

Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 110 (1987)

Artikel: Influence de quelques fumures sur la communauté de Carabides (Coleoptera, Carabidae) d'un champ de maïs. I, Parcelles d'étude et résultats globaux

Autor: Borcard, Daniel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-89276>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INFLUENCE DE QUELQUES FUMURES
SUR LA COMMUNAUTÉ DE CARABIDES
(COLEOPTERA, CARABIDAE)
D'UN CHAMP DE MAÏS:
I. PARCELLES D'ÉTUDE
ET RÉSULTATS GLOBAUX¹

par

DANIEL BORCARD

AVEC 3 FIGURES ET 2 TABLEAUX

I. INTRODUCTION

En 1978, la Suisse produisait 2,4 millions de mètres cubes de boues d'épuration (données de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, 1979). Le 70% de ces boues était utilisé comme engrais en agriculture. Leur épandage, seules ou combinées avec du fumier bovin, modifie les caractéristiques physico-chimiques du sol, ce qui se répercute sur sa communauté vivante. Or, cette dernière est importante dans le maintien à long terme de la fertilité des sols (BACHELIER 1978, SOLTNER 1983), par son rôle dans l'amélioration de la texture et de la porosité, la fragmentation des débris organiques, la sélection et la dispersion des microorganismes décomposeurs.

La faune édaphique recèle des indicateurs potentiels dont l'étude approfondie pourrait, à terme, fournir des outils précieux pour évaluer l'impact global d'une intervention donnée. Dans ce domaine, l'intérêt des Coléoptères Carabides a déjà été maintes fois mis en évidence (HEYDEMANN 1955, THIELE 1977), ce qui a motivé leur utilisation dans la présente étude.

II. PARCELLES, PRATIQUES AGRICOLES ET MÉTHODES DE PIÉGEAGE

Les terrains d'expérimentation sont localisés entre les communes de Cressier et du Landeron, canton de Neuchâtel, au lieu-dit «Petit-Marais», à 435 m d'altitude (coordonnées Carte nationale suisse: 570 500/211 600).

¹ Recherche entreprise et financée dans le cadre du projet COST 68ter.

Lors d'une étude préliminaire, on y a défini 6 parcelles proches les unes des autres (distance extrême 250 m), toutes situées en terrain plat, et subissant le même climat. Elles sont réparties sur deux champs aux sols très différents :

- un champ à sol humifère (léger, environ 20% de matière organique, pH 7,6-7,7), supportant les 5 principales parcelles d'expérimentation ;
- un champ à sol argileux (moyen, environ 20% d'argile, 5% de matière organique, pH 7,8-7,9), supportant une parcelle de comparaison.

Le passé de ces terrains est le suivant :

- champ humifère : depuis 1974, engrangissement annuel avec 300 kg/ha de fumier bovin, et 700-800 kg/ha d'engrais minéraux de base (NPK). En 1982-1983, complément annuel de 50 m³/ha de boues d'épuration. Culture : maïs uniquement ;
- champ argileux : depuis plus de 10 ans, engrais minéraux de base seulement. Boues d'épuration une seule fois (juillet 1983). Culture : tantôt du maïs, tantôt de l'orge ou une culture dérobée. 1984 : maïs.

En 1984, nos 6 parcelles ont fait l'objet des traitements suivants :

champ humifère (fig. 1) :

- parcelle T : témoin ; labouré le 23 mars 1984 ; engrais minéraux de base seulement ;
- parcelle FC : fumier bovin seul, épandu et enfoui le 23 mars 1984 ; engrais minéraux de base ;
- parcelle FL : fumier bovin seul, épandu le 1^{er} mars et enfoui le 20 mars 1984 (labour) ; engrais minéraux de base ;
- parcelle B : boues d'épuration seules (STEP du Landeron, boues semi-liquides 10%), épandues le 23 mars et enfouies le 24 avril 1984 ; engrais minéraux de base ;
- parcelle FB : fumier bovin (épandu le 1^{er} mars et enfoui le 20) et boues d'épuration (épandues le 20 mars et enfouies le 24 avril) ; engrais minéraux de base ;

champ argileux :

- parcelle C : comparaison ; labouré le 23 mars 1984. Engrais minéraux de base seulement.

Le tableau I fournit pour chaque parcelle deux caractéristiques pédologiques importantes : la teneur précise en matière organique et la capacité au champ (pourcentage en poids d'eau retenue après écoulement de l'eau de gravité). La teneur en matière organique a été déterminée par la méthode de la perte au feu (ALLEN et al. 1974, BALL 1964), la capacité au champ selon DUCHAUFOUR (1965). Nous remercions M. A. Ducommun, qui a déterminé ces valeurs, de les avoir aimablement mises à notre disposition.

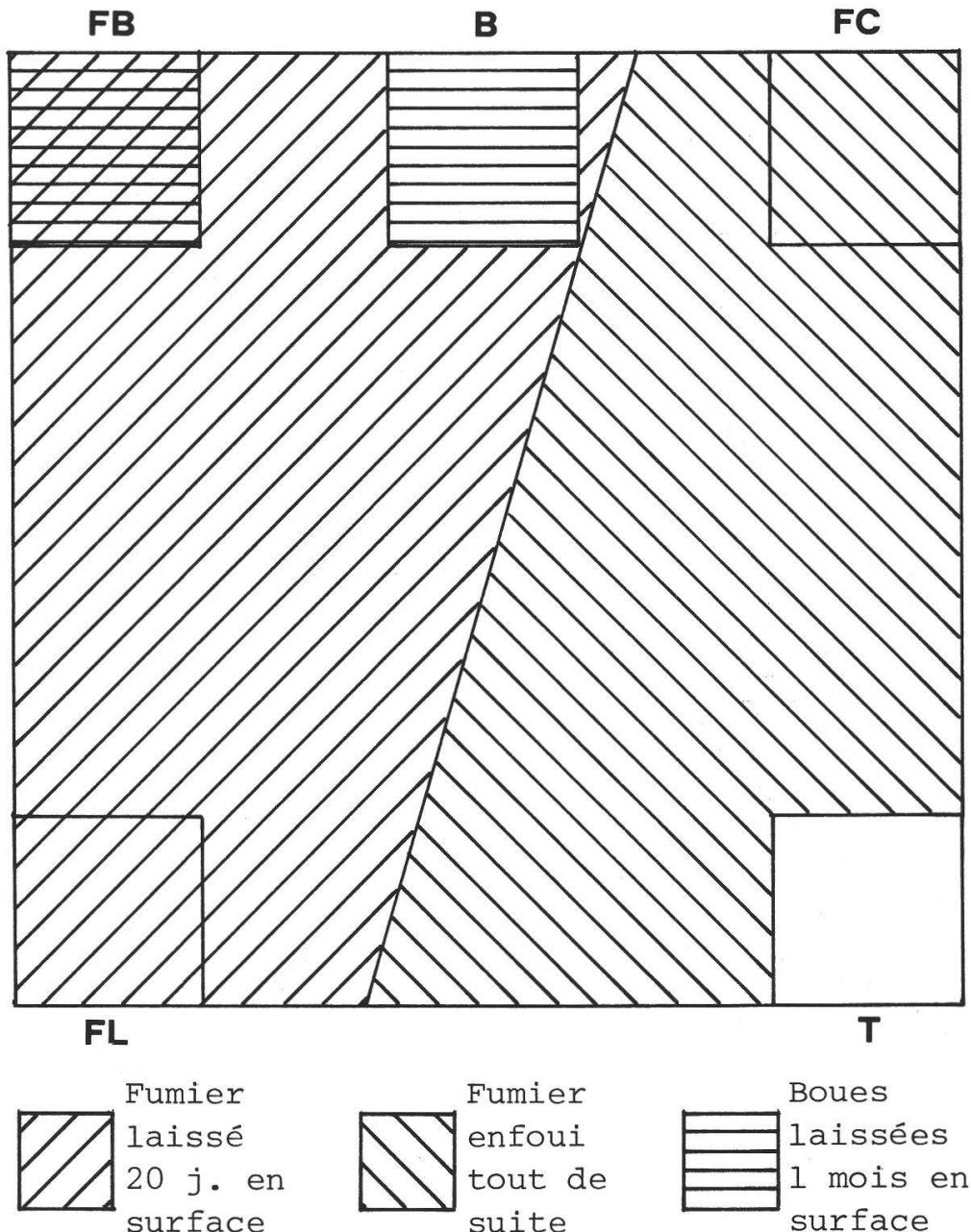


Fig. 1. Schéma de disposition des parcelles du champ humifère (sans échelle).

TABLEAU I

Deux caractéristiques pédologiques des parcelles d'expérimentation

Parcelles	T	FC	FL	B	FB	C
Teneur en matière organique (%)	28,9	20,4	26,2	17,6	23,7	5,4
Capacité au champ (%)	75,1	60,1	77,3	61,9	65,3	28,6

Dans chaque parcelle, 4 rangées de 4 pièges Barber (gobelets de 70 mm de diamètre et 80 mm de profondeur, remplis au tiers d'éthylène glycol à 20%) ont été disposés (maille de 1 m de côté) et relevés toutes les semaines du 27 mars au 18 septembre 1984. Toutefois, des impératifs de temps nous ont contraint à n'exploiter que la moitié de nos récoltes, soit une semaine sur deux.

III. RÉSULTATS GLOBAUX

L'ensemble des captures retenues comprend 12 626 individus répartis en 50 espèces. Comme le montre le tableau II, ces effectifs sont inégalement distribués entre les parcelles, que ce soit en nombre d'espèces ou en abondance. Les analyses qui suivent concernent le bilan annuel de l'expérience. D'autres publications sont en préparation, qui traiteront du comportement phénologique du peuplement de Carabides dans son ensemble, et de quelques espèces parmi les plus intéressantes.

TABLEAU II
Captures globales de Carabides

Espèces	Parcelles	T	FC	FL	B	FB	C	Espèce print.-autome
<i>Agonum mülleri</i> (Herbst)	71	24	35	64	26	47	(1)	P
(<i>Agonum sexpunctatum</i> (L.))				(1)			(1)	
<i>Amara aenea</i> (De Geer)	7	(3)	8	(2)	8	6		P
(<i>Amara equestris</i> (Duft.))	(1)		(1)					
<i>Amara familiaris</i> (Duft.)	(4)	(2)	5		5	8		P
(<i>Amara montivaga</i> Sturm)	(1)			(1)				
(<i>Amara nitida</i> Sturm)	(1)					(1)		
<i>Amara ovata</i> (Fabr.)	16		(3)				(2)	P
(<i>Amara rufipes</i> Dejean)	(1)		(3)					
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabr.)	22		(4)	(2)	13	(2)		P
<i>Bembidion andreae</i> (Fabr.)	21	6	28	14	16	25		P
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst)	106	79	325	84	155	20		P
(<i>Bembidion lunulatum</i> (Fourcroy)) ..	(4)	(2)		(3)	(2)			
(<i>Bembidion obtusum</i> Serville)	(1)	(1)			(1)			
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (L.) ...	52	281	63	158	82	197		P+A
<i>Brachinus crepitans</i> (L.)		6	7	(3)	8	11		P
(<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze))	(2)	(3)	(3)		(1)			
(<i>Carabus convexus</i> Fabr.)							(1)	
(<i>Carabus coriaceus</i> L.)					(1)	(1)		
(<i>Chlaenius nigricornis</i> (Fabr.))	(1)							
<i>Clivina fossor</i> (L.)	16	25	45	14	61	10		P
(<i>Diachromus germanus</i> (L.))	(1)							
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst)	31	6	12	22	7			P
<i>Harpalus aeneus</i> (Fabr.)	(2)	(3)	10	6	7	22		P
(<i>Harpalus anxius</i> (Duft.))				(2)				
(<i>Harpalus azureus</i> (Fabr.))						(1)		

TABLEAU II (suite)

Espèces	Parcelles	T	FC	FL	B	FB	C	Espèce print.- automne
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duft.)	(3)			(1)			6	A
(<i>Harpalus honestus</i> (Duft.))							(1)	
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer)	148	368	92	414	231	257		A
<i>Harpalus tardus</i> (Panz.)	7		(4)	(4)	(2)			P
(<i>Harpalus tenebrosus</i> ssp. <i>centralis</i> (Schbg.))			(1)					
<i>Harpalus calceatus</i> (Duft.)	6	5	5	(4)	7			A
(<i>Lionychus quadrillum</i> (Duft.))			(1)					
(<i>Loricera pilicornis</i> (Fabr.))		(3)		(1)	(1)	(2)	(1)	
<i>Microlestes</i> sp.	16	36	5	47	6	(1)		A
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabr.)	11	11	21	(3)	27	9		A
(<i>Notiophilus palustris</i> (Duft.))	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)			
<i>Platynus dorsalis</i> (Pontop.)		(2)	(1)	(2)	9	(2)		P
<i>Poecilus cupreus</i> (L.) / <i>versicolor</i> (Sturm)	928	900	1055	1179	1418	488		P
<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illig.)	81	13	63	84	24			P
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illig.)	178	345	269	464	366	338		A
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller)	(1)	9	(3)	25	12	17		A
(<i>Pterostichus strenuus</i> (Panz.))			(1)					
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panz.)	10	(2)	5	5	(4)	(1)		P
(<i>Stenolophus teutonus</i> (Schrink)) ...	(2)		(1)					
(<i>Synuchus nivalis</i> (Panz.))	(1)					(1)		
<i>Tachys</i> sp.	(2)	(3)	8	(3)	(1)			?
(<i>Trechoblemus micros</i> (Herbst)) ...					(1)			
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrink) ...	5	13	9	5	11	5		A
I	1764	2151	2100	2615	2516	1480		
II	37 19	28 16	35 20	28 15	32 21	27 16		
III	1.78	1.70	1.71	1.70	1.58	1.86		
IV	75.6	49.8	74.2	56.9	70.4	43.5		

Parenthèses: espèces accidentnelles (voir texte).

Chiffres romains:

I: Total.

II: Nombre d'espèces total, et sans les accidentnelles (italique). *Poecilus* ssp. = 1 espèce.

III: Indice de diversité (SHANNON) I_S .

IV: Pourcentage de représentants d'espèces printanières.

IV. RICHESSE SPÉCIFIQUE

IV.1. Approche

L'usage d'un nombre élevé de pièges (16 par parcelle) permet une appréciation fine de l'activité des espèces capturées, mais augmente le risque de prendre des espèces accidentnelles (OBRTEL 1971). Selon la situation des parcelles, les récoltes peuvent donc être faussées par des effets de lisière.

Parmi les 5 parcelles du champ humifère, T et FL (placées en bordure) se montrent plus riches en espèces que FB, B et FC, mais ces différences tiennent essentiellement aux espèces dont l'effectif n'excède pas 4 individus par an dans la parcelle considérée (ces espèces sont placées entre parenthèses dans le tabl. II). Dans le but de contrôler l'influence de ces accidentelles sur l'interprétation statistique de nos résultats, nous avons donc procédé à deux analyses, l'une sur l'ensemble des récoltes, l'autre après suppression de ces espèces très peu représentées. Deux dendrogrammes en ont été tirés (fig. 2a et 2b). Ces analyses sont basées sur l'indice de similarité de MOUNTFORD (1962), qui compare les milieux deux à deux en fonction de la présence-absence des espèces :

$$I = \frac{2J}{2AB - (A+B) \cdot J}$$

où J = nombre d'espèces communes aux deux milieux;
 A et B = nombre d'espèces de chaque milieu.

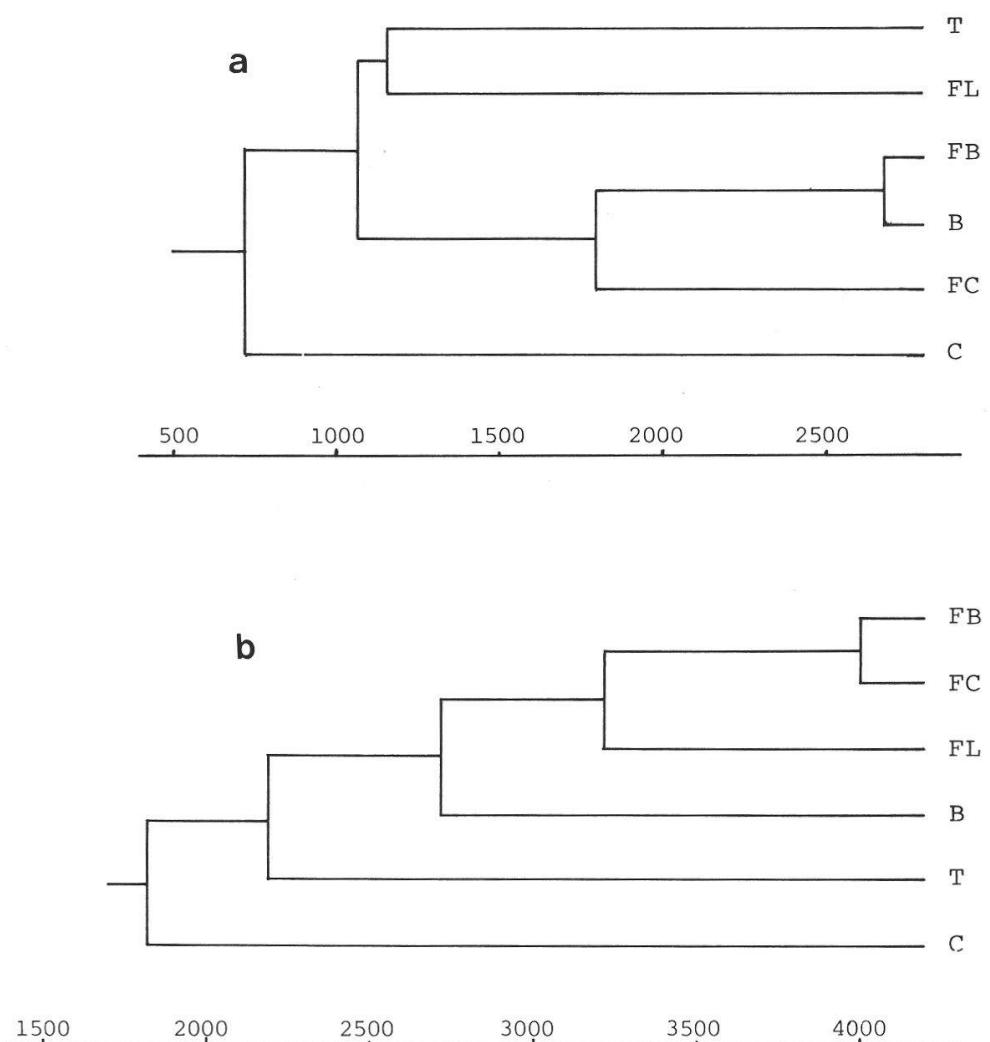


Fig. 2. Dendrogrammes tirés des indices de Mountford. a: toutes les espèces sont prises en compte; b: espèces accidentnelles supprimées. Echelles: valeurs de l'indice de MOUNTFORD (multipliées par 10^4).

IV.2 Discussion

- Les deux dendrogrammes ne présentent qu'un seul point commun : l'isolement de la parcelle C. La communauté de Carabides du champ argileux se distingue donc sans équivoque de celle du champ humifère sur le plan de sa composition spécifique.
- Parmi les parcelles du champ humifère, les différences entre les analyses sont assez éloquentes : l'analyse totale sépare profondément les parcelles de bordure (T et FL) des autres, alors que l'analyse filtrée montre trois groupes : le témoin T, la parcelle n'ayant reçu que des boues (B), et les trois parcelles ayant reçu du fumier.

Il est donc raisonnable de penser que, si le spectre faunistique de nos parcelles dépend principalement du type de sol, il peut aussi être modulé par les fumures organiques, et ce différemment s'il s'agit de boues d'épuration ou de fumier. On peut constater sur le tableau II que ces différences qualitatives touchent avant tout les espèces *accessoires* (ici, environ 5 à 30 individus par an et par parcelle). La situation de la parcelle par rapport aux milieux voisins, quant à elle, déterminerait plutôt le nombre d'espèces *accidentelles* (= quelques individus par an, le seuil exact dépendant de l'effort de piégeage. Dans notre cas, environ 0,2% des captures de la parcelle, soit 4 individus).

Les caractéristiques foncières naturelles connues de nos parcelles n'ont pu être corrélées significativement avec le spectre faunistique (sauf le type de sol). Soit leur variation d'une parcelle à l'autre est trop faible pour agir à ce niveau, soit leur action a été masquée par celle des fumures.

V. ABONDANCE DES RÉCOLTES – ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Remarque : les tableaux utilisés pour les analyses quantitatives sont ceux qui résultent de l'élimination des espèces à très faible effectif exposé plus haut. Cette mesure permet de clarifier la présentation des résultats sans modifier significativement l'image quantitative des peuplements, puisque 1,2% des récoltes seulement sont touchés.

Le piège Barber étant un piège d'activité, il ne permet pas d'estimer la densité absolue des animaux capturés. On parle donc d'*abondance d'activité* (TRETZEL 1955) ou de *densité d'activité* (HEYDEMANN 1953), termes englobant les paramètres principaux du rôle d'une espèce dans son écosystème (THIELE 1977).

En première analyse, le tableau II permet les constatations suivantes :

- l'abondance d'activité des Carabides est nettement moins élevée dans le champ argileux que dans le champ humifère;
- dans le champ humifère, tous les apports d'engrais organiques ont abouti à un enrichissement quantitatif de la communauté par rapport à la parcelle témoin T (cette augmentation d'activité est la plus marquée lors de l'épandage de boues seules, et en combinant boues et fumier);

- l'apport d'engrais organiques fait baisser légèrement la diversité (calculée d'après SHANNON et WEAVER 1963: $I_s = -\sum(p_i \ln p_i)$, où p_i = effectif de l'espèce i divisé par le nombre total d'individus du milieu).

L'interprétation de ces données a été approfondie au moyen de l'analyse factorielle des correspondances (CORDIER 1965, BENZECRI 1973), mode de traitement multivarié touchant à la fois les parcelles (variables) et les espèces de Carabides (observations), et qui est basé sur la distance du chi-carré comme mesure de ressemblance entre les éléments d'analyse. Seules les parcelles du champ humifère ont été prises en compte.

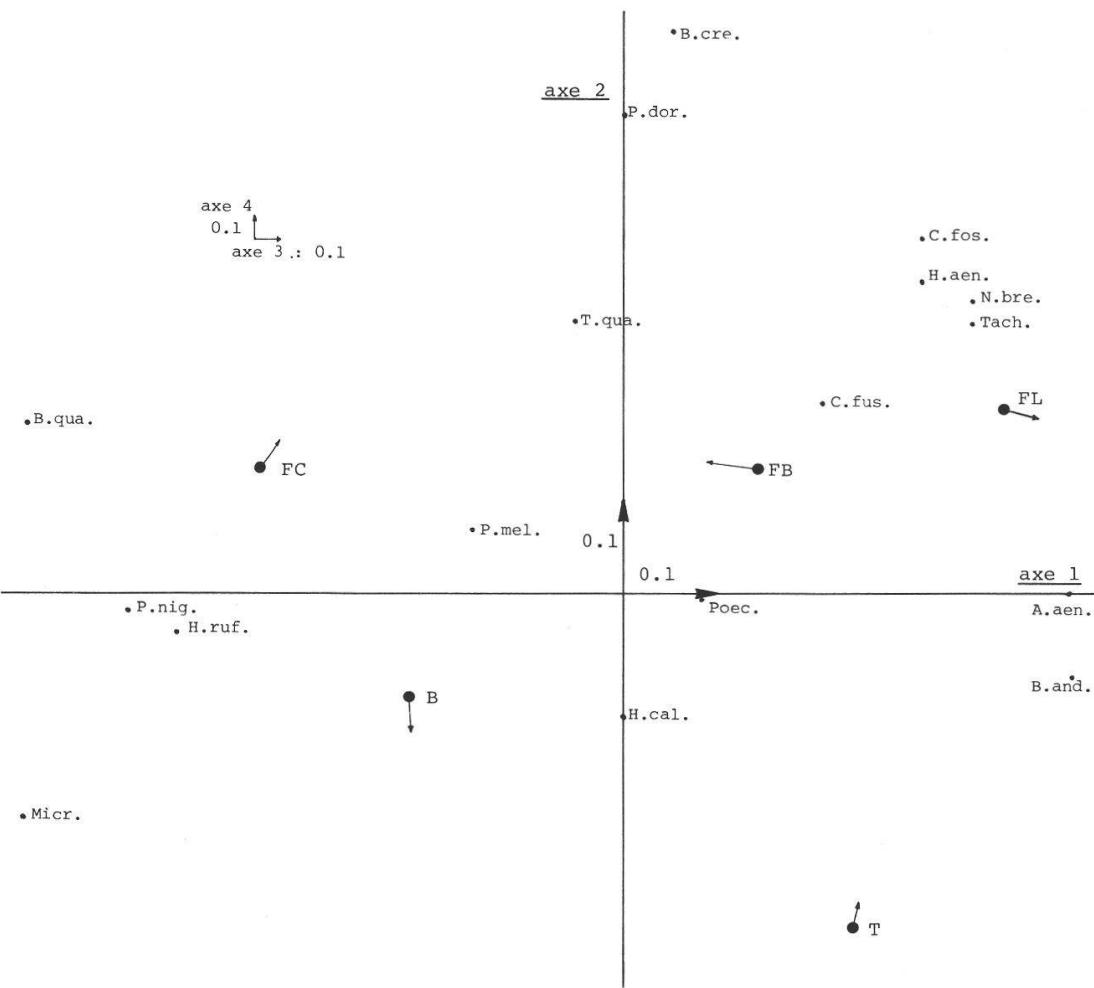


Fig. 3. Analyse factorielle des correspondances. Projection du nuage de points sur les axes 1 et 2 de l'analyse. Les vecteurs partant des points-stations représentent les axes 3 et 4 (échelle en haut à gauche du dessin).

La figure 3 illustre le résultat de cette analyse. Seules les positions des parcelles sont discutées ici, chaque axe étant considéré séparément:

- axe 1: 58,2% de variabilité absorbée par cet axe (ce pourcentage peut être considéré comme une mesure de la quantité d'information portée par cet axe par rapport à la totalité de l'analyse). Dans l'ordre

croissant des valeurs, les parcelles sont ordonnées en bonne corrélation avec la capacité au champ de leurs sols (voir tabl. I). Bien que les fumures aient modifié les conditions de vie de la biocénose, certaines caractéristiques naturelles des parcelles semblent donc toujours déterminantes pour les Carabides sur le plan quantitatif, en particulier le régime hydrique du sol. Ce point sera repris plus bas;

- axe 2 (23,7%): il classe les parcelles en trois groupes: 1^o le témoin T; 2^o B (boues seules); 3^o les trois parcelles ayant reçu du fumier, ces dernières bien groupées et nettement séparées des autres. Cet axe met en évidence l'action quantitative des fumures, d'une manière qui rappelle fort l'analyse qualitative (fig. 2b);
- axe 3 (10,9%): isolation de la parcelle FB qui, seule, a reçu des boues et du fumier. Cette combinaison se distingue par son action favorable sur les espèces dominantes du peuplement (*Poecilus* spp., *Pterostichus melanarius* (Illig.)), sans modification profonde de l'équilibre entre les autres espèces;
- axe 4 (7,2%): il ne peut être interprété en fonction des paramètres connus.

L'analyse factorielle des correspondances met donc en évidence le rôle combiné des caractéristiques naturelles des parcelles et des pratiques culturelles sur la structure du peuplement de Carabides. Chacun de ces aspects est repris ci-dessous.

VI. RÉGIME HYDRIQUE DU SOL ET CARABIDES

Rappelons qu'on peut répartir les Carabides en deux types principaux:

- les espèces printanières, qui passent l'hiver à l'état adulte et sont actives au printemps. Les larves se développent durant la belle saison;
- les espèces automnales, qui passent l'hiver et le printemps à l'état larvaire. Les adultes apparaissent en été et sont actifs jusqu'en automne.

D'une façon générale, les espèces automnales sont plus exigeantes quant au choix de leurs gîtes hivernaux, et supportent moins bien les écarts climatiques extrêmes que les espèces printanières. D'autre part, bien que leur localisation exacte et leurs rythmes d'activité soient encore mal connus, faute de méthodes de piégeage ou d'observation adéquates, on peut supposer qu'une partie significative des populations larvaires se développe *in situ*. On doit donc s'attendre à ce qu'un sol à forte teneur en matière organique, humide et peu filtrant, vite noyé en cas de fortes pluies, soit moins propice aux espèces automnales qu'un sol plus filtrant, particulièrement si les précipitations les plus abondantes ont lieu entre octobre et mai (ce qui est le cas ici). Afin de tester cette hypothèse, nous avons calculé la corrélation entre la teneur en matières organiques des sols et le pourcentage de représentants d'espèces printanières (voir tabl. II pour l'appartenance des espèces à l'un ou l'autre groupe). Cette corrélation est fortement positive ($r = 0,89$ sur l'ensemble des parcelles). De même, la

corrélation entre capacité au champ et pourcentage de représentants d'espèces printanières est de 0,87.

Bien que les pratiques agricoles aient certainement influencé ces valeurs, il est donc permis de penser que le régime hydrique du sol joue un rôle important dans le déterminisme de la structure d'un peuplement de Carabides, un sol horizontal moins filtrant, plus facilement inondé, favorisant les espèces printanières au détriment des automnales.

VII. INFLUENCE DES FUMURES SUR LE PEUPLEMENT DE CARABIDES: PREMIÈRES CONCLUSIONS

Bien que l'application printanière de fumier bovin et de boues d'épuration augmente toujours l'abondance d'activité globale des Carabides, ce phénomène s'accompagne de remaniements structuraux dont la nature et l'importance varient avec le mode de traitement :

- les boues seules gonflent fortement l'effectif global, mais au détriment de l'équilibre entre les espèces et en appauvrissant un peu le peuplement ;
- le fumier seul augmente plus modérément l'activité globale et abaisse la diversité dans la même proportion que les boues. Un effet négatif sur le nombre d'espèces ne se marque que si le fumier est enterré tout de suite ;
- le fumier suivi de boues d'épuration augmente fortement l'activité du peuplement, l'effet positif étant aussi marqué sur les espèces printanières que sur les automnales. Le nombre d'espèces ne diminue pas (la baisse de l'indice de SHANNON I_s est due à une dominance plus forte des espèces principales du peuplement). Grâce au maintien de l'équilibre quantitatif printemps-automne et de la richesse spécifique, nous pensons que le potentiel écologique du peuplement est peu affecté par ce mode de fumure, ce qui donne à ce dernier son intérêt.

L'étude de ces impacts peut être utilement approfondie en analysant l'évolution du peuplement au cours de l'année, et aussi en examinant individuellement les réactions de quelques espèces importantes. Comme nous l'avons mentionné plus haut, ces autres aspects du problème seront repris dans le cadre d'autres publications.

Résumé

L'activité du peuplement de coléoptères Carabidae d'un champ de maïs est augmentée par l'épandage printanier d'engrais organiques, boues d'épuration ou fumier bovin. Cependant, la structure de la communauté est déséquilibrée par l'application de ces fumures. Seul un mélange boues-fumier assure un maintien de l'équilibre entre espèces printanières et automnales, sans perte de richesse spécifique. Parmi les caractéristiques foncières naturelles du champ, outre le type de sol, le régime hydrique joue un rôle certain dans le déterminisme de la structure du peuplement.

Zusammenfassung

Die Aktivität der Carabidengesellschaft eines Maisfelds nimmt durch Düngung mit Klärschlamm oder Kuhmist zu, aber das Gleichgewicht der Gesellschaft wird gestört. Als einzige Methode, um das Gleichgewicht zwischen Frühlings- und Herbstarten und auch die Artenzahl zu erhalten, gilt eine Kombination von Kuhmist und Klärschlamm. Unter den natürlichen Eigenschaften des Felds, abgesehen vom Bodentypus, spielt die Wasserwirtschaft des Bodens eine eindeutige Rolle in der Bildung der Gesellschaftsstruktur.

Summary

The activity of a Carabid beetle community in a corn field is enhanced by spreading sewage sludge or cow dung in the spring, but the balance of the population is altered. Mixing cow dung and sewage sludge is the only way to keep the balance between spring and autumn breeders, without a loss of specific richness. Among the natural characteristics of the field, apart from the type of soil, water economy has an important role in determining the population structure.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, S. E., GRIMSHAW, H. M., PARKINSON, J. A. et QUARMY, C. — (1974). Chemical analysis of ecological materials. *Oxford* (Blackwell).
- BACHELIER, G. — (1978). La faune des sols, son écologie et son action. 391 pp., *Paris*.
- BALL, D. F. — (1964). Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *Jour. Soil Sci.* 15: 84-92.
- BENZECRI, J. P. — (1973). L'analyse des données. 2 vol., 615 pp. et 619 pp., *Paris*.
- CORDIER, B. — (1965). Sur l'analyse factorielle des correspondances. Thèse, *Rennes*.
- DUCHAUFOUR, P. — (1965). Précis de pédologie. 481 pp., *Paris*.
- HEYDEMANN, B. — (1953). Agrarökologische Problematik. Thèse, *Kiel*. — (1955). Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. *Ber. 7. Wanderversamm. Deut. Entomol.*: 172-185.
- MOUNTFORD, M. D. — (1962). An index of similarity and its application to classificatory problems. In: *Progress in soil zoology*. 398 pp., *Londres*.
- OBRTIEL, 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.
- SHANNON, C. E. et WEAVER, W. — (1963). The mathematical theory of communication. *Univ. Ill. Press*, 117 pp.
- SOLTNER, D. — (1983). Les bases de la production végétale. Tome I: le sol. 456 pp., *Angers*.
- THIELE, H. U. — (1977). Carabid beetles in their environments. 369 pp., *Berlin*.
- TRETZEL, E. — (1955). Technik und Bedeutung des Fallenfanges für ökologische Untersuchungen. *Zool. Anz.* 155: 276-287.