

Études des communautés de Carabidae (Coleoptera) dans quelques associations forestières de la région neuchâteloise : aspects statistiques

Autor(en): **Borcard, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **55 (1982)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-402032>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Etude des communautés de Carabidae (Coleoptera) dans quelques associations forestières de la région neuchâteloise:
Aspects statistiques

DANIEL BORCARD

Institut de Zoologie, Chantemerle 22, 2000 Neuchâtel

The Carabid communities of some forest associations in the region of Neuchâtel (Switzerland): statistical aspects - The amount of Carabid catches by means of pitfall traps allows a good statistical evaluation of the dependence of Carabid communities upon their environment. The use of two different statistical methods (the Mountford index and the correspondance analysis) shows that the structures of the communities are closely related to the climatic and ecological characteristics of the forests: both statistical methods provide the same classification as can be established by vegetation analysis.

Les peuplements de Carabides forestiers de la région neuchâteloise ont déjà fait l'objet d'une publication (BORCARD, 1981), qui donnait un aperçu de leur diversité faunistique et écologique. L'abondance et la qualité des récoltes de 1979 ont permis d'aller plus à fond dans l'exploitation statistique des données. Ce sont ces traitements statistiques et les interprétations qu'ils ont suscitées que nous nous proposons d'exposer ici. Quelques aspects de la phénologie seront traités dans une prochaine publication.

MILIEUX ET MÉTHODE

Les milieux

Les 9 associations forestières qui ont été prospectées sur un transect Grand-Marais-Chasseral (fig. 1) sont les suivantes:

- *En plaine*: (a) 2 forêts humides: *Staatswald* (altitude 433 m): type *Carici elongatae-Alnetum*, sur sol tourbeux acide. Litière meuble, aérée, rapidement fragmentée. *Gampelen* (430 m): *Alno-Fraxinetum* avec peupliers plantés. Sol jeune sur sable lacustre. Litière compacte, continue, assez peu épaisse. (b) 2 hêtraies acidophiles: *Gals I* (450 m) et *Gals II* (490 m): *Asperulo-Fagetum* sur sol argileux lessivé acide. Litière de hêtre, assez aérée, à décomposition lente.

- *Sur le versant S du Jura (calcaire)*: (a) 3 forêts thermophiles: *Châtoillon* (560 m) et *La Coudre* (610 m): *Coronillo-Quercetum*, sur sol très filtrant, noir, peu épais. Litière hétérogène, aérée, assez épaisse entre les blocs. *Voëns* (730 m): *Carici-Fagetum* sur rendzine forestières humique, carbonatée. Litière de hêtre dominante, à décomposition lente. (b) 2 forêts de montagne: *Chasseral 1* (1140 m): *Abieti-Fagetum*, sur rendzine forestière brute. Litière peu épaisse, formée d'aiguilles de sapin et de feuilles de hêtre. *Chasseral 2* (1320 m): tendance *Aceri-Fagetum*, sur rendzine forestière brute. Litière hétérogène, compacte, assez épaisse.

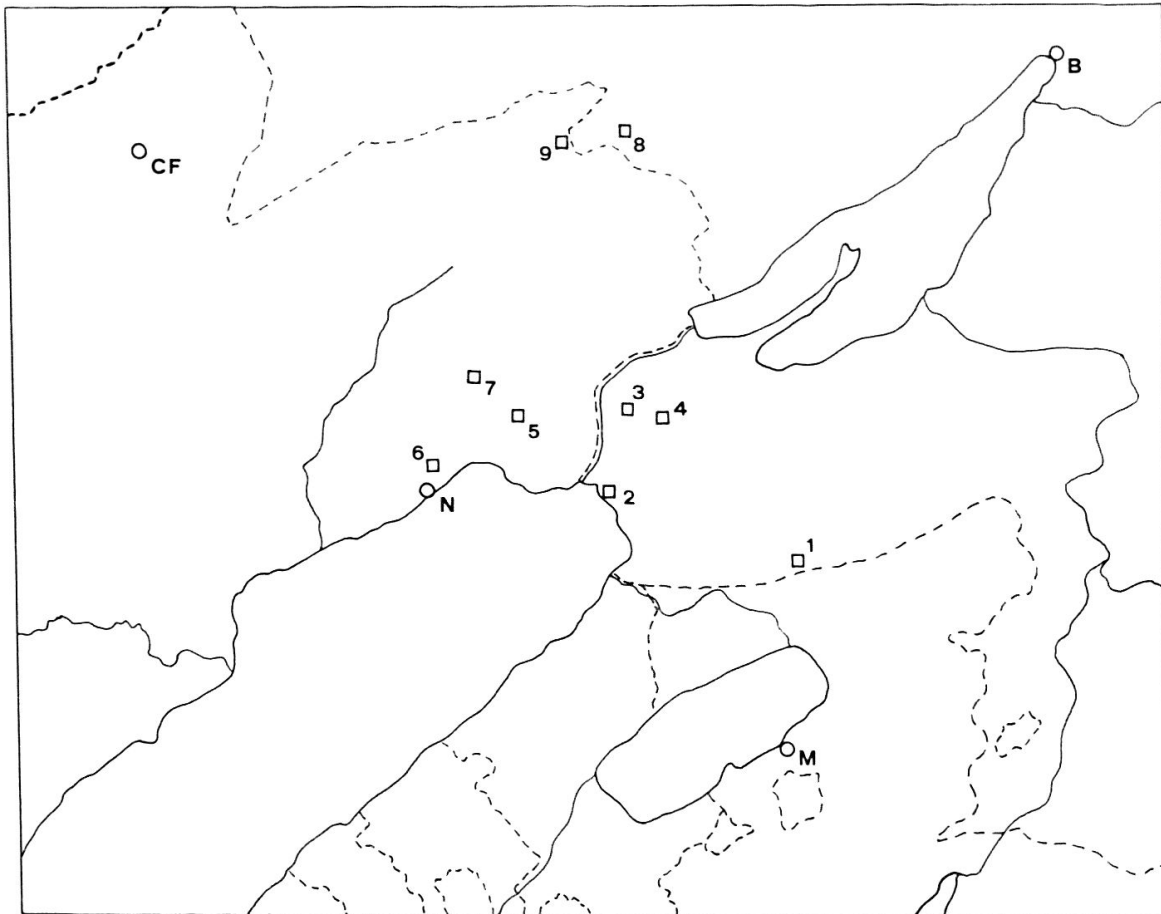


Fig. 1: Carte des stations. 1 = Staatswald (région du Grand-Maraais); 2 = Gampelen; 3 = Gals I; 4 = Gals II; 5 = Châtoillon; 6 = La Coudre; 7 = Voëns; 8 = Chasseral 1; 9 = Chasseral 2. N = Neuchâtel; CF = La Chaux-de-Fonds; M = Morat; B = Bienne.

La méthode de piégeage

16 pièges Barber ont été posés dans chaque milieu. Des nombreuses études publiées sur cette méthode depuis son apparition vers 1950 (HEYDEMANN, 1953; TRETZEL, 1955; OBRTEL, 1971), il ressort qu'il n'est pas possible d'en tirer des données quantitatives absolues. En effet, le Barber se définit comme piège d'activité et, en tant que tel, capture les représentants de la faune épigée en fonction de leurs caractéristiques écologiques et éthologiques (taille, mobilité, activité journalière et annuelle, etc.).

On peut admettre néanmoins qu'un piégeage régulier dans un milieu par cette méthode donne une bonne idée du peuplement (BORCARD, 1981).

L'exploitation statistique des résultats nécessite des données normalisées: dans tous les milieux, même nombre de pièges, de même taille, disposés de la même façon et relevés les mêmes jours. De plus, les calculs se feront sur un nombre de relevés identique pour tous les milieux. Le piège Barber devient alors un excellent outil comparatif, dont l'application fera l'objet des paragraphes suivants.

RÉSULTATS

Les chiffres globaux des récoltes de 1979 sont présentés dans les tableaux la et 1b. Les espèces y sont groupées en fonction de leur appartenance plus ou moins nette à une catégorie de milieux (BORCARD, 1981).

Tableau 1a: Récoltes de 1979. Espèces utilisées pour l'analyse factorielle des correspondances.

	Staatswald	Campelen	Gals I	Gals II	Châtoillon	La Coudre	Voëns	Chasseral 1	Chasseral 2
<i>Carabus glabratus</i> Paykull	79	32							
" <i>convexus</i> Fabr.	4	54							
" <i>granulatus</i> L.		95							
<i>Amara communis</i> (Panz.)		5							
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panz.)		35	2						
" <i>niger</i> (Schaller)	78	300	41	5					
" <i>oblongopunctatus</i> (Fabr.)	1	117	43	152			4		
<i>Carabus coriaceus</i> L.	97	8	43	24	2		1		
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull)		1	139	87					
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabr.)		2	156	24					
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illig.)	1		535	541	1				1
<i>Carabus intricatus</i> L.					2	1	7		
<i>Licinus hoffmannseggi</i> (Panz.)					2	8	2		
<i>Carabus violaceus</i> L.						47	12		
" <i>monilis</i> Fabr.			2		17	3		1	
<i>Calathus micropterus</i> (Duft.)								29	295
<i>Carabus auronitens</i> Fabr.								32	69
<i>Pterostichus pumilio</i> (Dejean)								8	22
" <i>metallicus</i> (Fabr.)					23	47	629	34	196
<i>Cychrus attenuatus</i> Fabr.					4	17	16	68	47
<i>Pterostichus selmanni</i> (Duft.)							30	46	332
<i>Trichotichnus nitens</i> (Heer)						3		1	4
<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	15	97	13	83	1	18	12		
<i>Abax parallelus</i> (Duft.)	12		134	79	19	17	74		
<i>Carabus problematicus</i> Herbst	170				93	35	51		
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabr.)			3	4	2	4	3		
<i>Harpalus atratus</i> Latr.				1		5			
<i>Pterostichus madidus</i> (Fabr.)				931	8	60	930	8	6
<i>Abax ovalis</i> (Duft.)			159	146	12	19	292	6	21
<i>Molops piceus</i> (Panz.)			85	26	11	10	14	2	3
<i>Cychrus caraboides</i> (L.)	109	14						7	4
<i>Abax ater</i> (Villiers)	188	270	407	329	153	168	1261	182	252

Pour la construction du dendrogramme, toutes les espèces capturées ont été prises en considération. Par contre, pour l'analyse factorielle des correspondances, seules les espèces dont l'effectif total se monte au moins à 5 individus dans la période considérée ont été gardées (tabl. 1a). Celles qui ne remplissent pas cette condition sont regroupées dans le tableau 1b.

Tableau 1b: Récoltes de 1979. Espèces non utilisées pour l'analyse factorielle des correspondances.

	Staatswald	Gampelen	Gals I	Gals II	Châtoillon	La Coudre	Voëns	Chasseral 1	Chasseral 2
<i>Stomis pumicatus</i> (Panz.)	2								
<i>Badister lacertosus</i> Sturm	2								
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panz.)	1								
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabr.)	1		1	1					
<i>Poecilus cupreus</i> (L.)	2		1						
<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illig.)			1						
<i>Agonum mülleri</i> (Herbst)			1						
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal)			1						
<i>Synuchus nivalis</i> (Panz.)			2	1					
<i>Calosoma inquisitor</i> (L.)					1				
<i>Badister meridionalis</i> Puel						1	2		
<i>Dromius notatus</i> Stephens							3		
<i>Leistus piceus</i> Frölich								2	2
<i>Leistus ferrugineus</i> (L.)									3
<i>Dromius agilis</i> (Fabr.)								1	2
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank)				1	1				

ANALYSES STATISTIQUES

L'appréciation statistique de la parenté entre divers milieux soulève de grands problèmes, tant sur le plan mathématique que sur celui de la biologie. Ces difficultés ont amené de nombreux auteurs (JACCARD, 1912; SØRENSEN, 1948; MOUNTFORD, 1962; CORDIER, 1965; BENZECRI, 1973) à proposer des indices de similarité dont l'application, suivant les caractéristiques de chacun, peut être plus ou moins heureuse selon le cas envisagé.

Parmi les indices publiés, on peut distinguer deux catégories:

- Ceux qui ne tiennent compte que de la présence/absence des espèces; d'un maniement généralement simple, ils peuvent être appliqués à des relevés faunistiques non quantitatifs. Leur inconvénient majeur est d'accorder la même importance à toutes les espèces, quel que soit le nombre d'individus capturés. Une espèce accidentelle y a autant de poids qu'une espèce dominante, ce qui diminue la valeur biologique de ces indices. Exemples: les indices de JACCARD, SØRENSEN, MOUNTFORD.

- Ceux qui prennent en considération l'abondance de chaque espèce; ils sont en principe plus intéressants sur le plan biocénotique, mais nécessitent souvent des opérations mathématiques complexes et ne se justifient que si le volume de données est suffisant. Ils peuvent en outre présenter le défaut d'exagérer l'importance des espèces dominantes, qui sont souvent des ubiquistes d'un intérêt mineur pour caractériser un milieu. Exemples: indice proposé par MORRIS (1969); analyse factorielle des correspondances.

Pour notre travail, plusieurs essais nous ont amené à appliquer deux méthodes, appartenant chacune à l'une des catégories définies ci-dessus, l'indice de MOUNTFORD (1962) et l'analyse factorielle des correspondances (CORDIER, 1965; BENZECRI, 1973).

Indice de Mountford

Il se calcule pour chaque paire de milieux, par la formule suivante:

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

où J = espèces communes aux deux milieux et A, B = nombre d'espèces de chaque milieu. Plus la valeur de l'indice est élevée, plus les milieux se ressemblent.

L'interprétation qu'on peut faire du tableau d'indices ainsi obtenu (tabl. 2) étant délicate et nécessairement incomplète, MOUNTFORD propose le calcul d'un dendrogramme rendant compte des parentés de tous les biotopes concernés (fig. 2).

Analyse factorielle des correspondances

L'approche mathématique de l'analyse factorielle des correspondances nécessite la maîtrise et l'usage de concepts mathématiques qui sortent du cadre de ce travail. Aussi nous contenterons-nous de définir le principe de cette méthode et d'exposer les résultats que son application a apportés à notre étude.

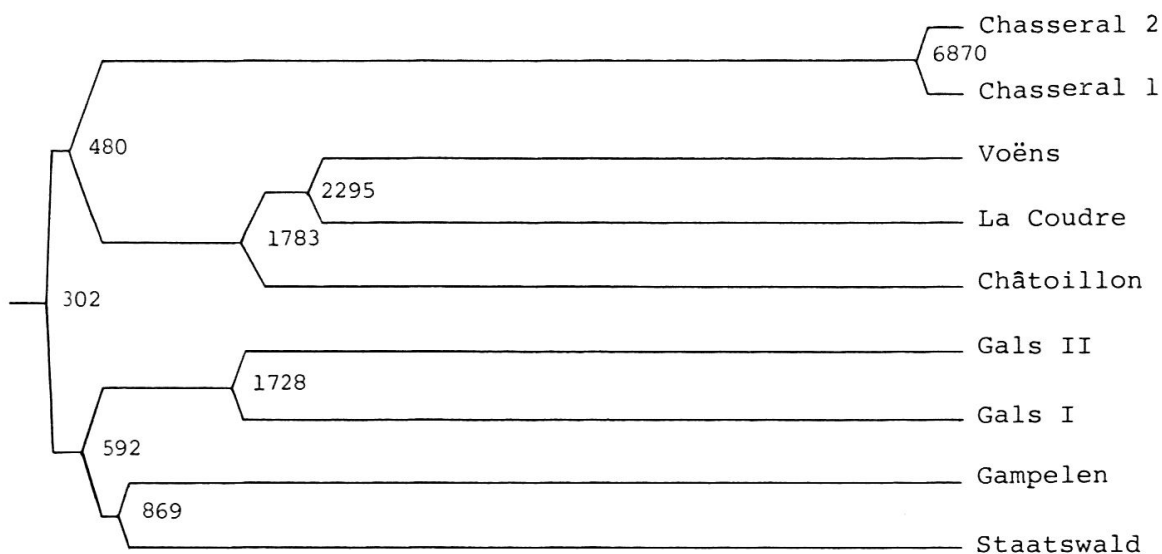


Fig. 2: Répartition des stations selon l'indice de Mountford.

Tableau 2: Valeur de l'indice de Mountford I pour chaque paire de milieux. Par commodité, I a été multiplié par 10^4 .

	Gampelen	Gals I	Gals II	Châtoillon	La Coudre	Voëns	Chasseral 1	Chasseral 2
Staatswald	869	570	571	347	264	414	96	144
Gampelen		625	603	170	105	252	119	111
Gals I			1728	598	332	385	174	161
Gals II				840	523	606	209	264
Châtoillon					1911	1656	489	447
La Coudre						2295	63	447
Voëns							453	414
Chasseral 1								6870

Principe

Les milieux peuvent être considérés comme autant de dimensions d'un espace, où chaque observation (espèce) est alors représentée par un point. Une matrice des distances du X^2 entre les paires de points fournit une mesure de leurs dépendances réciproques. On définit grâce à elle une série d'axes, dits axes factoriels, tels que la projection du nuage de points sur eux représente de façon optimale ses composants et leurs rapports. Les fig. 3, 4 et 5 représentent des plans factoriels formés de la combinaison des deux axes les plus importants. Elles se lisent comme des cartes de géographie où les proximités représentent des ressemblances.

Soulignons tout de même que les parentés définies par l'analyse sont des valeurs statistiques, et n'expriment pas obligatoirement des réalités biologiques.

Application

La comparaison des milieux par l'analyse factorielle des correspondances ne peut se faire que sur une période de captures homogène. Dans notre cas, une analyse incluant les forêts de montagne (Chasseral, déneigement en avril et début des piégeages en mai) oblige donc à ne prendre en considération qu'une faible partie du printemps, d'où une perte importante d'information dans les autres stations, où l'activité des Carabidae commence plus tôt. C'est pourquoi les analyses ont été faites de la façon suivante:

Analyse 1: année 1979, sans Chasseral, du 10 avril au 10 décembre, fig. 3.

Analyse 2: année 1979, avec Chasseral, du 19 juin au 26 octobre, fig. 4.

Analyse 3: année 1979, avec Chasseral, sans *Carabus problematicus* HERBST (voir plus bas la raison de cette analyse supplémentaire), fig. 5.

Pour chaque analyse, la figure illustre le plan factoriel le plus représentatif. Mais l'interprétation peut être complétée par les données d'autres axes.

A n a l y s e 1 (fig. 3), 7 variables (milieux), 28 observations (espèces).

Le plan factoriel 1 x 2 fait apparaître 4 groupes de milieux:

1. Gampelen (forêt humide sur sable)
2. Staatswald (forêt humide sur tourbe)
3. Châtoillon, La Coudre, Voëns (les forêts thermophiles)
4. Gals I, Gals II (les hêtraies acidophiles)

La relative proximité de Gals et de Voëns (deux types de hêtraies) sur le graphe est imputable aux espèces communes capturées en grands nombres: *Pterostichus madidus* (FABR.), *Abax ater* (VILLIERS), *Abax ovalis* (DUFT.).

Le plan factoriel 3 x 4 (non illustré) permet de séparer les trois forêts thermophiles, ainsi que Gals I et Gals II.

Les degrés de parenté entre les forêts, tels qu'ils avaient été établis par l'indice de MOUNTFORD, sont à nouveau mis en évidence sans équivoque par cette analyse. Incluons-y maintenant les données de Chasseral:

A n a l y s e 2 (fig. 4), 9 variables, 28 observations.

Le nombre important de variables et de données rend l'interprétation de cette analyse plus délicate.

Le plan factoriel 1 x 2 met en évidence les groupes suivants:

1. Chasseral 1 et 2
2. Gals I et II (séparés de Voëns par le troisième axe)
3. Châtoillon, le Staatswald et Gampelen (ce dernier séparé des autres par l'axe 3)
4. Voëns et La Coudre (mal séparés sur ce plan, mieux sur le plan 3 x 4)

La proximité de Châtoillon et du Staatswald va à l'encontre de toutes les observations faites jusqu'ici (fig. 2 et 3). Elle pourrait s'expliquer par la grande abondance de *Carabus problematicus* HERBST (espèce à la fois thermophile et hygrophile) dans les deux stations. Ce lien apparemment étroit entre deux stations fort différentes serait dans ce cas la conséquence d'un défaut inhérent aux méthodes statistiques de notre seconde catégorie (voir plus haut). Afin de mettre cette supposition à l'épreuve, une troisième analyse a été faite en excluant *C. problematicus*:

A n a l y s e 3 (fig. 5), 9 variables, 27 observations.

Le plan factoriel 1 x 2 sépare les milieux comme suit:

1. Chasseral 1 et 2 (forêts de montagne)
2. Gals I et II (hêtraies acidophiles)

3. Gampelen et Staatswald (forêts humides)
4. Voëns, Châtoillon et La Coudre (forêts thermophiles)

Les autres axes permettent de séparer tous les milieux.

Le rapprochement inattendu de Châtoillon (station à sol sec et calcaire) et du Staatswald (sol humide et pauvre en CaCO_3) n'était donc qu'un artefact dû à la grande abondance de *C. problematicus* dans les deux forêts, mais aussi au traitement de données incomplètes (pour les raisons exposées plus haut, il y manque les récoltes du début de saison). Cela justifie *a posteriori* la première analyse, basée sur les récoltes complètes des forêts de plaine et des forêts thermophiles, et qui était par conséquent mieux à même de fournir une bonne appréciation des parentés de ces milieux (les analyses 2 et 3 situant alors Chasseral par rapport aux autres stations).

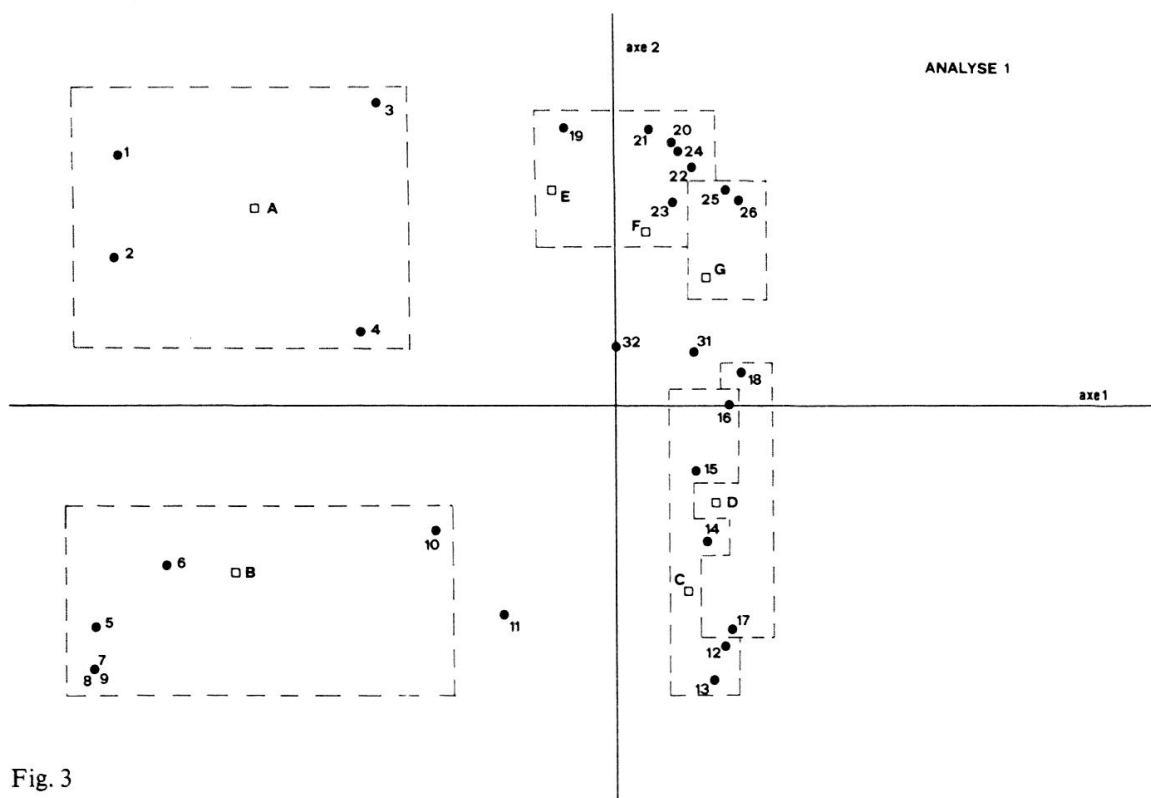


Fig. 3

Fig. 3 à 5: Analyses factorielles des correspondances, plans 1 x 2. Lettres: noms des stations: A = Staatswald; B = Gampelen; C = Gals I; D = Gals II; E = Châtoillon; F = La Coudre; G = Voëns; H = Chasseral 1; I = Chasseral 2. Chiffres = noms des espèces: (1) *Cychrus caraboides* (L.); (2) *Carabus glabratus* PAYKULL; (3) *Carabus problematicus* HERBST; (4) *Carabus coriaceus* L.; (5) *Carabus convexus* FABR.; (6) *Pterostichus niger* (SCHALLER); (7) *Carabus granulatus* L.; (8) *Pterostichus strenuus* (PANZ.); (9) *Amara communis* (PANZ.); (10) *Carabus nemoralis* MÜLL.; (11) *Pterostichus oblongopunctatus* (FABR.); (12) *Platynus assimilis* (PAYKULL); (13) *Nebria brevicollis* (FABR.); (14) *Molops piceus* (PANZ.); (15) *Abax parallelus* (DUFT.); (16) *Abax ovalis* (DUFT.); (17) *Pterostichus melanarius* (ILLIG.); (18) *Pterostichus madidus* (FABR.); (19) *Carabus monilis* FABR.; (20) *Carabus violaceus* L.; (21) *Licinus hoffmannseggi* (PANZ.); (22) *Carabus intricatus* L.; (23) *Harpalus atratus* LATR.; (24) *Cychrus attenuatus* FABR.; (25) *Pterostichus metallicus* (FABR.); (26) *Pterostichus selmanni* (DUFT.); (27) *Trichotichnus nitens* (HEER); (28) *Carabus auronitens* FABR.; (29) *Calathus micropterus* (DUFT.); (30) *Pterostichus pumilio* (DEJEAN); (31) *Notiophilus biguttatus* (FABR.); (32) *Abax ater* (VILLIERS).

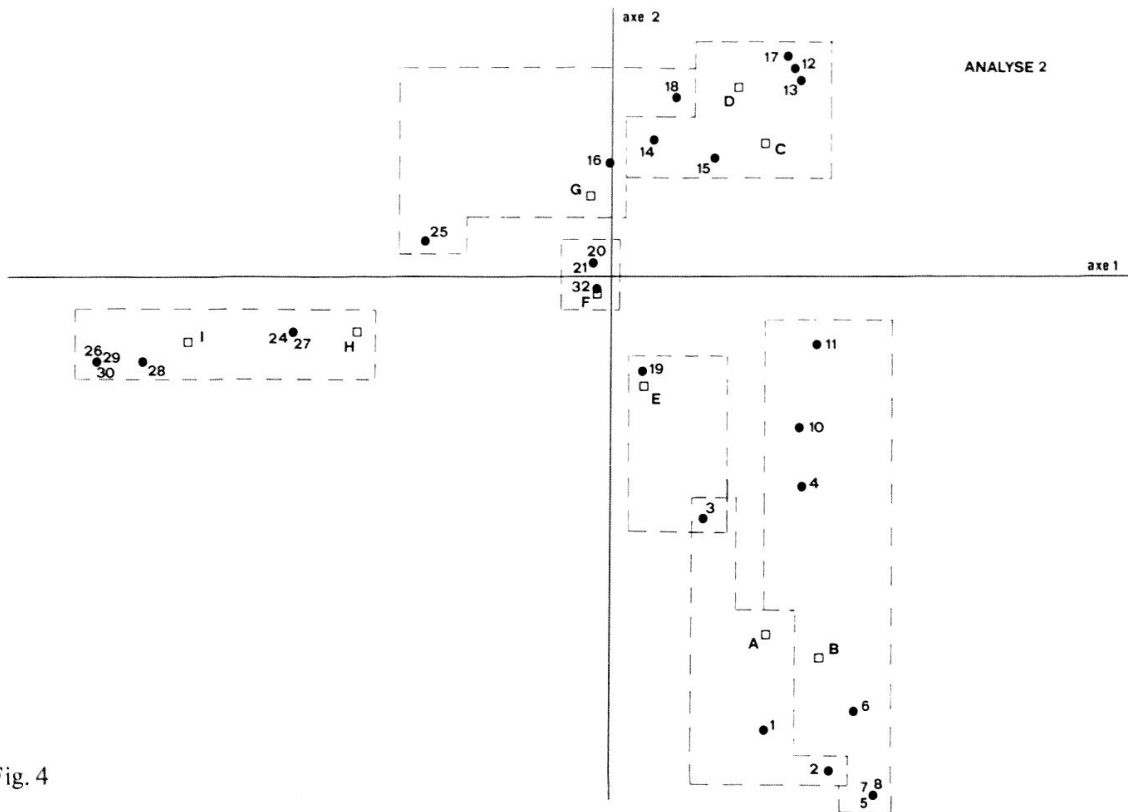


Fig. 4

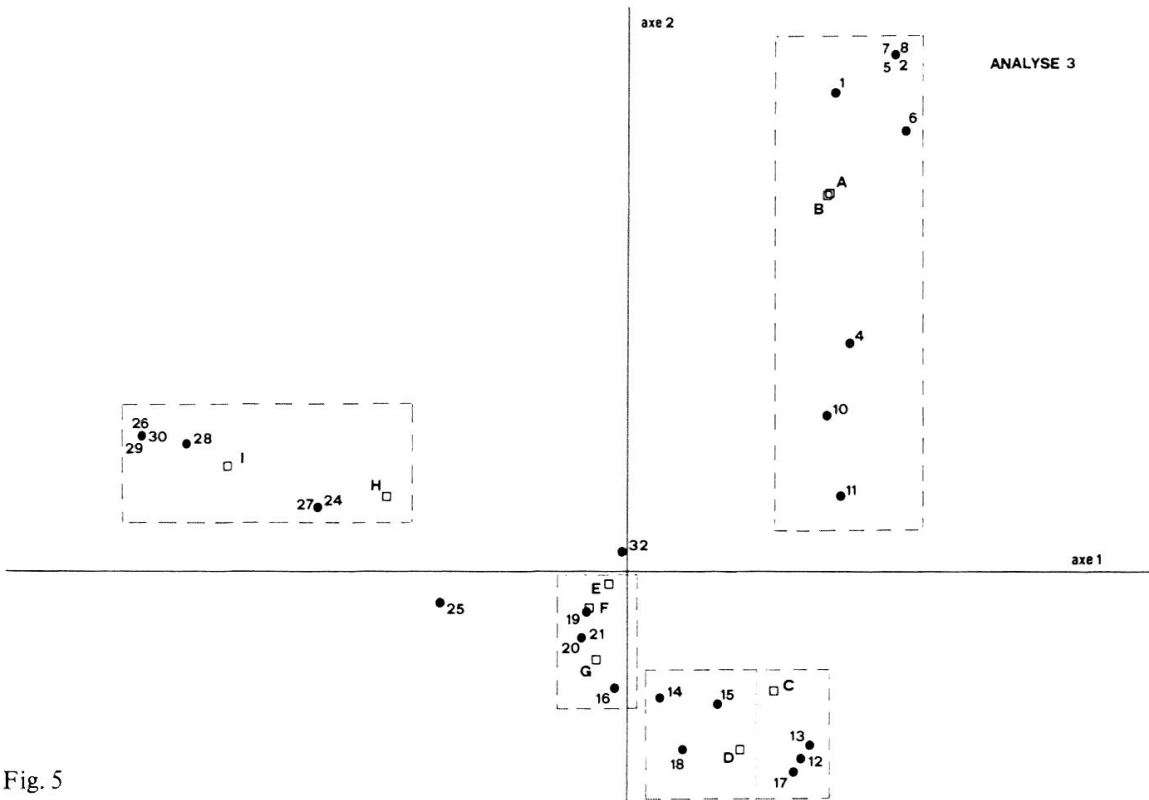


Fig. 5

SYNTHÈSE

Dans l'ensemble, on constate que la classification des peuplements de Carabidae obtenue par les méthodes décrites ci-dessus recoupe celle des milieux, basée sur leur étude phytosociologique. Cela indique une grande dépendance de ces communautés d'insectes vis-à-vis des conditions écologiques de leur habitat (sol, litière, recouvrement des arbres, etc.), et confirme par conséquent leur fiabilité en tant qu'indicateurs de milieu. Cette classification suggère en outre les remarques suivantes:

- La composition faunistique des hêtraies de montagne se distingue très nettement de celle des forêts de basse altitude (tabl. 1). Les espèces principales (les mêmes dans les deux stations) sont presque toutes absentes ou peu abondantes dans les forêts de plaine, ce qui se manifeste par une position très démarquée de Chasseral dans les analyses statistiques.

- Parmi les forêts thermophiles, il faut distinguer les chênaies (Châtoillon et La Coudre) de la hêtraie (Voëns). Si le spectre d'espèces est *grosso modo* le même dans les trois stations, on constate pourtant une certaine similitude de structure entre le peuplement de la forêt de Voëns et ceux des hêtraies de plaine (Gals I et Gals II). Les analyses factorielles confirment cette parenté, que nous avons déjà mise en évidence par d'autres moyens (BORCARD, 1981).

- Les deux hêtraies de plaine sont très semblables de structure. La relative faiblesse de l'indice de MOUNTFORD s'explique par les quelques espèces capturées à un seul exemplaire dans l'une ou l'autre des stations (tabl. 1b). Signalons aussi l'abondance, à Gals II, de *Pterostichus madidus* (FABR.), inexistant à Gals I. Aucun des éléments dont nous disposons n'explique de manière satisfaisante une telle différence entre deux hêtraies presque identiques d'aspect, distantes d'à peine 1 km.

- Les différences de structure du sol, de régime hydrique, de composition phytosociologique entre les deux forêts humides (Staatswald et Gampelen) se répercutent de façon très marquée sur leurs peuplements de Carabidae. L'analyse factorielle 1 (fig. 3) montre les deux milieux séparés par le premier axe, environnés chacun d'un nuage d'espèces caractéristiques distinctes. Les espèces de printemps (*Carabus granulatus* L., *Carabus convexus* FABR.) jouent un rôle important dans cette distinction qui n'est pas aussi claire dans les analyses 2 et 3 (fig. 4 et 5), portant sur une période plus tardive.

CONCLUSION

Dans chacun des peuplements de Carabides étudiés, on rencontre un large éventail d'espèces allant de l'ubiquiste à la caractéristique. On remarque toutefois que les représentants de cette dernière catégorie sont rares et ne sauraient suffire à caractériser un milieu. Chaque peuplement doit donc être considéré dans son ensemble, la tendance écologique du milieu se manifestant par l'abondance plus ou moins marquée d'un groupe d'espèces donné (tabl. 1). Ces conclusions rejoignent celles de VERNEAUX (in ARRIGNON, 1976) et de REFSETH (1980) qui, tous deux, ont vu dans ce genre d'étude un procédé de diagnostic d'un milieu en vue de sa conservation.

Lorsque les conditions de piégeage le permettent, il est intéressant de soumettre les tableaux de récoltes à des traitements statistiques de conceptions diverses, dont le degré de convergence permet d'estimer la marge de sécurité du point de vue biologique. La parenté entre les milieux peut alors être déterminée avec sûreté, et servir de base à des recherches approfondies sur les facteurs régissant le fonctionnement des écosystèmes et la répartition de leurs communautés végétales et animales.

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis d'exprimer ici ma vive reconnaissance au professeur W. MATTHEY, instigateur de ce travail, dont la direction compétente et discrète me fut très précieuse tout au long de mes recherches.

Il est encore d'autres personnes que je voudrais remercier très sincèrement pour leur aide:

Mme J. MORET, du Centre de Calcul de l'Institut de Mathématiques, Université de Neuchâtel, qui a effectué pour moi les analyses factorielles des correspondances, ainsi que Mme A. PEDROLI, MM. J.-M. GOBAT, W. MARGGI, J.-R. NICOLET et P. SONDEREGGER.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

LITTÉRATURE

- ARRIGNON, J. 1976. *Aménagement écologique et piscicole des eaux douces*. Gautier-Villars, Paris, 320 pp.
- BENZECRI, J. P. 1973. *L'analyse des données*. Dunod, Paris, 2 vol., 615 pp. et 619 pp.
- 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.
- CORDIER, B. 1965. *Sur l'analyse factorielle des correspondances*. Thèse. Rennes.
- HEYDEMANN, B. 1953. *Agrarökologische Problematik*. Thèse. Kiel.
- JACCARD, P. 1912. *The distribution of the flora in the alpine zone*. New Phytol. 11: 37-50.
- MORRIS, M. G. 1969. *Associations of aquatic Heteroptera at Woodwalton Fen, Huntingdonshire, and their use in characterizing artificial aquatic biotopes*. J. appl. Ecol. 6 (2): 359-373.
- MOUNTFORD, M. D. 1962. *An index of similarity and its application to classificatory problems*. In: Murphy, P. W. (ed.) *Progress in soil zoology*, 43-50, Butterworths, London, 398 pp.
- Obrtel, 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.
- REFSETH, D. 1980. *Ecological analyses of Carabid communities - Potential use in biological classification for nature conservation*. Biol. conserv. 17: 131-141.
- SØRENSEN, T. 1948. *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons*. Biol. Skr. (K. Danske vidensk. Selsk. N. S.) 5: 1-34.
- TRETZEL, E. 1955. *Technik und Bedeutung des Fallenfanges für ökologische Untersuchungen*. Zool. Anz. 155: 276-287.

(reçu le 4 mai 1981)

