		22. mar	3. mai	14. jui	26. jul	6. sep	18. oct
Arpedium quadrum	5	,8					2 3
Gabrieus pennatus	9	1,4		2	2 2	1	2
Gabrieus sp.	5	,8			1 2	1	1
Gabrieus subnigritulus	3	,5					2 1
Gyrophypus fracticornis	1	,2			1		
Lathrobium castaneipenne	1	,2	1				
Lathrobium fulvipenne	5	,8	2	1	2		
Lathrobium ripicola	4	,6			4		
Lathrobium sp. (f.)	1	,2		1			
Othius laeviusculus	1	,2				1	
Anotylus rugosus	28	4,5		1 1	1 11	1 2	9 2
Anotylus tetracarينات	2	,3		1	1		
Philonthus atratus	7	1,1			7		
Philonthus decorus	1	,2		1			
Philonthus cognatus	55	8,9	2	22 23	3 2	1 1	1
Philonthus laminatus	11	1,8		3 5	2 1		
Philonthus carbonarius	68	11,0		15 32	19 1		1
Proteinus macropterus	2	,3		1			1
Stenus biguttatus	21	3,4	1	1 1	1 3	13 1	1
Stenus bimaculatus	3	,5		1 2			
Stenus canaliculatus	17	2,7	6	1	7	1 1	1
Tachinus signatus	323	52,0	9	82 89	130 13		
Tachyporus chrysomelinus	1	,2		1			
Tachyporus hypnorum	4	,6	1	1 2			
Carpelinus corticinus	34	5,5			3	1 11	8 9 2
Carpelinus gracilis	5	,8	2		2	1	
Xantholinus linearis	1	,2					1
Xantholinus longiventris	3	,5				1 1	1
Total:	621		0 2	22 125 155	164 35	48 17	15 27 11

Lützelflüh, épeautre biodynamique 1987

nb.ind	%	3.avr		14.mai		25.jun		6.aou		17.sep		29.oct		
		12.mar	23.avr	3.jun	16.jul	27.aou	8.oct	19.nov						
Gabrius sp. (f)	1							1						
Lathrobium fulvipenne	4		4											
Lathrobium pallidum	2			1		1								
Lesteva longelytrata	2			2										
Micropeplus porcatus	16			1	2	7	4	1	1					
Ocypus olens	1									1				
Anotylus rugosus	1						1							
Anotylus tetracarينات	4		3	1										
Paederus fuscipes	34			5	24	4	1							
Paederus littoralis	1			1										
Philonthus atratus	12					1	1		10					
Philonthus succiola	1						1							
Philonthus cognatus	112			10	36	10	40	12	4					
Philonthus carbonarius	13			5	1	5	2							
Staphylinus dimidiaticornis	1						1							
Stenus biguttatus	17		6				1		9			1		
Stenus canaliculatus	1					1								
Tachyporus hypnorum	10			2	4	2	2							
Tachyporus obtusus	1					1								
Carpelimum corticinum	4								1		1	1	1	
Carpelimum gracilis	2		2											
Total:	240	0	0	15	19	50	46	61	18	25	2	1	2	1

Lützelflüh, épeautre biodynamique 1988

nb.ind	%	12.avr		24.mai		5.jul		16.aou		27.sep		8.nov		
		22.mar	3.mai	14.jui	26.jul	6.sep	18.oct							
Arpedium quadrum	11	2,8										3	8	
Gabrius pennatus	3	,8		1				1					1	
Gyrohypnus fracticornis	2	,5						2						
Lathrobium fulvipenne	11	2,8	1	1	4	2	1	1	1					
Lathrobium pallidum	1	,3								1				
Lesteva longelytrata	74	19,0	3	1									70	
Micropeplus porcatus	14	3,6			2	4	2	5	1					
Omalius caesum	1	,3										1		
Omalius rivulare	1	,3										1		
Anotylus rugosus	3	,8			1			1		1				
Anotylus tetracarينات	5	1,3		4	1									
Paederus fuscipes	15	3,8				10	5							
Philonthus atratus	49	12,6				1	1		45	2				
Philonthus cognatus	26	6,7			1	4	16	5						
Philonthus varians	1	,3			1									
Philonthus carbonarius	7	1,8			2	5								
Platystethus arenarius	38	9,7						38						
Scopaeus sulcicollis	1	,3		1										
Scopaeus laevigatus	1	,3										1		
Stenus biguttatus	35	9,0	2	8	5	1	1	4	5	5	1	2	1	
Stenus canaliculatus	2	,5										2		
Tachyporus chrysomelinus	2	,5			2									
Tachyporus hypnorum	19	4,9			7	11	1							
Carpelimum corticinum	62	15,9			3	1	2	15	5	3	7	25	1	
Carpelimum gracilis	6	1,5						1	4	1				
Total:	390		6	13	8	23	41	32	31	103	7	10	35	81