

Université catholique de Louvain  
Faculté des Sciences  
Département de Biologie  
Unité d'Écologie et de Biogéographie

Impact de la mesure agri-  
environnementale fauche  
(très) tardive sur la diversité  
et la structure des  
peuplements de Carabidae en  
Ardenne

Mémoire présenté par Pierre ISTACE en vue de l'obtention du  
Diplôme d'Études Complémentaires en Sciences Naturelles Appliquées

Promoteur : Professeur Ph. Lebrun

ANNÉE ACADÉMIQUE 2001-2002



**Université catholique de Louvain**  
**Faculté des Sciences**  
**Département de Biologie**  
**Unité d'Écologie et de Biogéographie**

**Impact de la mesure agri-  
environnementale fauche  
(très) tardive sur la diversité  
et la structure des  
peuplements de Carabidae en  
Ardenne**

Mémoire présenté par Pierre ISTACE en vue de l'obtention du  
Diplôme d'Études Complémentaires en Sciences Naturelles Appliquées

Promoteur : Professeur Ph. Lebrun

ANNÉE ACADÉMIQUE 2001-2002

"Mon ami, nous sommes tous des parasites. Nous qui travaillons à changer le gazon en vie palpitante, ne sommes pas au-dessus de ceux qui reçoivent la vie directement du gazon sans savoir rien de lui."

Khalil Gibran, *Le jardin du prophète*

## Remerciements

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères

au Professeur Philippe Lebrun, promoteur de ce mémoire, pour m'avoir initié aux Carabides et suivi dans ce travail sans jamais se départir de sa bonne humeur communicative,

à Rafael Tadeo Pérez Gómez qui, face à mes nombreuses questions, a fait preuve d'une patience quasi surnaturelle,

à Jean-Pierre Motte, pour qui une journée de terrain sans (sou)rires est une journée perdue,

à l'Ingénieur agronome Thierry Walot et aux Professeurs Michel Baguette et André Lejeune, pour avoir accepté d'être membres du jury,

à tous les membres de l'Unité d'Écologie et de Biogéographie, dont je n'oserais citer les noms de crainte d'en oublier, pour leur aide ou simplement leur présence qui m'ont permis de travailler dans une ambiance chaleureuse,

à Thierry Walot, Serge Rouxhet et Natacha Firenze, du GIREA, pour m'avoir communiqué les informations nécessaires au choix des stations,

aux agriculteurs et conservateurs des réserves naturelles qui ont accepté de participer à cette étude, Messieurs André Doster, Claude Goffin, Albert Henrion, Joseph Hubert, Dominique Arnould, Philippe Collas et Briec Quévy, pour leur aide précieuse et le temps offert,

à mes parents, ma sœur et mon frère, qui ont toujours respecté, (supporté) et soutenu mes choix.

Enfin, je voudrais profiter de l'occasion pour présenter mes excuses à la gent animale trop souvent oubliée, sans qui cette étude n'aurait pas été possible. Toutes les petites victimes de nos expérimentations, micromammifères, lézards, batraciens, insectes et autres arthropodes ont, une fois de plus et bien malgré elles, nourri les ambitions de la science...

## Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériel et méthodes	5
2.1. Les Carabidae	5
2.2. Les sites d'échantillonnage	6
2.3. Méthode d'échantillonnage	10
2.4. Analyse des données	11
3. Résultats	13
3.1. Abondance et distribution des espèces	13
3.2. Richesse, diversité spécifique et comparaison des niveaux de gestion	16
3.3. Ordination	20
3.4. Groupement	25
4. Discussion	28
4.1. Abondance et distribution des espèces	28
4.2. Richesse, diversité spécifique et comparaison des niveaux de gestion	29
4.3. Ordination et groupement	31
5. Conclusions et perspectives	32
6. Bibliographie	34
7. Annexes	37

# 1. Introduction

## **Cadre général du travail**

Les mesures agri-environnementales ont vu le jour en même temps que la réforme de la Politique Agricole Commune de 1992 et parmi ses mesures d'accompagnement. Elles ont été mises en œuvre dans le but d'instaurer une reconnaissance sociale et financière du rôle de gestionnaire de territoire des exploitants agricoles, à côté de leur rôle premier de producteur. Elles sont destinées à encourager les agriculteurs à développer des activités ayant des aspects positifs sur l'environnement.

En effet, en Région wallonne, les agriculteurs gèrent près de la moitié du territoire. Ils ont par conséquent, à travers leurs pratiques, une grande influence sur l'environnement, la nature et les paysages. Les mesures agri-environnementales sont proposées depuis 1994 aux agriculteurs auprès desquels elles obtiennent un succès croissant puisque, fin 1998, 12 % des exploitants de Wallonie appliquaient l'une ou plusieurs d'entre elles. Mais leur impact reste limité du fait des faibles superficies concernées (Tableau 1). Un nouvel arrêté a été adopté par le Gouvernement wallon en mars 1999, avec l'objectif de revaloriser ces mesures de manière à reconnaître davantage la participation active des exploitants agricoles à la gestion de l'environnement (DGRNE, 2000).

Les primes sont octroyées moyennant l'adoption pendant 5 ans par l'exploitant agricole de certaines méthodes favorables à la protection de l'environnement et du milieu naturel. Les mesures proposées aux agriculteurs sont de deux ordres. D'une part, les mesures horizontales, applicables dans toute la Région wallonne et d'autre part, les mesures verticales, applicables dans les zones à statut particulier (c'est-à-dire les zones de protection des eaux souterraines, les zones vulnérables, les zones de parc naturel, les zones de protection spéciale, de conservation des habitats, de réserves naturelles et contiguës, et les zones d'intérêt biologique) ou, en dehors de ces zones, si l'agriculteur applique trois méthodes agri-environnementales au moins dans le cadre d'un plan de gestion. Ce plan, établi pour une période de 5 ans, a pour objectif d'envisager de manière globale les différents impacts environnementaux de l'exploitation agricole. Il doit comporter un état des lieux et des objectifs à un an, cinq ans et à plus long terme.

Les mesures agri-environnementales proposées en Région wallonne sont au nombre de onze, souvent subdivisées en deux ou trois autres mesures. Parmi les plus courantes, il faut citer la fauche tardive et très tardive, le maintien et l'entretien de haies, alignement d'arbres et bandes boisées, le maintien de faibles charges en bétail, la couverture au sol pendant l'interculture, les tournières de conservation et les bandes de prairies extensives, la détention d'animaux de races locales menacée, etc. (Tableau 2)

Les mesures qui nous intéressent dans le cadre de ce travail sont la fauche tardive et la fauche très tardive. Les prairies de fauche extensives constituent un des milieux les plus riches en espèces et les plus diversifiés sous nos climats. Les fauches tardives, qui



étaient auparavant de tradition dans nos régions pluvieuses, ont un effet direct sur la diversité des espèces végétales et notamment sur l'abondance des plantes à fleurs mais elles permettent également la protection et le développement de la faune (nidification d'oiseaux au sol, insectes butineurs,...). Les dates retenues pour la fauche tentent d'équilibrer les critères économiques (qualité du fourrage pour les animaux, la valeur nutritive d'une herbe récoltée fraîche étant supérieure à celle d'une herbe récoltée plus tard) avec les critères environnementaux (influence positive sur la faune et la flore). L'agriculteur ne pratique pas la fauche tardive sur toutes ses parcelles à faucher mais bien sur les parcelles considérées comme marginales pour diverses raisons : prairies de fond de vallée trop humides, parcelles en lisière de bois, terrains à sol peu profond sur schiste ou calcaire,... Ces milieux sont souvent les plus intéressants pour la protection de la nature et peuvent constituer des maillons d'un réseau écologique plus vaste.

Tableau 1. Nombre de demandeurs pour la mesure agri-environnementale fauche tardive, superficie couverte par cette mesure, pourcentage de la superficie sous contrat par rapport à la superficie éligible et taux de couverture des prairies marginales par les mesures FT et FTT en Région wallonne (ND = non disponible).

<b>Année</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Nombre de demandeurs	190	306	511	652
Superficie (ha)	1.370	1.683	2.710	3.171
Pourcentage de la superficie contractualisée par rapport à la surface éligible (%)	ND	ND	0,8	1,1
Taux de couverture des prairies marginales par les mesures fauche tardive et très tardive	ND	ND	4,6	6

Tableau 2. Montant des primes accordées en 1998 dans le cadre des mesures agri-environnementales (Bef) et pourcentage par rapport au total des primes octroyées des trois mesures les plus importantes.

<b>Pratique de la fauche tardive</b>	<b>Brabant wallon</b>	<b>Hainaut</b>	<b>Liège</b>	<b>Luxembourg</b>	<b>Namur</b>
	162.500	839.000	1.235.000	4.679.000	1.779.500
Total pour fauche tardive: 8.695.000 Bef					

<b>Pourcentage par rapport au total des primes en Région wallonne</b>	Mesure 8: couverture du sol pendant l'interculture	45,2%
	Mesure 3a: haies, alignement d'arbres, bandes boisées	16,7%
	Mesure 1a: fauche tardive	11,8%



La fauche tardive est la mesure « 1a ». Le montant de la subvention pour cette mesure est de 5 000 Bef (123,95 euros) par hectare et par an. Les principales conditions d'octroi sont :

- superficie minimale prise en considération : 50 ares ;
- la fauche est pratiquée seulement à partir du 20 juin en zone précoce et du 1<sup>er</sup> juillet en zone tardive. L'Ardenne est située en zone tardive. Si la fauche n'est pas possible, les terrains peuvent être mis en pâture à partir des mêmes dates ;
- apport modéré de fertilisants (apport recommandé : 60 unités d'azote par hectare par an ou 40 T de fumier ou de compost ou encore 2 X 20 m<sup>3</sup> de lisier), pas de produits phytos, sauf en traitement localisé contre les chardons et les rumex ;
- présence minimale de plantes indicatrices de fauche tardive devant pouvoir être constatée.

La fauche très tardive avec limitation des intrants est la mesure « 9 ». Le montant de la subvention est de 10 000 Bef (247,89 euros). Les principales conditions sont :

- fauche de l'intérieur vers l'extérieur de la parcelle, en laissant des bandes refuges pour les animaux en bordure ;
- aucun pâturage, aucune fauche avant le 1<sup>er</sup> juillet en zone précoce, le 15 juillet en zone tardive ;
- utilisation de produits phytos, d'engrais minéraux proscrite, apports en fertilisants limités à 20 T de fumier ou 20 m<sup>3</sup> de lisier par hectare et par an ;
- pas de travaux de drainage.

## Objectifs du travail

Les mesures agri-environnementales fauche tardive et très tardive ont a priori un impact positif sur l'environnement en général (augmentation du cortège floristique, constitution de zones refuges pour l'avifaune et l'entomofaune,...). Cependant, bien que certains cas locaux et observations ponctuelles semblent confirmer qu'elles contribuent à la restauration de la faune et la flore sauvages (Goffart et al., 2001), aucune étude n'a encore été planifiée à une échelle spatiale suffisante pour établir leur bien-fondé.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer et de quantifier la mesure agri-environnementale fauche tardive quant à ses effets sur la reconstitution de la biodiversité. Les sites étudiés seront situés dans la région agronomique de l'Ardenne. L'hypothèse sous-jacente est que le passage d'une exploitation herbagère intensive classique accompagnée d'intrants fertilisants et d'une récolte précoce des herbages (suivie ou non d'une mise en pâture) vers une exploitation extensive liée à une fauche tardive et à une limitation (voire une absence) de fertilisation sera suivie de modifications positives pour la diversité biologique. Le changement de régime d'exploitation est donc supposé accroître la capacité d'accueil de la flore et de la faune

sauvages mais encore que leurs espèces coloniseront effectivement les prairies ainsi exploitées selon un autre mode de gestion.

Cette étude devrait pouvoir donner des réponses ou des éléments de réponses aux nombreuses questions soulevées par la mise en œuvre du programme des mesures agri-environnementales en Wallonie, et en particulier ce qui touche la fauche tardive :

- La mesure « fauche tardive » a-t-elle réellement des effets positifs sur la biodiversité, et en particulier sur les peuplements de Carabidae ?
- Ces effets positifs, s'ils existent, sont-ils vraiment significatifs en ce qui concerne la flore et la faune sauvages méritant une attention plus particulière (espèces protégées, menacées ou rares) ?
- La petite faune entomologique montrera-t-elle des modifications parallèles à celles de la flore et de la végétation et retrouve-t-on les assemblages d'espèces de Carabidae caractéristiques des types de gestion et de fauche ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Les Carabidae

La famille des Carabidae ( Coleoptera) compte 40 000 espèces répertoriées dans le monde, réparties dans plus d'un millier de genres. En Belgique, ce sont plus de 380 espèces qui ont été recensées, dont au moins 340 en Wallonie (Dufrêne et Lebrun, 1997).

Ces Coléoptères ont colonisé tous les types d'écosystèmes, le seul facteur limitant leur présence étant l'humidité. En grande majorité épigés, ils sont liés à des conditions écologiques précises (humidité, type de substrat, physico-chimie de l'habitat, nature et recouvrement de la végétation,...).

Dans les régions tempérées, le cycle de vie de ces insectes holométaboles dure en général une saison et la reproduction est soit automnale (passage de l'hiver sous forme de larve), soit printanière (passage de l'hiver sous forme adulte) (Fournier, 2000).

La plupart des Carabidae sont des prédateurs polyphages. Cependant, on rencontre quelques espèces prédatrices assez spécialisées (comme la sous-famille des Carabinae, plus primitifs), tandis que d'autres sont grandement phytophages (*Amara sp.*) (Baguette, 1992).

Les traits morphologiques et de vie des espèces sont en relation avec leur environnement : les espèces brachyptères (ailes membraneuses non fonctionnelles) dominent dans les habitats stables et spatialement homogènes, tandis que les espèces macroptères (ailes membraneuses plus longues que les élytres) sont caractéristiques des milieux instables et sujets à des perturbations. Leurs ailes leur procurent en effet de plus grandes aptitudes à la dispersion, et la petite taille des individus (développement plus rapide) leur permet un taux de renouvellement plus élevé (Ribera et al, 2001).

Il existe également des espèces dimorphiques (individu soit brachy-, soit macroptère) ou polymorphiques (ailes de différentes longueurs). La proportion des individus capables de voler au sein de ces espèces est corrélée à la stabilité de l'habitat et à la période écoulée depuis sa colonisation (Lövei et Sunderland, 1996).

Le choix de l'habitat est donc très spécifique et ce trait, associé à leur détermination aisée, ont conduit à les utiliser comme bioindicateurs pour évaluer la pollution de l'environnement ou classifier certains sites.

Les perturbations de nature anthropique sont actuellement la cause de régression de nombreuses espèces de Carabidae. Les techniques agricoles influencent la composition, l'abondance et la distribution des Carabidae par l'utilisation d'engrais chimiques, de pesticides et les changements dans la structure de l'habitat (Ribera et al, 2001). Les larves et les adultes hivernants peuvent par exemple être détruits par les pratiques d'exploitation des champs, à cause des labours profonds à la fin de l'hiver qui les exposent au gel.

Le remembrement des surfaces agricoles en Wallonie est une bonne illustration de l'impact des activités humaines sur l'environnement. Basé sur le principe d'améliorer les conditions de travail et la rentabilité des exploitations agricoles par une redistribution des terres, sa mise en application entraîne le plus souvent la suppression

quasi systématique des interfaces linéaires non cultivés tels que haies, talus, fossés d'écoulement, sentiers, chemins. Pour une augmentation marginale de la surface cultivée totale, le coût biologique est d'autant plus considérable que les espaces semi-naturels sont détruits et fragmentés avec pour conséquence la disparition d'espèces mais aussi, la perte du potentiel de restauration. Les seules possibilités de recolonisation et de restauration des effectifs sont l'existence de refuges en bordure des cultures (Dufrêne et Lebrun, 1997).

## **2.2. Les sites d'échantillonnage**

Les sites sont situés en Ardenne (Tableau 3 ). Quatre types de prairie ont été étudiés, chaque type correspondant à un niveau de gestion de 1 (exploitation intensive classique) à 4 (exploitation extensive). Au total, 12 stations ont été échantillonnées, soit 3 stations par type de prairie.

### Niveau 1

Prairies de fauche intensives conduites de manière classique, c'est-à-dire avec apport d'engrais (quantité variable selon les exploitants) et/ou apport de fumier, et/ou chaulage. Dans certains cas, ces prairies fauchées précocement sont pâturées en fin de saison.

### Niveau 2

Prairies de fauche de type 1 mais qui ont été désintensifiées dans le cadre des mesures agri-environnementales depuis 4 ans en respectant le cahier des charges « fauche tardive ». ceci peut encore impliquer un apport d'engrais ou de fumier mais en quantités modérées et strictement contrôlées.

### Niveau 3

Prairies de fauche comparables à celles de niveau 2 mais qui, en 1998, d'après les relevés botaniques, présentaient encore une certaine valeur biologique. Ces prairies sont actuellement soumises au cahier des charges « fauche tardive ».

### Niveau 4

Prairies de fauche, à fauche tardive, à régime extensif de longue date comme il apparaissait déjà des relevés botaniques de 1998 qui montraient une grande richesse biologique. Cette situation laisse supposer que les intrants étaient extrêmement faibles voire nuls. Les trois stations de niveau 4 qui ont servi à cette étude sont des réserves naturelles.

Les stations ont été choisies sur base des inventaires de prairies en fauche tardive et très tardive, réalisés par le "Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée" (GIREA) au cours des années 1998 et 2000.

Une première sélection s'est opérée en essayant de grouper les sites d'échantillonnage dans une aire uniforme et peu étendue, pour éviter d'obtenir des résultats faussés par des disparités géographiques. Cependant, en raison de certaines contraintes (refus de certains exploitants de participer à l'étude, contrat arrivé à échéance et non renouvelé, prairies fauchées avant la date autorisée et donc non valables, rareté des prairies de niveau 3,...), la répartition "idéale" a dû subir des changements avant sa version définitive (figure 1).

Des accords verbaux ont été passés avec les agriculteurs qui ont montré un réel intérêt pour l'étude et ses résultats. Il faut signaler au passage que l'installation de pièges dans leurs parcelles n'a pas été sans conséquence sur leur mode d'exploitation : la fauche a été adaptée à la présence des pièges qu'il fallait contourner.

Tableau 3. Liste des stations avec leur localisation, superficie et niveau de gestion.

Station	Localité - Lieu-dit	Carré UTM	Superficie	Niveau
1	Bellevaux	FR5223	17 ha	1
2	Bellevaux	FR5224	45 a	1
3	Bellevaux	FR5222	70 a	1
4	Paliseul - "La Saule"	FR5331	3 ha	2
5	Paliseul - "La Chavée"	FR5329	2,3 ha	2
6	Paliseul - "Haie du K"	FR5230	80 a	2
7	Grandmenil	FR9075	1,2 ha	3
8	Grandmenil	FR9075	1,2 ha	3
9	Haute Monchenoule	FR9280	2,7 ha	3
10	Ochamps - "La Vieille Rochette"	FR6032	19,8 ha	4
11	Strainchamps	FR9128	19,7 ha	4
12	Carlsbourg - "Virée de Grosse"	FR5126	12 ha	4

## **Description des stations**

### Station 1

Parcelle en prairie de fauche pour la troisième année consécutive. Deux fauches par an (juin et fin août). Les années précédentes, ce terrain était en partie destiné à la culture, principalement la culture de betteraves. Sur sol limono-caillouteux. Intrants : entre 10 et 20 T de fumier /ha/an, 500kg/ha/an d'engrais minéraux 10-10-15. Chaulage tous les 3 ou 4 ans pour régulariser le pH. Après la 1<sup>ère</sup> coupe, apport de 200kg/ha de nitrate d'ammoniac à 25 % (50 unités d'azote) .

### Station 2

Parcelle en prairie de fauche pour la deuxième année consécutive. Précédemment utilisée pour la culture d'épeautre. A proximité d'un étang. Entourée de prés et de pâtures. Sur sol limono-caillouteux.

Même régime de coupe et même fumure que pour la station 1.

### Station 3

Parcelle en prairie de fauche pour la quatrième année consécutive. Précédemment utilisée pour la culture de céréales. Entourée de prés, de pâtures et de cultures (maïs). Sur sol limono-caillouteux. Une coupe en juin et pâturage dès juillet.

Même fumure que pour la station 1.

### Station 4

Prairie en fauche tardive pour la 2<sup>e</sup> année consécutive. Fauchage deux fois par an à partir du 1<sup>er</sup> juillet, pâturage fin octobre. Auparavant, cette parcelle était gérée en prairie de fauche classique (fauchage 3 ou 4 fois par an). Sur sol limono-caillouteux. Apport de 20 T de fumier/ha/an.

### Station 5

Prairie en fauche tardive pour la 8<sup>e</sup> année consécutive. Fauchage deux fois par an à partir du 1<sup>er</sup> juillet, pas de pâturage. Auparavant, cette parcelle servait à la culture d'orge. Sur sol limono-caillouteux. Apport de 20 T de fumier/ha/an.

### Station 6

Prairie en fauche tardive pour la 5<sup>e</sup> année consécutive. Fauchage deux fois par an à partir du 1<sup>er</sup> juillet, pas de pâturage. Cette parcelle est réservée à la production de foin depuis 20 ans. Prairie entourée d'habitations et proche d'une petite pessière. Sur sol limono-caillouteux. Apport de 20 T de fumier/ha/an.

### Station 7

Prairie en fauche tardive pour la 5<sup>e</sup> année consécutive. Fauchage deux fois par an à partir du 1<sup>er</sup> juillet, pâturage fin août. Sur sol limono-caillouteux (peu caillouteux), mal drainé. Apport de 25 T de fumier/ha/an.

### Station 8

Prairie en fauche tardive pour la 5<sup>e</sup> année consécutive. Fauchage deux fois par an à partir du 1<sup>er</sup> juillet, pâturage fin août. Sur sol limono-caillouteux (peu caillouteux), mieux drainé que la station 7. Apport de 25 T de fumier/ha/an.

### Station 9

Prairie en fauche **très** tardive depuis 7 ans (sous contrat depuis 3 ans). Deux fauches par an à partir du 15 juillet, pas de pâturage. Prairie entourée de prés et cultures "bio". Sur sol schisto-gréseux. Apport de 15 T de fumier/ha/an.

### Station 10

Réserve RNOB depuis 1990. Sur sol peu caillouteux et mal drainé, marécageux par endroits. Pâturé par des vaches des Highlands dès septembre. Passage d'un petit affluent de la Lesse en bordure de la pâture. Station entourée par des prés et une pessière, végétation composée en grande partie de joncs, molinie et arbustes divers. Pas d'apport d'intrants.

### Station 11

Réserve RNOB depuis 1989. Grand pré de fauche situé dans une portion de la vallée de la Sûre à grande diversité faunistique (présence du martin-pêcheur, cincle plongeur, fauvette babillarde, rousserolle verderolle, pie-grièche écorcheur, bruant des roseaux, serin cini et cigogne noire. La loutre d'Europe est sporadiquement encore signalée sur ce tronçon de la Sûre). Deux fauches par an (juillet et septembre). Pas d'apport d'intrants.

### Station 12

Réserve domaniale depuis 1999. Sur sol limoneux peu caillouteux, faiblement gléyfiés. Pâturage dès juin par des vaches des Highlands, utilisées pour leur capacité à maintenir le paysage plus ou moins ouvert dans les zones marécageuses (où des opérations de fauche sont difficilement mécanisables) en consommant herbes, arbustes et même le feuillage et l'écorce d'arbres. Végétation composée essentiellement de callune, joncs, agrostis, molinie, sphaignes. Présence de bouleaux, saules et divers feuillus. Mare à proximité. Pas d'apport d'intrants.



### 2.3. Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage a eu lieu d'avril à juin, l'étude a donc porté sur trois relevés répartis comme suit :

Installation des pièges	21-mars-02
Relevé 1	22-avr-02
Relevé 2	21-mai-02
Relevé 3	19-juin-02

Les Carabidae ont été collectés par la méthode de capture utilisant les pièges à fosse ("pit-fall traps"). Celle-ci consiste à enfouir des récipients (diamètre de 11,5 cm et profondeur de 12 cm) au ras du sol. Les récipients sont remplis d'un fond d'eau sursaturée en sel, additionnée d'une très faible quantité de détergent. Le détergent diminue la tension de surface et empêche que les plus petites espèces ne flottent à la surface de la solution salée et ne s'échappent. L'eau salée a remplacé l'eau formolée (pourtant plus souvent utilisée) pour plusieurs raisons : l'eau salée n'attaque pas la peau ni n'irrite les yeux, contrairement au formol, et est non nocive pour l'environnement. Son coût est moindre et son efficacité similaire au formol, à condition que la sursaturation soit maintenue. Le corps des insectes capturés au moyen de la solution salée est légèrement dilaté, mais les appendices restent mous et facilitent donc l'identification.

Les individus de la faune épigée, courant au niveau du sol, tombent dans le piège et sont automatiquement noyés et fixés. Sept pièges étaient disposés par station, en ligne droite, un piège tous les 4 à 5 mètres. Ils étaient relevés tous les mois. Cette méthode est la plus largement répandue pour la capture de Carabidae, mais il faut citer parmi ses inconvénients que, les pièges étant des pièges d'activité, l'échantillonnage dépendra par conséquent de la taille de la population et de son activité.

Chaque relevé était suivi d'un tri des échantillons visant à séparer les Carabidae des autres organismes. Les individus étaient ensuite déterminés jusqu'à l'espèce, en relevant leur état alaire et leur sexe si cela était possible. Seuls les adultes étaient pris en compte. La détermination des différentes espèces est basée sur les ouvrages de Jeannel (1970) et Lindroth (1974).

## 2.4. Analyse des données

Chaque station a été caractérisée par sa richesse spécifique (S) et l'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) au moyen du logiciel SAS (SAS Institute, 1990). Ce même logiciel a permis la réalisation de la méthode d'ordination d'analyse factorielle des correspondances (AFC). Cette méthode cherche à mettre en correspondance les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, composé par des variables des fréquences d'individus par station (Dufêne, 1992). Toujours à l'aide de SAS, deux ANOVA non-paramétriques ont été réalisées (test de Kruskal-Wallis).

Finalement, le logiciel R (Legendre et Vaudor, 1991) a été utilisé pour déterminer la similitude entre la composition des peuplements de Carabidae des différentes stations. Pour ce faire, on a d'abord calculé le coefficient de Jaccard (S7) et de Steinhaus (S17) avec le programme SIMIL et la matrice de similarité résultante a été traitée par un groupement agglomératif, la méthode de Ward (programme GROUPEMENTS).

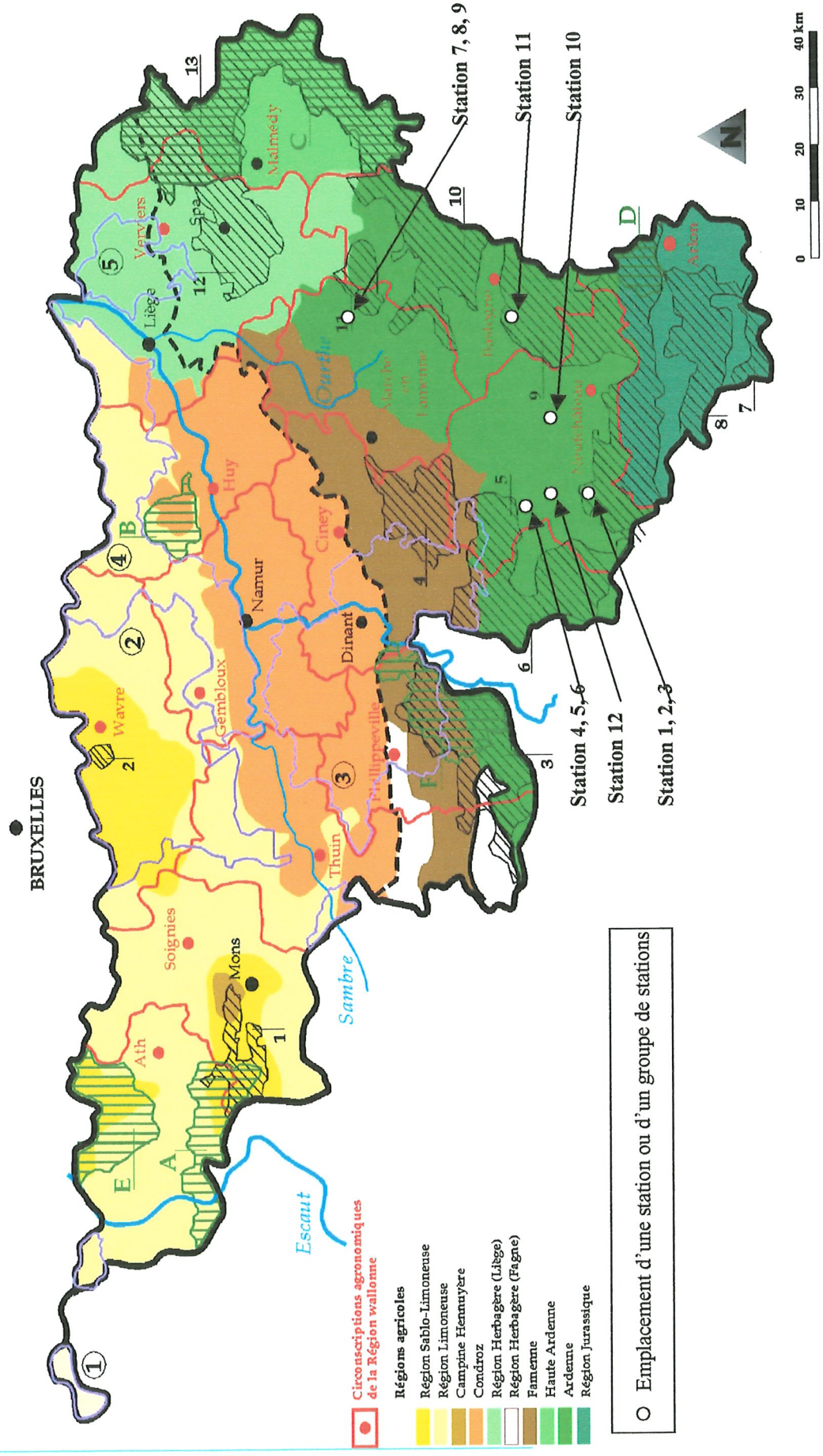


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage en Ardenne.

### 3. Résultats

#### 3.1. Abondance et distribution des espèces

A l'issue de la période de piégeage (trois relevés), 3.306 individus ont été récoltés, répartis en 23 genres et 55 espèces. Le nombre total d'individus récoltés pour chacun des trois relevés a été respectivement de 663, 845 et 1798.

Le tableau 4 reprend la liste des espèces recensées, le nombre total d'individus capturés par espèce, le nombre de sites où l'espèce a été trouvée, le nombre de carrés UTM occupés par l'espèce en Belgique, l'état de l'espèce en Belgique et la participation de chaque espèce à l'abondance totale.

Tableau 4. Liste des espèces recensées avec leur abondance totale, le nombre de sites où l'espèce a été trouvée, le nombre de carrés UTM occupés par l'espèce en Belgique (Desender, 1986 a-d), l'état de l'espèce en Belgique et son pourcentage par rapport au nombre total de Carabes capturés. L'état de l'espèce indique l'augmentation ou la diminution relative de l'espèce en Belgique depuis 1950, d'après Desender, 1986 a-d, avec :

A : augmentation significative (basée sur le nombre d'enregistrements)

AA : augmentation significative (basée sur le nombre d'enregistrements aussi bien que sur le nombre de carrés UTM contenant l'espèce)

S : stagnation bien qu'on dispose d'assez de données pour permettre des analyses statistiques

D et DD : idem que A et AA mais diminution

Espèce	Abondance	Nombre de sites	Nombre de carrés UTM	Etat	Pourcentage
<i>Pterostichus versicolor</i>	811	12	188	AA	24,53%
<i>Bembidion lampros</i>	572	12	287	A	17,30%
<i>Nebria brevicollis</i>	247	11	256	AA	7,47%
<i>Loricera pilicornis</i>	227	10	234	AA	6,87%
<i>Amara communis</i>	220	12	143	AA	6,65%
<i>Agonum muelleri</i>	212	12	217	AA	6,41%
<i>Pterostichus strenuus</i>	187	12	237	AA	5,66%
<i>Agonum dorsale</i>	106	8	234	AA	3,21%
<i>Clivina fossor</i>	84	9	179	A	2,54%
<i>Carabus auratus</i>	78	7	200	D	2,36%
<i>Pterostichus melanarius</i>	63	8	220	S	1,91%
<i>Notiophilus substriatus</i>	62	2	119	S	1,88%
<i>Pterostichus vernalis</i>	54	11	225	D	1,63%
<i>Pterostichus nigrita</i>	45	6	189	A	1,36%
<i>Bembidion guttula</i>	41	6	105	S	1,24%
<i>Pterostichus cupreus</i>	36	6	171	DD	1,09%
<i>Pterostichus diligens</i>	35	4	151	A	1,06%
<i>Asaphidion curtum</i>	28	5			0,85%
<i>Amara aenea</i>	22	9	249	S	0,67%
<i>Notiophilus biguttatus</i>	19	5	226	AA	0,57%
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	17	4	169	A	0,51%
<i>Amara lunicollis</i>	15	6	155	AA	0,45%
<i>Abax ater</i>	14	2	187	AA	0,42%
<i>Bembidion obtusum</i>	14	7	118	S	0,42%
<i>Pterostichus madidus</i>	13	2	166	AA	0,39%

Amara familiaris	8	4	221	AA	0,24%
Carabus nemoralis	8	4	180	S	0,24%
Anisodactylus binotatus	6	4	193	S	0,18%
Carabus monilis	6	2	166	S	0,18%
Harpalus rufipes	6	2	228	S	0,18%
Agonum assimile	4	3	184	AA	0,12%
Bembidion properans	4	2	175	AA	0,12%
Carabus granulatus	4	2	187	AA	0,12%
Bembidion quadrimaculatum	3	3	177	AA	0,09%
Bembidion tetracolum	3	2	251	A	0,09%
Chlaenius nigricornis	3	2	77	DD	0,09%
Dyschirius globosus	3	1	177	S	0,09%
Harpalus latus	3	1	127	S	0,09%
Amara ovata	2	2	95	DD	0,06%
Bradycellus harpalinus	2	2	167	A	0,06%
Notiophilus palustris	2	2	182	DD	0,06%
Pterostichus niger	2	1	152	AA	0,06%
Pterostichus sp.	2	1			0,06%
Trichocellus cognatus	2	1	8	S	0,06%
Agonum gracile	1	1	48	S	0,03%
Amara curta	1	1	84	S	0,03%
Amara similata	1	1	180	AA	0,03%
Calathus fuscipes	1	1	181	S	0,03%
Cychrus caraboides	1	1	105	AA	0,03%
Notiophilus rufipes	1	1	77	S	0,03%
Oodes helopioides	1	1	82	D	0,03%
Stomis pumicatus	1	1	109	S	0,03%
Synuchus nivalis	1	1	90	S	0,03%
Trechus micros	1	1	51	S	0,03%
Trichocellus placidus	1	1	48	AA	0,03%

Certaines espèces en régression pour l'ensemble de la Belgique (Desender, 1986) ont été capturées. Parmi les individus de *Carabus auratus* collectés, plus de 75 % appartenaient à une même station (voir tableau en annexe). Quant à l'espèce *Pterostichus vernalis*, également en régression, elle est bien répartie avec plusieurs individus dans onze des douze stations. Pour les autres espèces en régression, seuls quelques individus isolés ont été piégés.

En ce qui concerne l'abondance des individus, trois espèces parmi les 55 représentent à elles seules près de 50 % du total. Il s'agit de *Pterostichus versicolor*, *Bembidion lampros* et *Nebria brevicollis*. Ce sont des espèces de milieux ouverts et secs, qui sont d'après Desender (1986) toutes trois en augmentation et très communes.

Si l'on prend les 10 espèces les plus abondantes (*Pterostichus versicolor*, *Bembidion lampros*, *Nebria brevicollis*, *Loricera pilicornis*, *Amara communis*, *Agonum muelleri*, *Pterostichus strenuus*, *Agonum dorsale*, *Clivina fossor* et *Carabus auratus*), on obtient 83 % de l'effectif total. Ces 10 espèces sont par ailleurs chacune présentes dans au

moins sept stations. La figure 2 donne un aperçu de cette distribution. Elle met en évidence que 28 espèces, soit plus de la moitié, ne sont présentes que dans une ou deux stations.

En se référant aux exigences écologiques des espèces, on peut constater que parmi toutes les espèces, celles des habitats humides et secs sont chacune bien représentées. Parmi les 55 espèces, 9 espèces forestières sont également dénombrées.

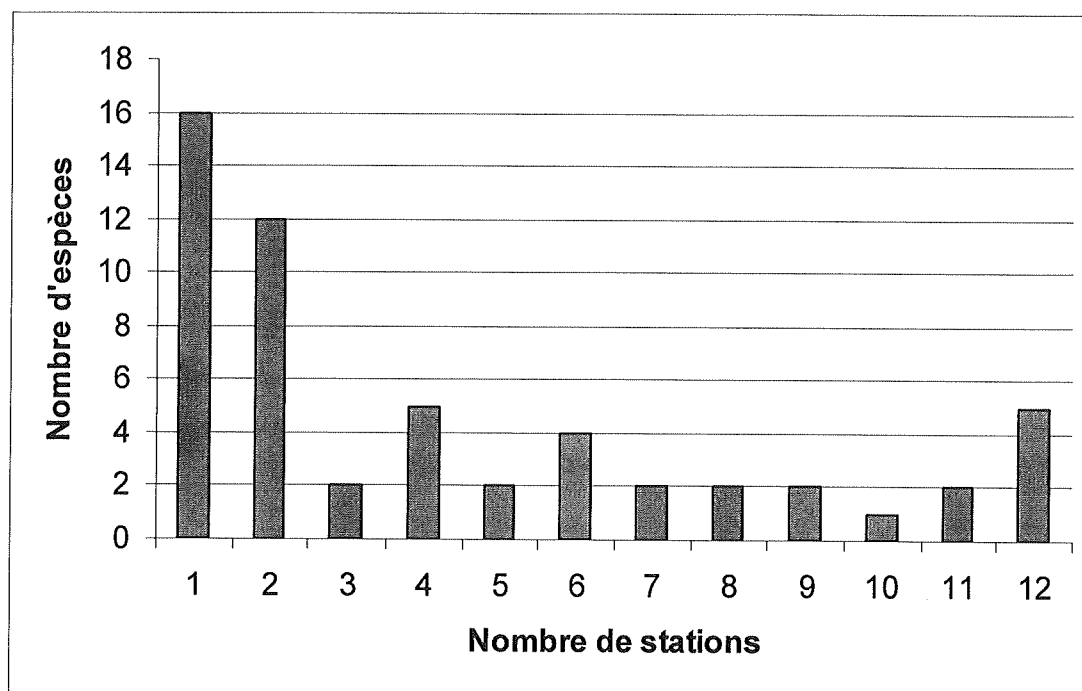


Figure 2. Distribution du nombre de stations occupées par espèces.

### 3.2. Richesse, diversité spécifique et comparaison des niveaux de gestion

Le tableau 5 donne, pour chaque station, l'indice de Shannon (H'), le nombre d'espèces ou richesse spécifique (S), l'abondance d'individus, le nombre de pièges actifs (certains pièges ont en effet été arrachés et/ou endommagés), le nombre moyen d'individus collectés par piège et le niveau de gestion.

La station 1 (niveau de gestion 1, soit le plus intensif) est celle qui a la richesse spécifique la plus élevée et le nombre d'individus par piège le plus grand. A l'opposé, c'est la station 10 (niveau 4) qui obtient la richesse spécifique et le nombre d'individus par piège les plus bas. Il faut cependant nuancer ce chiffre puisque la disparition des sept pièges de cette station lors du premier relevé a peut-être conduit à la diminution de la richesse spécifique.

Tableau 5. Indice de Shannon (H'), richesse spécifique (S), nombre d'individus (N), nombre de pièges actifs, nombre d'individus par pièges, niveau de gestion. ( $H' = -\sum ((ni/N)*\log_2(ni/N))$ , où ni est le nombre d'individus de l'espèce i de la station et N le nombre total d'individus de la station.)

N° Station	H'	S	N	nbre pièges actifs	ind/piège	Niveau
1	3,29	26	435	21	20,71	1
2	3,16	20	304	21	14,48	1
3	3,09	19	301	21	14,33	1
4	3,00	20	534	21	25,43	2
5	2,76	19	274	21	13,05	2
6	2,85	21	323	21	15,38	2
7	3,33	15	214	21	10,19	3
8	3,11	16	127	21	6,05	3
9	2,45	22	264	21	12,57	3
10	2,42	14	75	14	5,36	4
11	3,21	25	208	20	10,40	4
12	3,28	23	247	21	11,76	4

Deux tests de Kruskal-Wallis ont été réalisés : le premier en prenant comme variable la richesse spécifique (S), le second avec le nombre d'individus par piège. Les résultats de ces tests sont donnés par les figures 3 et 4.

Il en ressort qu'il n'y a pas de différence significative par rapport à la richesse spécifique entre les différents niveaux de gestion. Cependant, en ce qui concerne le nombre d'individus par piège, on distingue clairement deux groupes, l'un formé par les stations de niveau 1 et 2 (stations 1 à 6), l'autre par les stations de niveau 3 et 4 (stations 7 à 12). Les stations appartenant aux deux niveaux de gestion les plus bas sont donc celles qui ont le nombre d'individus par piège le plus élevé.



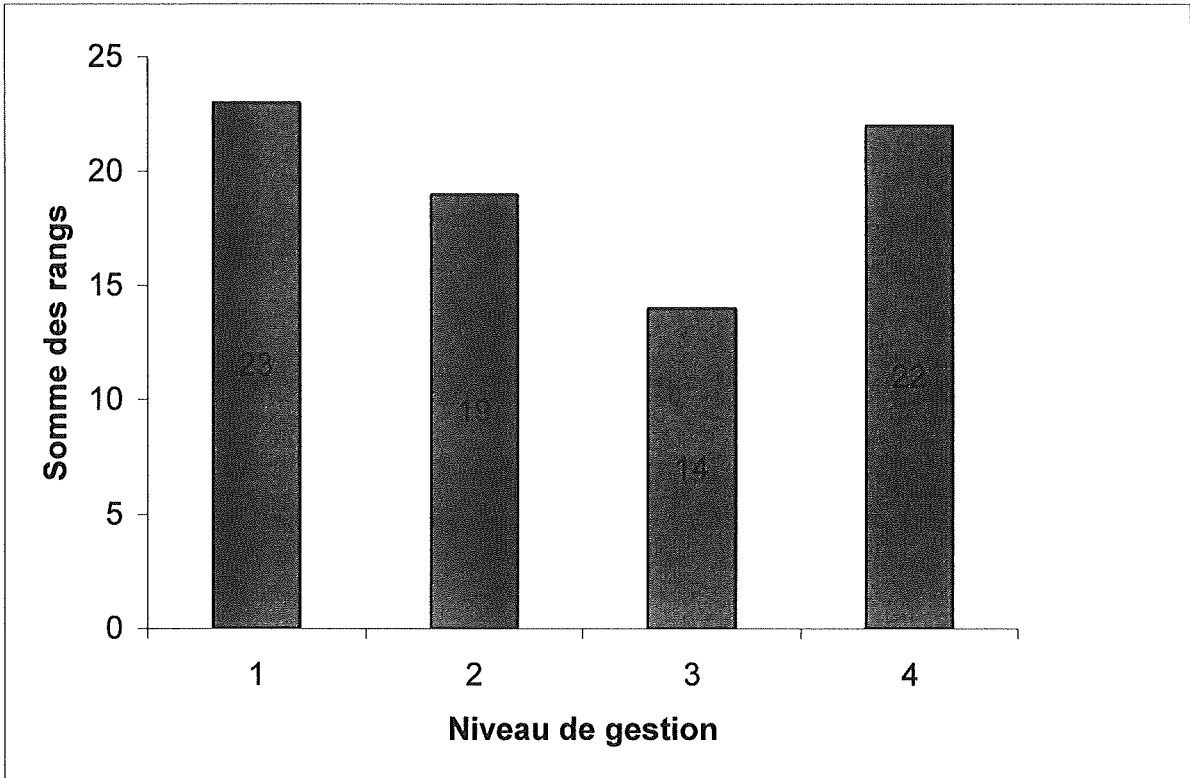


Figure 3. Test de Kruskal-Wallis pour la richesse spécifique (S) des stations classées par niveau de gestion. ( $\chi^2 = 1.27$  ; p-value = 0.7761)

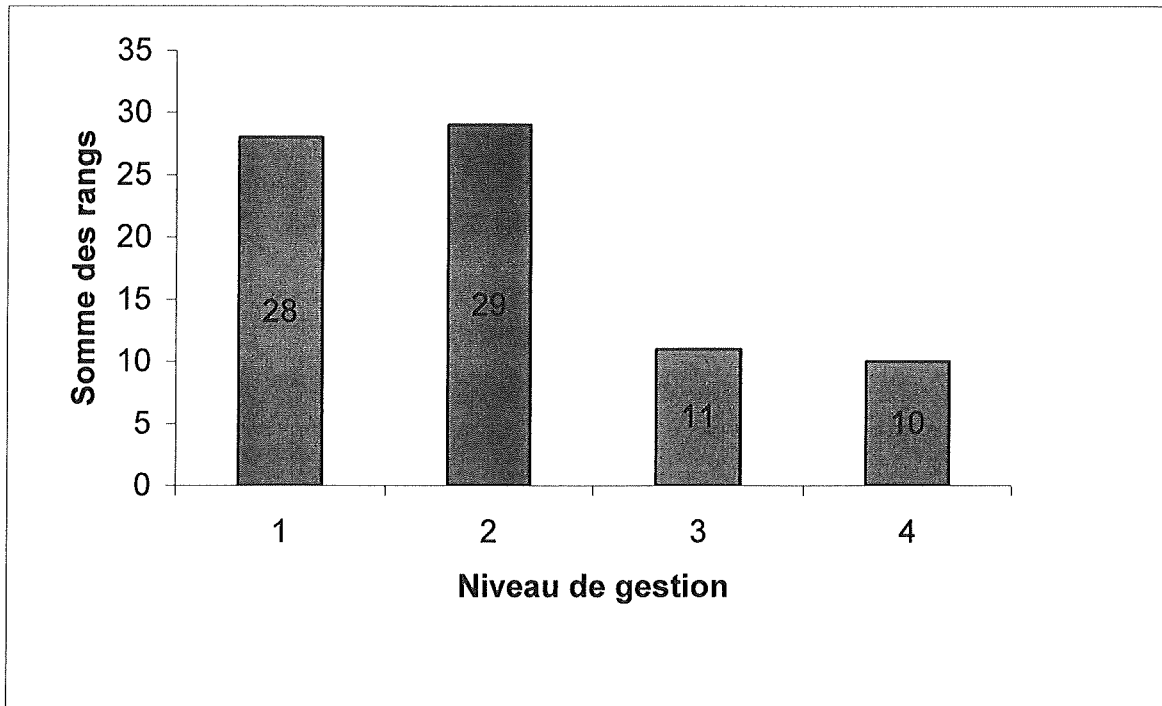


Figure 4. Test de Kruskal-Wallis pour le nombre d'individus par piège des stations classées par niveau de gestion. ( $\chi^2 = 8.33$  ; p-value = 0.0118)

Concernant l'état alaire, 4 % seulement du total des individus capturés sont brachyptères, 62 % sont macroptères et 34 % sont di-polymorphiques. Seulement 9 espèces sur les 55 recensées sont brachyptères (*Abax ater*, *Calathus fuscipes*, *Carabus auratus*, *Carabus monilis*, *Carabus nemoralis*, *Cychrus caraboides*, *Dyschirius globosus*, *Pterostichus madidus* et *Stomis pumicatus*).

Une répartition plus précise par station et par niveau de gestion est donnée par les figures 5 et 6. En général, ce sont les espèces macroptères qui dominent largement dans chaque station, comme c'est souvent le cas pour les milieux ouverts (Zera et al., 1997). Cependant, pour la station 11, 38 % des individus capturés sont brachyptères, contre 50 % de macroptères. Il s'agit principalement de trois espèces (*Carabus auratus*, *Carabus nemoralis* et *Abax ater*) et d'un seul individu de l'espèce *Stomis pumicatus*. Quant à la station 5, le fait que 64 % des individus soient di-polymorphiques est lié à l'abondance de *Bembidion lampros*.

Si l'on considère la répartition des états alaires par niveau de gestion, on constate une légère augmentation de la proportion d'individus brachyptères à mesure que l'on s'avance vers un niveau de gestion plus élevé qui correspond à une gestion plus extensive, soit un milieu moins perturbé ou plus stable. Ainsi, la proportion de brachyptères passe de 1 % pour les niveaux 1 et 2 à 4 % pour le niveau 3, pour atteindre 16 % pour le niveau 4.

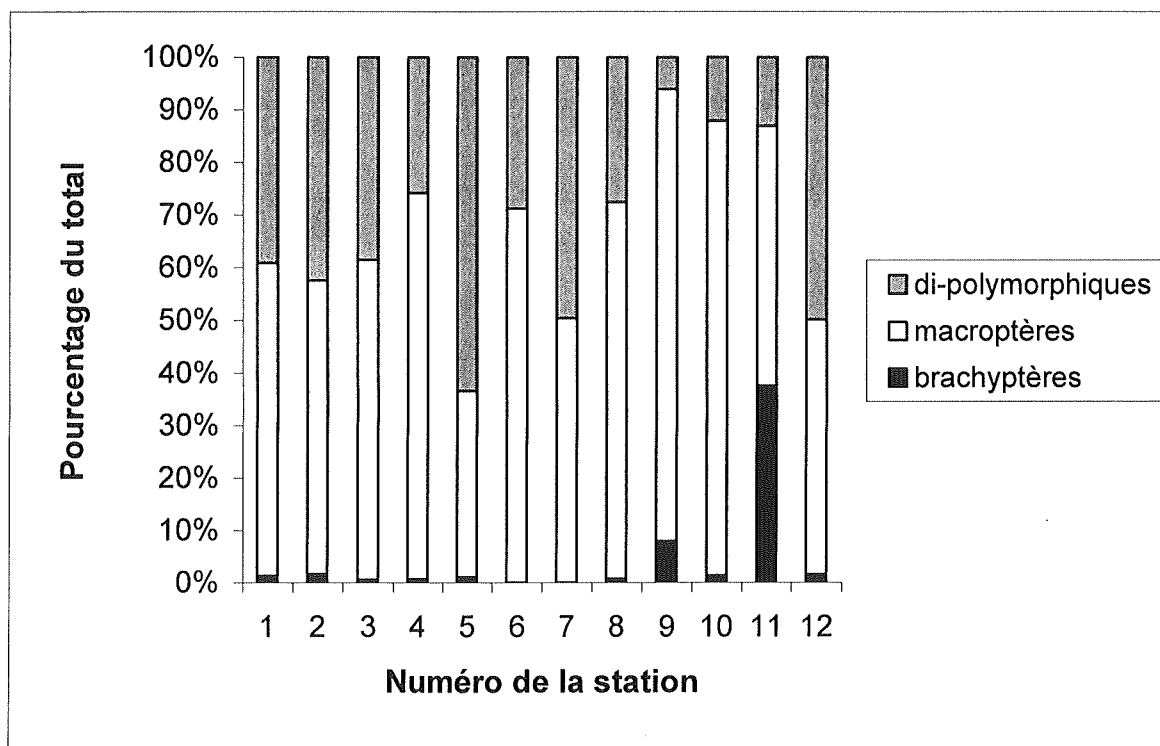


Figure 5. Pourcentage du nombre d'individus brachyptères, macroptères et di-polymorphiques par stations.

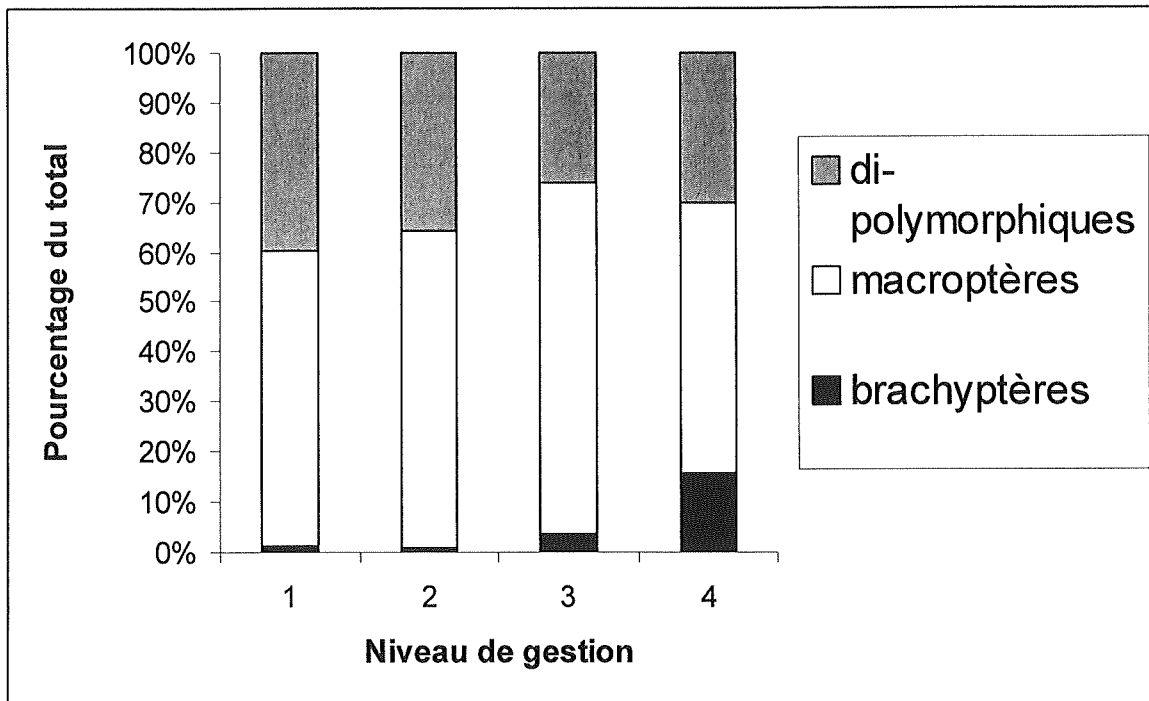


Figure 6. Pourcentage du nombre d'individus brachyptères, macroptères et di-polymorphiques par niveau de gestion.

### 3.3. Ordination

La matrice espèces par stations a été soumise à une analyse factorielle des correspondances (AFC). Les trois premiers axes de l'analyse expliquent respectivement 25,88 %, 19,48 % et 15,74 % du total de variation présente dans la matrice, soit ensemble 61,10 %. La contribution et la qualité de la représentation des objets sur chaque axe est présentée dans les tableaux 6 et 7.

Les figures 7 et 8 montrent l'une la dispersion des 12 points-stations, et l'autre la dispersion des 55 points-espèces dans le plan formé par les axes 1 et 2.

En ce qui concerne l'axe 1, le gradient est moins évident que pour l'axe 2. Cependant, on remarque que les trois stations de niveau 4 contribuent positivement à cet axe, tandis que les trois stations de niveau 1 y contribuent négativement. Les stations de niveau intermédiaire sont quant à elles réparties de façon sporadique et sans ordre apparent sur l'axe 1. Au niveau des espèces, les brachyptères contribuent toutes positivement, à l'exception de *Calathus fuscipes* (un seul individu), à l'axe 1. Quant aux espèces di-polymorphiques (dont plus de 90 % des individus sont brachyptères), soit elles contribuent positivement à cet axe (c'est le cas de *Pterostichus diligens*, *Carabus granulatus*, *Bembidion guttula* ou *Pterostichus melanarius*), soit elles n'y apportent qu'une faible contribution négative (*Clivina fossor*, *Bembidion obtusum*, *Pterostichus strenuus*,...). Les espèces brachyptères étant souvent inféodées à la stabilité d'un habitat (Lövei et Sunderland, 1996), il semblerait que l'axe 1 indique un gradient de stabilité ou de perturbation du milieu. Plus une station s'approcherait des valeurs positives de cet axe, plus sa stabilité serait grande.

De plus, les espèces de plus grande taille contribuent positivement à cet axe (*Carabus auratus*, *Pterostichus versicolor*, *Amara communis*, *Abax ater*,...) tandis que les espèces de plus petite taille y contribuent négativement (*Bembidion lampros*, *Loricera pilicornis*, *Trechus micros*, *Notiophilus substriatus*,...). Or, les espèces de grande taille se rencontrent généralement dans les habitats moins imprévisibles, plus stables (Baguette, 1992). D'ailleurs, certaines espèces forestières, donc de milieux moins perturbés se situent du côté positif de l'axe 1 (*Stomis pumicatus*, *Abax ater*, *Cychrus caraboides*, *Pterostichus niger*,...).

L'axe 2 indique assez clairement un gradient d'humidité du sol. Les stations qui contribuent positivement à cet axe sont des stations humides, marécageuses ou dont le sol est mal drainé (stations 7, 8, 9, 10 et 12). Les espèces associées positivement à l'axe 2 sont également typiques des habitats humides (*Dyschirius globosus*, *Pterostichus diligens*, *Carabus granulatus*, *Bembidion guttula*, *Pterostichus nigrata*, *Pterostichus versicolor*, *Notiophilus palustris*,...).

A l'opposé, les espèces qui contribuent négativement à l'axe 2 sont des espèces de prairies, landes sèches ou différents habitats secs. Parmi elles se trouvent *Carabus auratus*, *Amara curta*, *Harpalus latus*, *Trichocellus cognatus*, *Bembidion quadrimaculatum*,...

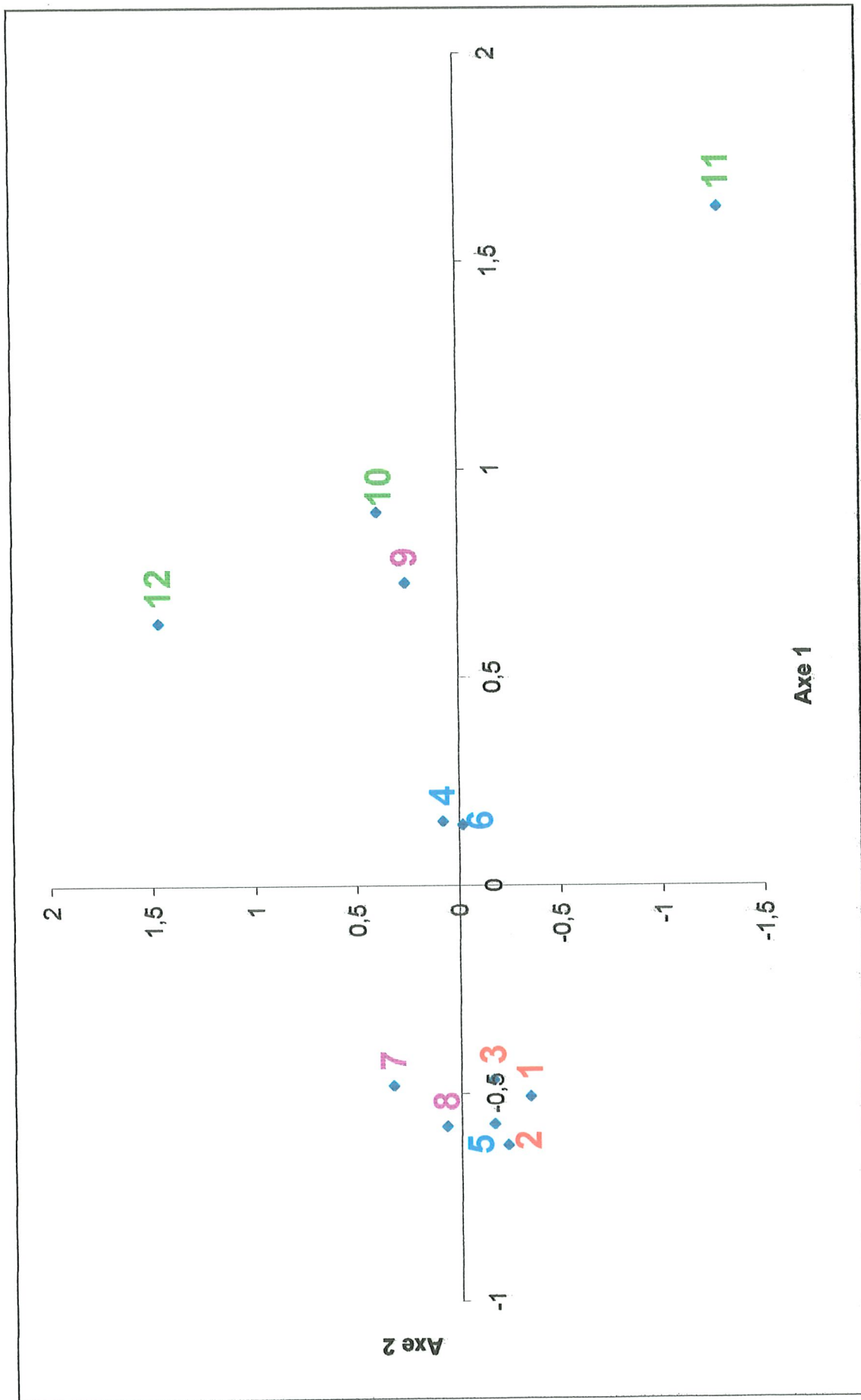


Figure 7. Représentation des coordonnées des stations dans le plan formé par les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances.

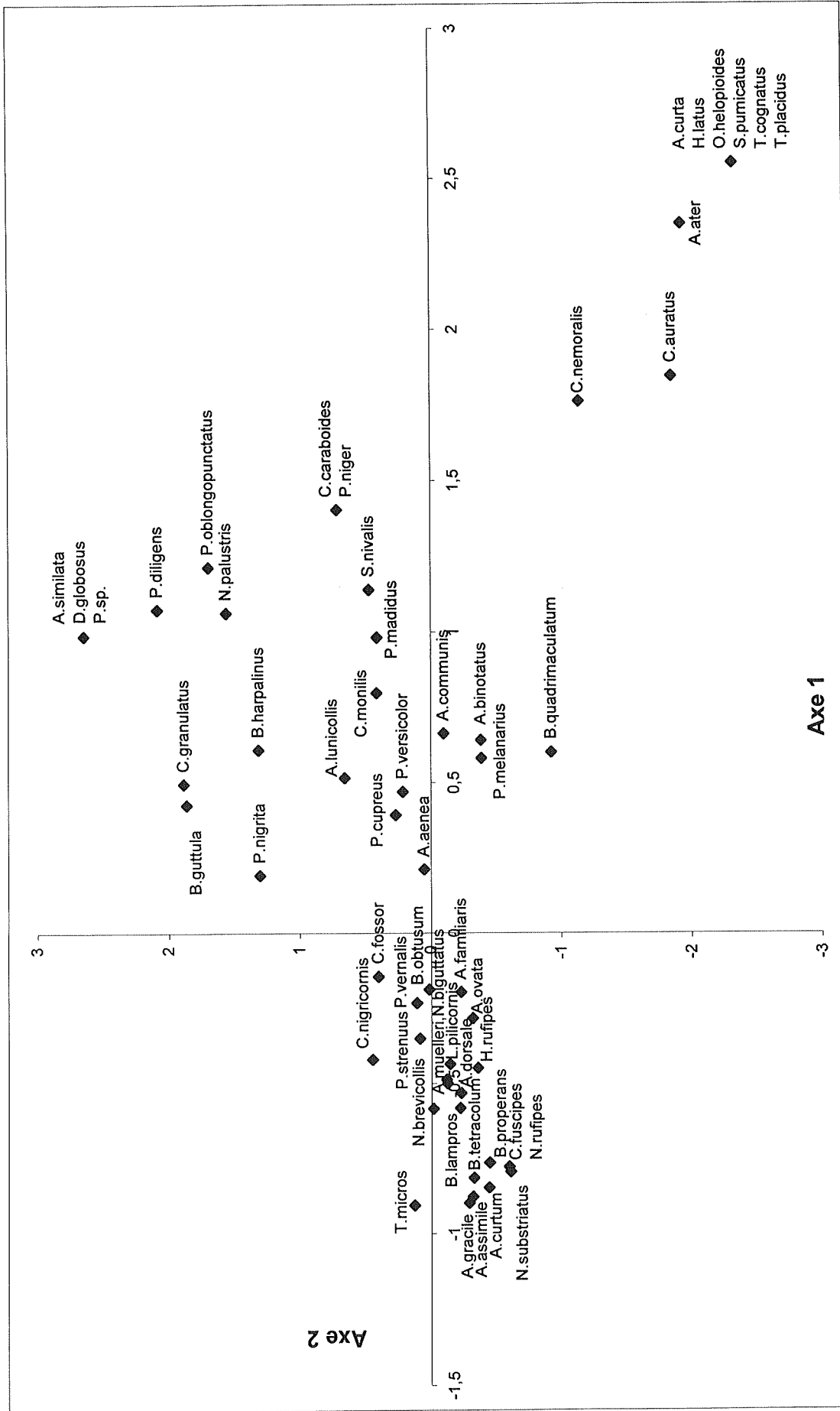


Figure 8. Représentation des coordonnées des espèces dans le plan formé par les axes 1 et 2 de l'analyse factorielle des correspondances.

Tableau 6. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Seules sont représentées les stations avec une contribution significative (CTR jusqu'à 80 % de la variance) à chaque axe et la proportion dans laquelle elles sont expliquées par l'axe (Cos2).

Station	Axe 1		Axe 2		Axe 3			
	CTR (%)	Cos2 (%)	Station	CTR (%)	Cos2 (%)	Station	CTR (%)	Cos2 (%)
11	+40,96	52,78	12	+52,44	63,48	9	-22,22	35,57
9	+10,37	27,31				11	+16,87	13,22
2	-8,79	45,05	7	+14,59	34,26			
1	-8,29	19,09	12	+10,34	10,11			
12	+7,29	11,72	6	-9,45	31,63			



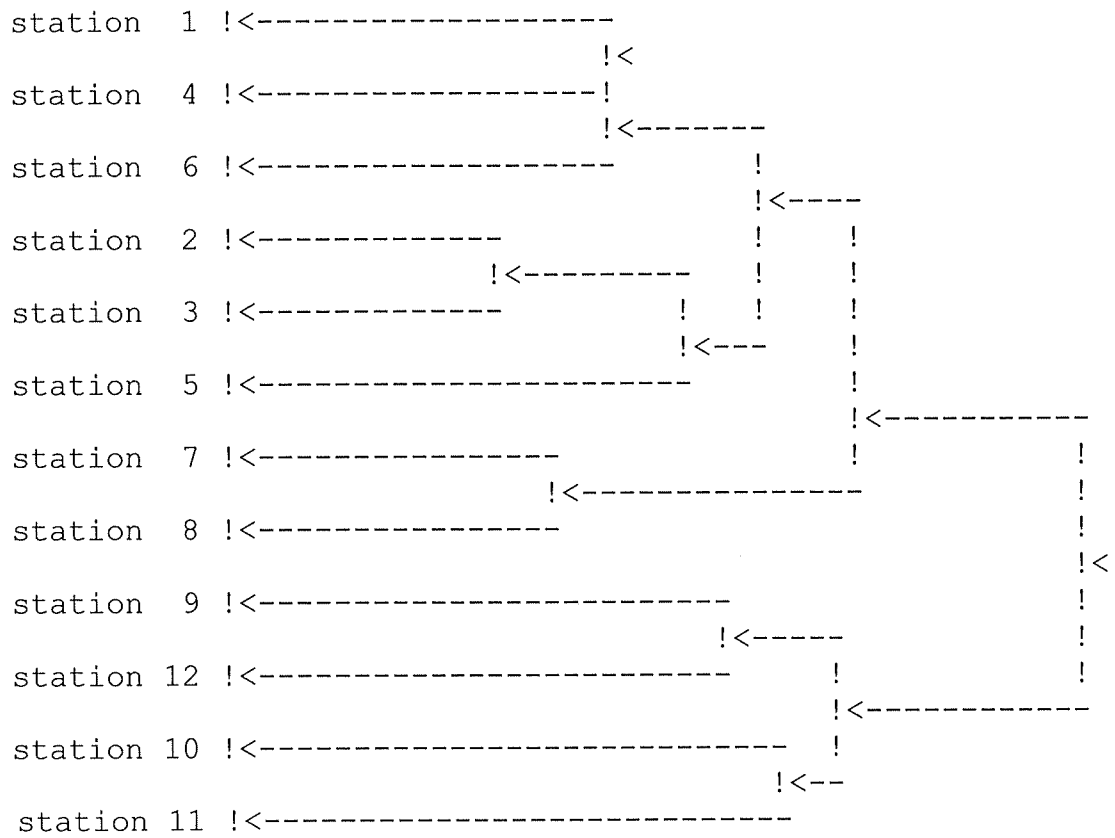


Figure 9. Dendrogramme de similarité des 12 stations selon leur composition de Carabidae (Indices de Jaccard S7).

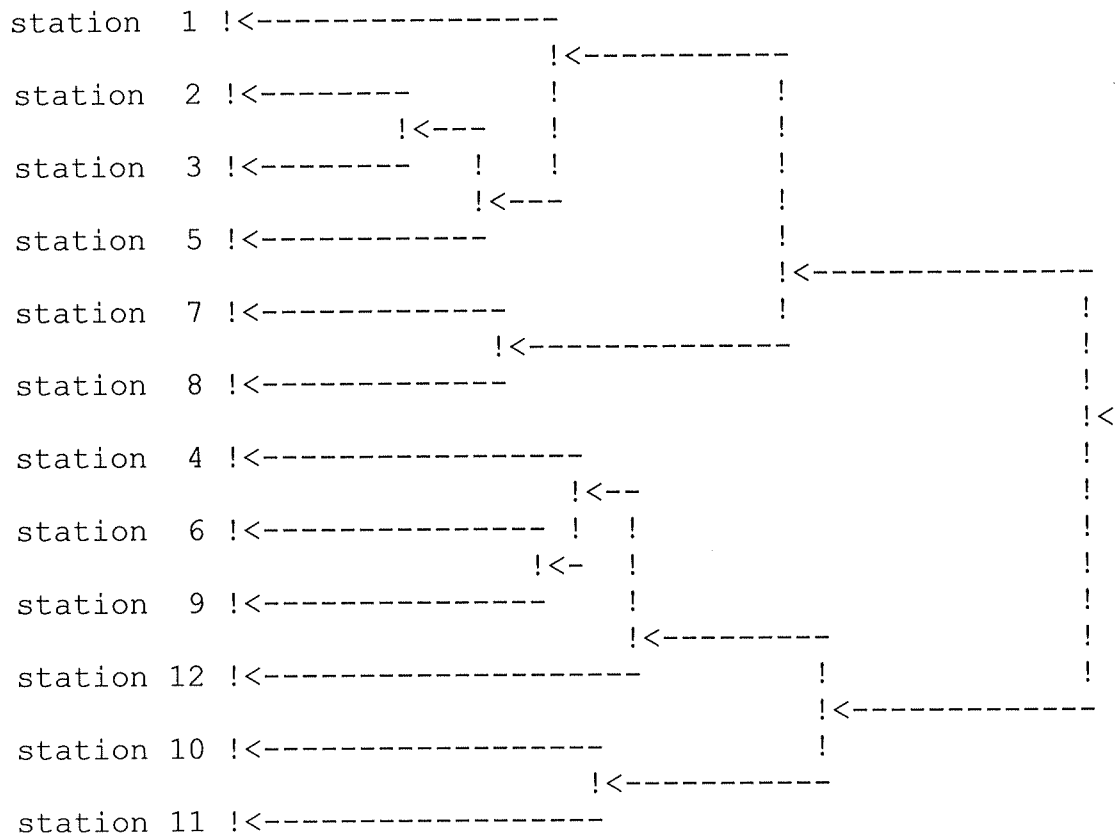


Figure 10. Dendrogramme de similarité des 12 stations selon leur composition de Carabidae (Indices de Steinhaus S17).

## 4. Discussion

### 4.1. Abondance et distribution des espèces

Seuls trois relevés ont été pris en compte pour ce travail, les espèces dont la période de reproduction se situe en automne sont donc absentes des données. Le nombre total d'individus collectés au mois de juin est plus de deux fois plus important qu'au mois de mai, ce qui indique bien le pic d'activité des espèces qui se développent au printemps.

Concernant les trois espèces les plus abondantes, *Pterostichus versicolor* est une espèce eurytope, que l'on rencontre dans tous les types de terrains ouverts avec une préférence pour les prairies. Bien que macroptère, elle ne peut voler (Den Boer, 1977). *Bembidion lampros* est également une espèce très eurytope de milieux ouverts, exposés au soleil, avec de la végétation éparse. Les adultes se nourrissent principalement de petits arthropodes, d'œufs d'insectes, d'acariens et de collemboles (Lindroth, 1985). Il a été signalé que cette espèce était favorisée par l'application du fumier en champs de betteraves (Purvis et Curry, 1984), ce qui pourrait expliquer que son abondance diminue lorsque la gestion se désintensifie, et donc les apports de fumure sont réduits. Pour sa part, *Nebria brevicollis* est très commun en Europe occidentale, polyphage et eurytope (il occupe tant les forêts de feuillus que les milieux ouverts).

Les 10 espèces les plus abondantes couvrent 83 % de l'effectif total. Ceci rejoint d'autres études menées dans des prairies pâturées dans lesquelles seules quelques espèces sont dominantes et peuvent atteindre 80-90 % du total, tandis que le reste des espèces se trouve en quantités modérées, voire rarement (Byers et al., 2000). Parmi ces 10 espèces, 9 ont un statut en augmentation d'après Desender (1986) et sont très communes. Quant à *Carabus auratus*, en régression en nombre pour l'ensemble de la Belgique, son abondance dans la station 11 (77 % de ses effectifs capturés dans cette station) tient d'une part au fait que cette station est assez sèche, d'autre part à l'abondance des proies de prédilection de cette espèce (vers de terre et limaces) rencontrées en grande quantité lors des relevés.

Certaines espèces sont peut-être sous-estimées en raison de la méthode de capture. Un des inconvénients des pitfall-traps est en effet que leur efficacité de capture, et donc le nombre d'individus piégés, varie d'une espèce à l'autre en fonction de leur activité plutôt que de leur densité (Luff et al., 1989). De plus, si l'herbe est trop haute, le déplacement de la faune épigée est moins aisé (Morris, 2000).

## 4.2. Richesse, diversité spécifique et comparaison des niveaux de gestion

Les indices de diversité de Shannon ne donne pas beaucoup d'indications car ils restent dans une fourchette assez restreinte. En ce qui concerne la richesse spécifique, les différences entre les types de gestion mises en évidence restent minimales. La richesse est la plus élevée pour le niveau de gestion 1, c'est-à-dire la gestion intensive, alors que l'on pourrait s'attendre au contraire. Cela est sans doute dû à l'exploitation des trois stations de ce niveau (stations 1, 2 et 3) qui n'est pas "assez" intensive. En effet, hormis le fait qu'elles sont fauchées en juin, ces prairies pourraient presque, du point de vue des intrants qui leur sont apportés, convenir au cahier des charges "fauche tardive". Ces terrains ne sont de surcroît pas traités aux pesticides. De plus, ces trois stations étant géographiquement très proches, on peut voir dans les résultats une autocorrélation spatiale qui implique que les stations voisines présentent des valeurs similaires (et particulièrement élevées si, pour des raisons historiques ou autres, cette zone offre des conditions favorables à un grand nombre d'espèces de Carabidae).

Cependant, il faut remarquer que les espèces capturées dans les stations de niveau intensif sont plus banales et communes (*Bembidion lampros*, *Nebria brevicollis*, *Loricera pilicornis*,...) que celles des stations de niveau plus extensif, très sténopes et inféodées à des habitats bien particuliers (*Oodes helopioides*, *Synuchus nivalis*, *Trechus micros*, *Trichocellus placidus*, *Trichocellus cognatus*,...). Il serait dès lors opportun d'appliquer à chaque station la méthode des indices de richesse spécifique pondérée, afin de prendre en compte la rareté des espèces.

La différence est plus marquée concernant l'abondance des individus par station, ou par niveau de gestion. Pour les deux niveaux de gestion plus extensive (stations 7 à 12), il y a significativement moins d'individus. Ceci pourrait être expliqué par un apport moindre de fumure, qui conduirait à une abondance moindre d'individus, du moins parmi les espèces les plus communes. Cette hypothèse est corroborée par plusieurs recherches dans ce sens. Les fertilisants favorisent la croissance des plantes et donc la hauteur de la végétation, ce qui peut accroître le nombre d'invertébrés. Les fertilisants azotés ont aussi pour effet d'augmenter la qualité de la plante (en particulier de l'herbe) et de là l'abondance des espèces phytophages (Morris, 2000).

Aux Pays-Bas, le suivi de prairies dans lesquelles l'arrêt de la fertilisation remontait à plusieurs années a révélé que les abondances les plus basses d'individus de différents groupes taxonomiques de macro-invertébrés se trouvaient dans les terrains les plus appauvris (Hemerik et al., 2002).

Il faut préciser qu'un grand nombre d'insectes phytophages sont spécialisés sur une ou quelques plantes-hôtes. Une étude a montré que la richesse des insectes phytophages est dépendante de la richesse des plantes, et que leur abondance est faiblement corrélée avec à la fois la biomasse végétale et la richesse des plantes. Quant aux insectes prédateurs, leur richesse est positivement corrélée à la richesse des insectes phytophages et faiblement dépendante de la richesse des végétaux, et leur abondance est dépendante de l'abondance des phytophages, mais indépendante de la richesse des plantes (Knops et al., 1999). Or les Carabidae étant en grande partie prédateurs, leur

abondance ne dépendrait pas de la richesse végétale, mais bien de l'abondance de leurs proies.

En ce qui concerne l'état alaire des individus, on remarque une prépondérance de macroptères, espèces typiquement liées aux habitats fortement imprévisibles (Ribera et al., 2001), ce qui est le cas des prairies de fauche. La station 11 fait exception, avec une quantité de brachyptères certes inférieure à celle des macroptères mais tout de même importante, en raison de l'abondance de *Carabus auratus*. Cette station est en effet fortement tamponnée et la présence d'un rideau d'arbustes à proximité n'est pas étrangère à cette présence.

Néanmoins, les effets de la fauche ne sont pas les mêmes sur tous les arthropodes. Morris (2000) constate que les Coléoptères semblent être un groupe plus robuste face au fauchage. Une gestion de fauche appliquée à une pelouse calcaire a même favorisé des insectes phytophages mais a été préjudiciable à un grand nombre d'espèces d'autres groupes trophiques.

En outre, bien que les pratiques culturales intensives, comme par exemple les labours profonds à la fin de l'hiver qui exposent au gel les larves et les adultes hivernants conduisent notamment à la disparition des populations de prédateurs spécialisés (Dufréne et al., 1997), la fauche n'altère quant à elle que la végétation située à plusieurs centimètres au-dessus du sol.

Cependant, il est à noter que la hauteur de l'herbe peut avoir un impact sur la présence de certaines espèces. Les prédateurs avec des yeux bien développés (p. ex. *Notiophilus sp.*) sont caractéristiques des milieux ouverts et sont plus fréquents dans les prairies à herbe courte que dans les pelouses hautes. Toutefois, les organes sensoriels très développés sont caractéristiques des prédateurs-chasseurs et on ne peut pas penser que les hautes herbes affectent ces espèces. De plus, les prédateurs actifs ne passent pas nécessairement tout leur temps sur leur terrain de chasse mais peuvent utiliser de la végétation plus haute pour se protéger de leurs propres prédateurs (Morris, 2000).

Un autre facteur peut également entrer en ligne de compte pour la modification des structures de Carabes : le pâturage des parcelles après la fauche. Le bétail exerce une triple action sur son environnement par le piétinement du sol, la défoliation de la végétation et l'apport de fertilisants par les excréments. Une étude menée en Pennsylvanie sur des prairies pâturées a montré que le pâturage influençait négativement un grand nombre de Carabes (et quelques espèces de Staphylins): la plupart des espèces étaient plus courantes dans des endroits de biomasse élevée, c'est-à-dire non pâturés (Byers et al., 2000). Si l'on considère parmi les stations prospectées les prairies pâturées en cours de saison, on remarque qu'à l'intérieur du niveau de gestion 1, la seule station pâturée (station 3) est celle qui a le S et N les plus bas. De même, pour le niveau 3, les stations pâturées 7 et 8 ont des S et N bien plus bas que la station 9 non pâturée.

### 4.3. Ordination et groupement

Les quatre stations les moins altérées sont les stations 9, 10, 11 et 12, et cette distinction est bien marquée par l'AFC et le dendrogramme. En effet, les stations 10, 11 et 12 ne sont pas perturbées par les activités humaines en raison de leur statut de réserves et, bien que deux d'entre elles soient pâturées, les buissons épars et arbustes alentour jouent un rôle de refuge. La station 9 qui est fauchée peut quant à elle bénéficier également des zones refuges constituées par les prés et cultures biologiques qui l'entourent. Le rôle des haies n'est plus à démontrer et dans des prairies gérées plus intensivement, les lisières plantées de haies fournissent des réservoirs de Carabes qui pourront réenvahir les champs traités ou labourés (Asteraki et al., 1995). De plus, les chances de passer l'hiver sont meilleures dans des habitats bordés de haies que dans des bordures herbeuses de champs qui ne sont pas des milieux aussi tamponnés face aux conditions hivernales (Varchola et al., 2001). Les patrons de distribution des espèces dépendent donc bien d'une composante de bouleversement du milieu.

L'humidité du sol est un facteur qui intervient de façon marquée sur les structures de peuplements de Carabidae (Blake et al., 1996). On le constate si l'on regarde de près les exigences écologiques des espèces trouvées en grand nombre et qui contribuent de manière significative à l'axe 2 de l'AFC. Le facteur humidité pourrait encore être davantage mis en évidence avec d'autres espèces si le nombre d'individus collectés de ces espèces avait été plus grand (Byers, 2000). Par exemple, 3 individus seulement de *Chlaenius nigricornis* (typique des habitats rivulaires eutrophes) ont été relevés dans les stations 4 et 7 qui sont mal drainées et donc favorables à cette espèce.

## 5. Conclusions et perspectives

Il ressort de cette étude que les peuplements de Carabidae se structurent principalement selon deux facteurs. Le premier, la perturbation du milieu, permet de renforcer l'idée selon laquelle les zones refuges sont indispensables pour faire face aux aléas subis par les habitats régulièrement dérangés. Les bordures de champs enherbées, les haies et bandes boisées sont essentielles pour permettre le passage de l'hiver de certains insectes pouvant en outre s'avérer de précieux auxiliaires en lutte intégrée (Maelfait et al., 1994). Ainsi, on ne peut qu'encourager l'application simultanée de la fauche tardive avec, par exemple, une autre mesure comme le maintien de haies.

Le second, l'humidité du sol, a déjà été mis en évidence depuis longtemps et dans de nombreux ouvrages (Baguette, 1992 ; Byers et al., 2000 ; Mercatoris et al., 1990 ; Thiele, 1977). Certaines espèces sont en effet hygrophiles et caractérisent parfaitement les milieux humides, d'autres sont au contraire strictement xérophiles et inféodées aux sols secs et bien drainés.

Quant à savoir si la fauche tardive a un effet positif sur les communautés de Carabidae, la réponse sera plutôt nuancée. D'un niveau de gestion à l'autre, la valeur numérique de la richesse spécifique semble ne pas varier. Les espèces ne sont pourtant pas les mêmes, et s'avèrent être d'un intérêt moindre dans les prairies d'un niveau de gestion plus bas. L'abondance des individus apparaît par contre liée aux quantités d'intrants qui favoriseraient la biomasse végétale et par là le nombre de proies et de prédateurs. Mais il faut garder à l'esprit que l'étude ne porte que sur trois mois et qu'une interprétation de relevés ultérieurs devrait permettre de confirmer les hypothèses avancées.

Bien que les Carabidae soient un groupe de bio-indicateurs largement utilisés, il ne faut pas oublier que d'autres animaux peuvent bénéficier de la fauche tardive, par exemple les araignées. Les différentes strates de la végétation des prairies sont utilisées, en plus de son usage d'habitat permanent, pour y construire les cocons et pour les espèces vivant au sol, pour chasser occasionnellement (Morris, 2000). Dufey (1962) a démontré l'importance de l'architecture des hautes herbes, particulièrement les herbes mortes, dans les prairies non gérées. La partie ligneuse et dure est préférée à la partie verte et feuillue pour la construction de toiles de certaines espèces. De même, certains oiseaux et mammifères peuvent utiliser les prairies fauchées tardivement de diverses manières. C'est d'ailleurs pour éviter d'avoir à revivre la triste expérience d'un faon caché dans les hautes herbes et tué lors de la fauche que l'exploitant de la station 9 a opté pour la fauche très tardive.

Quelques ajustements de la méthodologie pourraient néanmoins se révéler judicieux si l'étude devait être poursuivie ou renouvelée :

- Les stations de niveau 1 devraient être choisies parmi des prairies où la gestion est plus intensive que dans le cas présent, afin d'avoir des niveaux suffisamment contrastés.



- La différenciation des stations ne devrait porter que sur les quelques facteurs que l'on souhaite étudier, les autres étant idéalement constants (exposition du terrain, composition du sol, humidité, pâturage ou non,...).
- L'étude devrait être réalisée sur une plus longue période, ou être répétée à intervalles fixes (plusieurs années). Ceci permettrait de suivre l'évolution dans le temps des peuplements de Carabidae et de tirer des conclusions sur une éventuelle recolonisation du milieu.

Le plus difficile restera toutefois le choix des stations de niveau moyen ou élevé parmi un éventail assez restreint en Ardenne. Ainsi, lors d'une évaluation en 2000 de plusieurs mesures agri-environnementales (fauche tardive, fauche très tardive, mesures conservatoires en zones humides), le GIREA a inventorié 50 prairies en Ardenne, couvrant une superficie de 161,1 hectares. Alors que le pourcentage (en superficie) de prairies d'intérêt biologique moyen ou élevé est de 58 % pour l'ensemble de la région wallonne, il n'est que de 19 % pour l'Ardenne (DGRNE, 2001).

En dehors des considérations environnementales mises en avant dans ce travail, il convient de rappeler que la gestion d'un terrain agricole doit d'abord servir la cause de l'exploitant : sa plus grande adhésion aux mesures agri-environnementales devra sans doute passer par une revalorisation des primes octroyées, afin de compenser les quelques désagréments occasionnés par l'adaptation de son mode d'exploitation (fourrage de moindre qualité, intempéries de ces dernières années qui ont gêné la fauche juste après le 1<sup>er</sup> juillet,...). De plus, une sensibilisation des agriculteurs par des explications appropriées sur les objectifs recherchés pourrait probablement induire ou accroître leur responsabilisation face à l'impact de leurs activités sur l'environnement. Ce sentiment est heureusement déjà bien présent chez certains, comme l'atteste le vif intérêt porté à cette étude par les exploitants qui ont prêté leurs terrains en insistant pour avoir un retour sur l'information scientifique dégagée par les résultats.

## 6. Bibliographie

- ◆ Asteraki, E.J. ; Hanks, C.B. ; Clements, R.O. 1995. The influence of different types of grassland field margin on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 54 (1995) 195-202.
- ◆ Baguette, M. 1992. Sélection de l'habitat des Carabidae en milieu forestier. Dissertation présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences. Université Catholique de Louvain, 122pp.
- ◆ Blake, S. ; Foster, G.N. ; Fisher, G.E.J. ; Lifertwood, G.L. 1996. Effects of management practices on the carabid faunas of newly established wildflower meadows in southern Scotland. *Ann. Zool. Fennici* 33 : 139-147.
- ◆ Byers, R.A. ; Barker, G.M. ; Davidson, R.L. ; Hoebeke, E.R. ; Sanderson, M.A. 2000. Richness and abundance of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera), in Northeastern dairy pastures under intensive grazing. *The Great Lakes Entomologist*, 81-105.
- ◆ de Goede, R.G.M. ; van Dijk, Th.S. 1998. Establishment of carabid beetle and nematode populations in a nature restoration project after the abandonment of arable land. *Applied Soil Ecology* 9 (1998) 355-360.
- ◆ Desender, K. 1986 a-d. Distribution and ecology of Carabid beetles in Belgium (Coleoptera: Carabidae). Part 1-4. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel (30, 24, 23, 48 pp).
- ◆ Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 1999. Les mesures agri-environnementales : le nouvel arrêté. Les nouvelles du printemps, dossier.
- ◆ Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 2000. Etat de l'environnement wallon 2000. L'environnement wallon à l'aube du XXIe siècle. Approche évolutive.
- ◆ Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 2001. Evaluation de l'impact des mesures agri-environnementales. Les nouvelles de l'été, pp 21-23.
- ◆ Dufrière, M. ; Lebrun Ph. 1997. Les Coléoptères Carabides. Système d'Information sur la Biodiversité en Wallonie.  
<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eev/eev93/carabides.html>
- ◆ Fournier, E. 2000. Des insectes indicateurs de la restauration de la biodiversité en milieu agricole intensif. Le cas des Carabidés en Beauce. *Insectes*, n°118 : 5-9.

- ◆ French, B.W. ; Elliott, N.C. 1999. Temporal and spatial distribution of ground beetle (Coleoptera : Carabidae) assemblages in grasslands and adjacent wheat fields. *Pedobiologia* 43, 73-84.
- ◆ Goffart, Ph. 1998. Impact des mesures de gestion sur les populations d'insectes. *Parcs & Réserves*, 53/3 (1998): 12-17.
- ◆ Hemerik, L. ; Brussaard L. 2002. Diversity of soil macro-invertebrates in grasslands under restoration succession. *European Journal of Soil Biology*, 38 (2002) 145-150.
- ◆ Jeannel, R. 1970. Faune de France, tomes 39 et 40 : Coléoptères Carabiques. Paris. Librairie de la Faculté des Sciences.
- ◆ Kegel, B. 1994. The biology of four sympatric *Poecilus* species. *Carabid beetles: Ecology and Evolution*, 157-163.
- ◆ Knops, J.M.H. ; Tilman D. ; Haddad, N.M.; Naeem, S.; Mitchell, C.E.; Haarstad, J.; Ritchie, M.E.; Howe, K.M.; Reich, P.B.; Siemann, E.; Groth, J. 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters*, (1999) 2: 286-293.
- ◆ Kruess, A. ; Tschamtkke, T. 2002. Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological Conservation* 106 (2002) 293-302.
- ◆ Lindroth, C.H. 1974. Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the identification of British Insects, vol. 4(2). Royal Entomological Society, London, 148 pp.
- ◆ Lövei, G. ; Sunderland, K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera : Carabidae). *Annu. Rev. Entomol.*, 41 : 231-256.
- ◆ Luff, M.L. ; Rushton, S.P. 1989. The ground beetle and spider fauna of managed and unimproved upland pasture. *Agriculture, ecosystems and environment*, 25 (1989) 195-205.
- ◆ Maelfait, J.-P. ; Desender, K. ; Dufrière, M. 1994. Carabid beetles and nature conservation research in Belgium: a review. *Carabid beetles: Ecology and Evolution*, 319-323.
- ◆ Mercatoris, N. ; Dufrière, M. ; Lebrun, Ph. 1990. Carabides de prairies du nord du Grand-Duché de Luxembourg (Coleoptera : Carabidae). *Lëtzebuurger Entomologesch Aäitschrëft*, Joergang 12, nummer 2, 113-125.
- ◆ Morris, M.G. ; Rispin, W.E. 1987. Abundance and diversity of the coleopterous fauna of a calcareous grassland under different cutting regimes. *Journal of applied ecology* 24, 451-465.

- ◆ Morris, M.G. 2000. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. *Biological Conservation* 95 (2000) 129-142.
  
- ◆ Panzer, R. ; Schwartz, M. 2000. Effects of management burning on prairie insect species richness within a system of small, highly fragmented reserves. *Biological Conservation* 96 (2000) 363-369.
  
- ◆ Perez Gomez, R.T. 2001. Approche de l'impact de la fragmentation de l'habitat sur les peuplements de Carabidae forestiers. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Biologie. Université Catholique de Louvain, 53pp.
  
- ◆ Ribera, I. ; Dolédec, S. ; Downie, I.S. ; Foster, G.N. 2001. Effects of land disturbance and stress on species traits of ground beetles assemblages. *Ecology*, 82(4) : 1112-1129.
  
- ◆ SAS Institute Inc. 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, vol. 1,2. SAS Institute, Cary, NC, USA, 1686 pp.
  
- ◆ Soltner, D. 1980. Phytotechnie générale. Les bases de la production végétale. Tome1 : Le sol. Sciences et techniques agricoles, Angers, 456 pp.
  
- ◆ Thiele, H-U. 1977. Carabid beetles in their environments. Springer-Verlag, New York, 369pp.
  
- ◆ Varchola, J.M. ; Dunn, J.P. 2001. Influence of hedgrow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera : Carabidae) activity in fields of corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83 (2001) 153-163.
  
- ◆ Verdú, J.R. ; Crespo, M.B. ; Galante, E. 2000. Conservation strategy of nature reserve in Mediterranean ecosystems : the effects of protection from grazing on biodiversity. *Biodiversity and conservation* 9: 1707-1721, 2000.
  
- ◆ Zera, A.J. ; Denno, R.F. 1997. Physiology and ecology of dispersal polymorphism in insects. *Annu. Rev. Entomol.*, 42: 207-231.

## 7. Annexes

### Annexe 1. Liste des espèces recensées

1. *Abax ater* (Villiers, 1789)
2. *Agonum assimile* (Paykull, 1798)
3. *Agonum dorsale* (Sahlberg, 1827)
4. *Agonum gracile* (Gyllenhal, 1827)
5. *Agonum muelleri* (Herbst, 1785)
6. *Amara aenea* (De Geer, 1774)
7. *Amara communis* (Panzer, 1797)
8. *Amara curta* (Dejean, 1828)
9. *Amara familiaris* (Duftschmid, 1812)
10. *Amara lunicollis* (Schidte, 1837)
11. *Amara ovata* (Fabricius, 1792)
12. *Amara similata* (Gyllenhal, 1810)
13. *Anisodactylus binotatus* (Fabricius, 1787)
14. *Asaphidion curtum* (Heyden, 1870)
15. *Bembidion guttula* (Fabricius, 1792)
16. *Bembidion lampros* (Herbst, 1784)
17. *Bembidion obtusum* (Serville, 1821)
18. *Bembidion properans* (Stephens, 1829)
19. *Bembidion quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761)
20. *Bembidion tetracolum* (Say, 1823)
21. *Bradycellus harpalinus* (Serville, 1821)
22. *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777)
23. *Carabus auratus* (Linnaeus, 1761)
24. *Carabus granulatus* (Linnaeus, 1761)
25. *Carabus monilis* (Fabricius, 1792)
26. *Carabus nemoralis* (Mueller, 1764)
27. *Chlaenius nigricornis* (Fabricius, 1787)
28. *Clivina fossor* (Linnaeus, 1758)
29. *Cychrus caraboides* (Linnaeus, 1758)
30. *Dyschirius globosus* (Herbst, 1783)
31. *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758)
32. *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774)
33. *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775)
34. *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792)
35. *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779)
36. *Notiophilus palustris* (Duftschmid, 1812)
37. *Notiophilus rufipes* (Curtis, 1829)
38. *Notiophilus substriatus* (Waterhouse, 1833)
39. *Oodes helopioides* (Fabricius, 1792)
40. *Pterostichus cupreus* (Linnaeus, 1758)
41. *Pterostichus diligens* (Sturm, 1824)
42. *Pterostichus madidus* (Fabricius, 1775)

43. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)
44. *Pterostichus niger* (Schaller, 1783)
45. *Pterostichus nigrita* (Paykull, 1790)
46. *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787)
47. *Pterostichus strenuus* (Panzer, 1797)
48. *Pterostichus vernalis* (Panzer, 1796)
49. *Pterostichus versicolor* (Sturm, 1824)
50. *Stomis pumicatus* (Panzer, 1796)
51. *Synuchus nivalis* (Panzer, 1797)
52. *Trechus micros* (Herbst, 1783)
53. *Trichocellus cognatus* (Gyllenhal, 1827)
54. *Trichocellus placidus* (Gyllenhal, 1827)

Annexe 2. Somme des individus capturés lors des trois relevés (avril, mai et juin 2002) par espèce et par station.

Espèces	Stations												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 <i>Abax ater</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	12	-	14
2 <i>Agonum assimile</i>	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4
3 <i>Agonum dorsale</i>	30	12	21	5	4	23	10	1	-	-	-	-	106
4 <i>Agonum gracile</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
5 <i>Agonum muelleri</i>	12	40	64	53	2	6	11	20	1	1	1	1	212
6 <i>Amara aenea</i>	1	1	6	7	-	1	-	-	1	3	1	1	22
7 <i>Amara communis</i>	11	4	11	20	4	69	2	3	36	27	27	6	220
8 <i>Amara curta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
9 <i>Amara familiaris</i>	4	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	8
10 <i>Amara lunicollis</i>	-	-	2	3	-	3	-	-	3	1	-	3	15
11 <i>Amara ovata</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
12 <i>Amara similata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
13 <i>Anisodactylus binotatus</i>	1	-	-	-	-	3	-	-	-	1	1	-	6
14 <i>Asaphidion curtum</i>	9	14	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	28
15 <i>Bembidion guttula</i>	2	1	2	-	-	-	7	1	-	-	-	28	41
16 <i>Bembidion lampros</i>	140	89	90	29	109	65	22	5	3	1	3	16	572
17 <i>Bembidion obtusum</i>	4	-	1	2	3	1	-	-	2	-	-	1	14
18 <i>Bembidion properans</i>	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
19 <i>Bembidion quadrimaculatum</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	3
20 <i>Bembidion tetracolum</i>	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
21 <i>Bradycellus harpalinus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2
22 <i>Calathus fuscipes</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23 <i>Carabus auratus</i>	4	5	2	4	2	-	-	-	1	-	60	-	78
24 <i>Carabus granulatus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4
25 <i>Carabus monilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	6

26	<i>Carabus nemoralis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	1	8	
27	<i>Chlaenius nigricornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
28	<i>Clivina fossor</i>	1	2	1	31	-	8	28	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	84	
29	<i>Cychrus caraboides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
30	<i>Dyschirius globosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
31	<i>Harpalus latus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
32	<i>Harpalus rufipes</i>	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
33	<i>Loricera pilicornis</i>	42	18	18	47	27	15	23	28	4	5	-	-	-	-	-	-	4	5	-	227	
34	<i>Nebria brevicollis</i>	15	60	15	22	30	1	50	35	9	5	5	247	-	-	-	-	5	5	5	247	
35	<i>Notiophilus biguttatus</i>	-	4	-	1	4	6	-	4	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	19
36	<i>Notiophilus palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	2
37	<i>Notiophilus rufipes</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
38	<i>Notiophilus substriatus</i>	61	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	62
39	<i>Oodes helopioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
40	<i>Pterostichus cupreus</i>	9	-	-	5	-	1	2	-	17	-	-	36	-	-	-	-	-	-	2	-	36
41	<i>Pterostichus diligens</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	35	-	-	-	-	4	2	28	-	35
42	<i>Pterostichus madidus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13
43	<i>Pterostichus melanarius</i>	5	3	-	34	2	-	-	1	4	2	12	63	-	-	-	-	2	12	-	-	63
44	<i>Pterostichus niger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
45	<i>Pterostichus nigrita</i>	-	-	-	-	1	-	15	6	-	1	20	45	-	-	-	-	1	2	20	-	45
46	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	17	-	-	-	-	-	2	2	12	-	17
47	<i>Pterostichus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2
48	<i>Pterostichus strenuus</i>	3	23	12	32	51	9	27	8	1	1	14	187	-	-	-	-	6	6	14	-	187
49	<i>Pterostichus vernalis</i>	8	5	6	8	4	3	6	4	5	-	4	54	-	-	-	-	1	1	4	-	54
50	<i>Pterostichus versicolor</i>	63	19	42	227	25	104	8	3	151	29	88	811	-	-	-	-	52	52	88	-	811
51	<i>Stomis pumicatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1
52	<i>Synuchus nivalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
53	<i>Trechus micros</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
54	<i>Trichocellus cognatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	2



55	<i>Trichocellus placidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	Total	435	304	301	534	274	323	214	127	264	75	208	247	3306						



