

Recherches sur l'écosystème forêt, Biocénose des Coléoptères

par Charles GASPAS, Marc DUFRÊNE, Camille THIRION, Jean FAGOT, Konjev DESENDER, Jean-Pierre MAELFAIT, Pierre RASMONT et Michel DESIERE †

Travail réalisé grâce à un subside du (F.R.F.C.)
(Convention n° 2.9002.79)

Résumé

Cette note a pour but de présenter les résultats préliminaires de nos études réalisées dans différents milieux forestiers de Belgique. Nous avons tenté de mettre en évidence des groupements de stations forestières basés sur la présence d'espèce.

Mots-clés: Coléoptères - Biocénose - Forêt - Ecologie.

Summary

Our study is concerning with the Coleoptera's fauna of 42 forests of Belgium.

Based on 187 species, our ecological study shows that the typical forest biotops have a entomological fauna quiet stable in comparasion of those which are present in open environment of forest ecosystem.

Key-words: Coleoptera - Biocenosis - Forest - Ecology.

Introduction

Le caractère pérenne des peuplements forestiers justifie la présence d'une faune, en particulier d'une entomofaune riche et diversifiée, même si la forêt telle que nous la voyons aujourd'hui est la résultante de l'influence de facteurs divers qui l'ont complètement transformée par rapport à la forêt originelle.

Parmi ces facteurs nous pouvons retenir: les facteurs climatiques, les interventions humaines et les dégâts provoqués par les insectes.

En raison de cette pérennité, nous avons débuté des recherches depuis 1963 dans différents milieux forestiers. Elles ont pour but d'arriver à une meilleure connaissance quantitative, qualitative et écologique de la faune du niveau du sol et de l'entomofaune ailée des forêts (GASPAS et al., 1968; GASPAS, 1967, 1972, 1974; KRIZELJ, 1968; KRIZELJ et VERSTRAETEN, 1971).

1. Les sites étudiés

Quarante-deux forêts ont été inventoriées en Belgique. Elles se répartissent comme suit dans les régions:

- deux chênaies à charme en Flandre;
- une chênaie à charme coudrier à Mesnil-Eglise (Famenne septentrionale);

- une chênaie calcicole à Virelles (Fagne);
- deux hêtraies à fétuque, deux hêtraies à luzule, deux pessières et une chênaie à bouleau à Haut-Fays au seuil de la Moyenne ardenne au-dessus du versant nord qui descend vers la Famenne;

- une chênaie à bouleau, une hêtraie à fétuque, une hêtraie à luzule, une pessière à St.-Hubert;
- une chênaie à bouleau, une hêtraie à fétuque, une hêtraie à luzule, une pessière à Arville;

Ces deux sites se situant sur le plateau ardennais.

- Une jeune pessière (1 an), une pessière, une coupe à blanc, une forêt de Méléze (10 ans) à Suxy; ces stations étant exposées au N-E;

- trois chênaies, cinq hêtraies à luzule, trois pessières, un gagnage, une forêt de Méléze, deux plantations d'*Abies grandis*, deux de Douglas, une d'*Abies nobilis* et une d'*Abies alba* aux Epioux sur le versant sud de l'Ardenne qui descend vers la Gaume.

Les stations échantillonnées aux Epioux sont situées d'une part dans la partie Nord du domaine qui appartient géologiquement à l'Ardenne, et dans la partie Sud qui elle a déjà les caractéristiques climatiques de la Gaume.

Les descriptions phytosociologiques et pédologiques des stations se trouvent dans les publications et mémoires de GASPAS et al., 1972, GASPAS et al., 1968, FAGOT 1979, SYMOENS, 1975, ISTASSE, 1981, ISTASSE et al., 1983, FAGOT et al., 1981.

2. Méthodes d'échantillonnage

Pour l'échantillonnage des biotopes nous avons utilisé des pièges connus sous le nom de "piège entonnoir" (NICHOLLS, 1963). Selon les milieux, ces pièges ont été appâtés avec des excréments de Cervidés ou avec de la viande.

3. Analyses des données

La méthodologie qui sera utilisée au cours de cette analyse est celle proposée par DUFRÊNE & LEBRUN (in prep.) pour la recherche des espèces indicatrices. La première étape consiste à définir les meilleurs descripteurs de la répartition des espèces. Elle se scinde en deux

parties: la recherche des descripteurs par des ordinations en espace réduit et la définition des classes de ces descripteurs par des méthodes de groupements appliquées aux stations. La seconde étape est la quantification du rôle des descripteurs les uns par rapport aux autres. La mesure d'information mutuelle (DAGET & GODRON, 1982) et les profits pondérés des présences dans les classes des descripteurs permettent alors de déterminer les espèces indicatrices et les niveaux auxquels elles sont sensibles. Enfin, d'autres espèces moins caractéristiques sont associées aux espèces indicatrices par des procédures de groupements.

La manière dont les données sont structurées est visualisée à l'aide des méthodes d'ordination en espace réduit. Des analyses multivariées préliminaires (A.C.P. = analyse en composantes principales, A.F.C. = analyse factorielle des correspondances quantitatives brutes) ont été réalisées sur les données. Les différences entre les stations sont telles qu'aucune structure n'apparaît. Chaque axe est déterminé par une ou deux stations qui s'opposent à toutes les autres. Les données sont alors transformées en absence-présence. La nouvelle matrice est construite à partir de la matrice brute après avoir éliminé tous les individus erratiques (abondances = 1) dans tous les relevés. L'analyse d'une matrice d'absence-présence permet aussi de contourner le problème de la comparaison des abondances de plusieurs espèces dans un site qui, selon DEN BOER (non publié), rendrait la plupart des analyses multivariées quantitatives illicites. En outre, la méthodologie et les périodes de piégeage ne sont pas homogènes d'un relevé à l'autre. La nouvelle matrice compte 42 stations et 101 espèces. Elle est analysée par deux méthodes multivariées (A.F.C. et Co.P. = coordonnées principales). Seuls les résultats de la seconde sont présentés ici. Une matrice de similarité entre les stations construites avec le coefficient de JACCARD sert de base à cette analyse.

La meilleure classification des stations est recherchée dans le but de définir les classes du ou des descripteurs mis en évidence par les ordinations en espace réduit. Comme notre jeu de données est assez hétérogène, nous avons opté pour une méthode qui optimise la structure des groupes formés à chaque niveau de groupement. La méthode k-means (HARTIGAN & WONG, 1979; LEGENDRE & VAUDOR, 1988.) produit en effet des répartitions de stations qui minimisent la variance intergroupe. Cette méthode non-hiérarchique permet néanmoins de déceler dans les données, une structure hiérarchique qui n'est pas tributaire de l'histoire du groupement. Elle révèle en outre les stations très indépendantes ("outliers") qui changent de groupes d'un niveau à l'autre. Les groupes de stations ($k = 10$) seront représentés dans un des plans de l'ordination en espace réduit.

Un groupement des espèces basé sur leur répartition dans les groupes de stations permettra de dégager les espèces associées à l'un ou l'autre niveau. Quatre procédures de groupements agglomératifs (liens inter-

médiaires, association moyenne, centroïde et Ward) sont utilisées à partir d'une matrice de similarité calculée avec le coefficient de STEINHAUS. La méthode k-means a aussi été utilisée mais uniquement pour une seule valeur de k. La matrice des profils pondérés des présences des espèces, dans les classes du meilleur descripteur comme jeu de données, a été utilisée. Cela nous permet d'interpréter directement les similarités des espèces sur base des groupes de stations. On ne donne donc plus le même poids à chaque station, mais bien à chaque groupe de stations. On cherchera seulement à mettre en évidence des groupes d'espèces stables d'un dendrogramme à l'autre. Le groupement des espèces ainsi obtenu facilitera l'interprétation de la structure des données.

4. Résultats

4.1. Au niveau des familles

Les données de base de cette étude font partie de la Banque de données entomologiques de Gembloux.

187 espèces de Coléoptères représentées par 81.830 individus ont été récoltées et déterminées.

Elles se répartissent en 24 familles à savoir: Carabidae (55 espèces), Staphylinidae (42 espèces), Geotrupidae (1 espèce), Silphidae (5 espèces), Curculionidae (1 espèce), Catopidae (13 espèces), Lucanidae (1 espèce), Coccinellidae (3 espèces), Hydrophilidae (5 espèces), Aphodiidae (6 espèces), Byrrhidae (8 espèces), Elateridae (17 espèces), Curculionidae (12 espèces), Chrysomelidae (3 espèces), Oedemeridae (1 espèce), Liodidae (1 espèce), Scaphidiidae (1 espèce), Cerambycidae (7 espèces), Cantharidae (2 espèces), Ptinidae (1 espèce), Buprestidae (1 espèce), Scolytidae (2 espèces), Melyridae (1 espèce), Sphaeritidae (1 espèce).

Les familles les plus importantes au point de vue spécifique sont les Carabidae, Staphylinidae, Elateridae et Curculionidae.

4.2. Structure du jeu de données et recherche de descripteurs

L'ordination en espace réduit produite par les coordonnées principales montre un beau fer à cheval ou effet GUTTMAN dans le plan des deux premiers axes (% de variance expliquée = 20,12% et 14,41%) (fig. 1). Cela peut se traduire par l'existence d'un gradient plus ou moins linéaire dans la matrice de données originales. Il oppose les stations ouvertes, mais situées en milieu forestier ou des piégeages avec appâts ont été réalisés, aux stations forestières très fermées comme les plantations de résineux exotiques. Dès le troisième axe (8,15%), l'ordination se comporte comme celle sur les données brutes: les axes successifs correspondent à une ou deux stations.

Le groupement des stations par la méthode k-means donne la même information (fig. 2). La première scission ($k = 2$) oppose les stations forestières ouvertes et les milieux forestiers où ont été réalisés des piégeages avec appâts aux autres stations forestières soit les

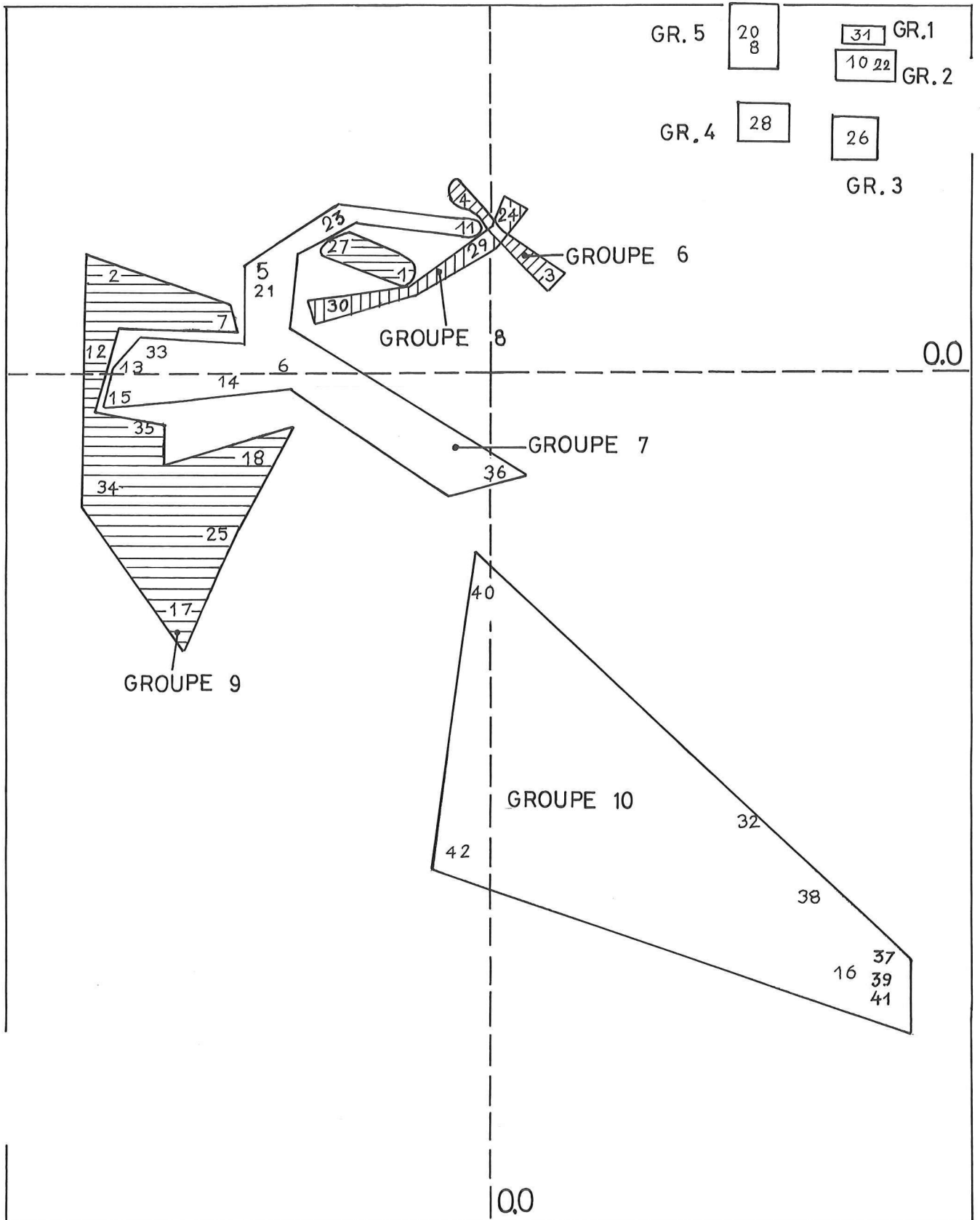


fig. 1: Répartition des stations et des groupes. Effet Guttman.

Fig.2 Groupement des stations (K.Means)

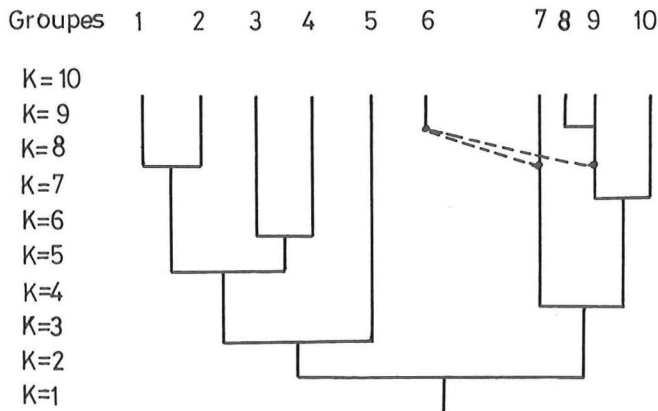


fig. 2: Répartition des stations dans les groupes (k-means).

milieux forestiers de la retombée sud de l'Ardenne. Au fur et à mesure que le nombre de groupes augmente, le premier groupe (ouvert) se divise très vite en petites unités. Il est donc assez hétérogène, ce qui explique la difficulté que les méthodes d'ordination ont à dégager une structure dans les données. Le lot des stations forestières se subdivise en quatre grands groupes dont un (n° 6) est intermédiaire entre les stations ouvertes et fermées. Ce groupe 6, renferme les chênaies à charme coudrier, à Galeobdolon et à Oxalis; chênaies sombres par leurs sous-bois, mais dont les microclimats sont pondérés par les mésoclimats des régions (Famenne et Caestienne).

Quand aux autres groupes, ils se composent pour le 7, principalement de chênaies et hêtraies à fêtuque du plateau ardennais central et des hêtraies à luzule, des Epioux. Le groupe 8 est constitué des pessières et Mélèze (10 ans) dans la région des Epioux mais sur versant exposé au N-E, tandis que le groupe 10, quant à lui, renferme principalement les jeunes plantations d'essences exotiques; milieux sombres et froids à entomofaune très pauvre (non adaptation).

Il est plus malaisé de caractériser le groupe 9 par les forêts que l'on y trouve; c'est dans ce groupe que l'on note les deux chênaies de Flandre, caractérisées par l'absence de *Geotrupes stercorosus*.

D'étroites relations unissent ces groupes forestiers comme en témoigne la fréquence des échanges de stations entre eux.

Ces groupes correspondent aux stations:

Groupe 1:

station 31 = PE-ESA Pessière (Epioux Sud Appât)

Groupe 2:

station 10 = CH-ESAG Chênaie (Epioux Sud Appât)

station 22 = HE-ESAG Hêtraie à luzule

(Epioux Sud Appât)

Groupe 3:

station 26 = GA-E Gagnage Epioux

station 28 = PE-SJ (1 an) Pessière (Suxy jeune)

Groupe 5:

station 8 = CH-ENSI Chênaie (Epioux Nord)

station 9 = CH-ENMI Chênaie (Epioux Nord)

station 19 = HE-ENSLI Hêtraie à luzule (Epioux Nord)

station 20 = HE-ENMLI Hêtraie à luzule (Epioux Nord)

Groupe 6:

station 3 = CH-VC Chênaie Coudrier (Virelles)

station 4 = CH-FGO Chênaie à Galeobdolon et à Oxalis (Ferage)

Groupe 7:

station 5 = CH-SNH Chênaie (St-Hubert)

station 6 = CH-A Chênaie (Arville)

station 11 = HE-SHFI Hêtraie à fêtuque (St. Hubert)

station 13 = HE-HFFS Hêtraie à fêtuque (Haut-Fays)

station 14 = HE-HFFG Hêtraie à fêtuque (Haut-Fays)

station 15 = HE-SHL Hêtraie à luzule (St.-Hubert)

station 21 = HE-ENLG Hêtraie à luzule

(Epioux Nord)

station 23 = HE-ESNLG Hêtraie à luzule

(Epioux Sud)

station 33 = PE-SH Pessière (St.-Hubert)

station 36 = PE-HFG Pessière (Haut-Fays)

Groupe 8:

station 24 = ME-S Mélèze (Suxy)

station 29 = PE-SV Pessière vieille (10 ans) (Suxy)

station 30 = PE-EN Pessière (Epioux Nord)

Groupe 9:

station 1 = CH-FA Chênaie (Flandre A)

station 2 = CH-FB Chênaie (Flandre B)

station 7 = CH-HF Chênaie (Haut-Fays)

station 12 = HE-AFI Hêtraie à fêtuque (Arville)

station 17 = HE-HFLS Hêtraie à luzule (Haut-Fays)

station 18 = HE-HFLG Hêtraie à luzule (Haut-Fays)

station 25 = ME-EN Mélèze (Epioux Nord)

station 27 = CO-S Coupe (Suxy)

station 34 = PE-A Pessière (Arville)

station 35 = Pessière (Haut-Fays)

Groupe 10:

station 16 = HE-AL Hêtraie à luzule (Arville)

station 32 = PE-ESN Pessière (Epioux Sud)

station 37 = PE-ESN *Abies grandis* (Epioux Sud)

station 38 = AG-EN *Abies grandis* (Epioux Nord)

station 39 = AD-ES *Abies douglas* (Epioux Sud)

station 40 = AD-EN *Abies douglas* (Epioux Nord)

station 41 = AD-ES *Abies nobilis* (Epioux Sud)

station 42 = AA-ES *Abies alba* (Epioux Sud)

Ayant défini la signification écologique des groupes de stations obtenus, nous nous proposons de construire les groupes d'espèces à affinités similaires, basés sur les profils pondérés des présences dans chaque groupe de stations. Les résultats obtenus par la méthode k-means et par les procédures de groupements se chevauchent largement. Aussi, nous nous baserons sur ceux de k-means en soulignant deux fois les espèces qui changent de groupes dans les dendrogrammes.

Pour k = 10, les groupes de stations 3 et 4 sont de vrais

milieux ouverts avec une faune typique des milieux ouverts (Carabides = *Amara aenea*, *A. communis*, *A. famelica*, *A. familiaris*, *A. lunicollis*, *P. cupreus*, *P. strenuus*, *P. vernalis*, *P. versicolor*. La carabidofaune du gagnage montre une tendance prairiale alors que celle de la pessière jeune tend plutôt vers les landes. Par contre, les groupes de stations 1, 2 et 5 qui y sont associés dès le départ des milieux forestiers qui ont été échantillonnés par des pièges à fosse appâtés principalement pour les coprophages. Ceux-ci ont donc attiré, en milieu forestier des espèces de milieux ouverts, qui se trouvent notamment sur le gagnage.

Les milieux typiquement forestiers ne sont pas caractérisés par des espèces propres. Les groupes de stations 7, 9 et 10 ne sont caractérisés que par les espèces du groupe d'espèces 1, les plus ubiquistes. Dans les groupes de stations 7 et 9, on trouve d'autres espèces présentes dans les milieux ouverts en proportion telle que le groupe 7 est plus proche des milieux ouverts que le 9. Le groupe de stations n° 10 est le plus pauvre: seulement 5 espèces et toutes des ubiquistes sauf la présence de *Trichotichnus nitens* dans une de ces stations.

Les milieux forestiers ouverts sont donc à l'origine de la diversité du jeu de données. Si ces milieux forestiers ouverts se différencient tous assez bien ce n'est pas le cas des milieux forestiers typiques qui sont très uniformes. Cette caractéristique est certainement à l'origine de l'apparente hétérogénéité des données.

Les groupements des espèces sont constitués par:

Groupe 1: espèces forestières (fig. 3).

1 = *Abax ovalis*, 2 = *Abax ater*, 17 = *Carabus problematicus*, 29 = *Pterostichus madidus*, 32 = *Pterostichus oblongopunctatus*, 55 = *Geotrupes stercorosus*.

La première espèce mise à part, toutes les autres se retrouvent dans les différents milieux étudiés.

Groupe 2: espèces présentes dans les groupes de stations 1 à 5. Ce groupe rassemble les espèces présentes dans les stations de milieux forestiers ouverts (mise à blanc, jeunes plantations) et celles où les pièges étaient appâtés.

18 = *Carabus purpurascens*, 31 = *Pterostichus niger*, 40 = *Lathrobium fulvipenne*, 43 = *Othius punctulatus*, 44 = *Philonthus decorus*, 88 = *Barypithes pellucidus*, 95 = *Strophosomus capitatus*.

Les deux Carabides sont plutôt forestiers, mais *Carabus purpurascens* est aussi présent en milieux ouverts. *Barypithes pellucidus* et *Strophosomus capitatus* se rencontrent dans les chênaies, pineraies, tandis que *Philonthus decorus* vit dans les forêts humides.

Groupe 3: espèces présentes plutôt dans les groupes de stations 1 à 4.

3 = *Abax parallelus*, 11 = *Bembidion lampros*, 25 = *Nebria brevicollis*, 54 = *Xantholinus tricolor*, 57 = *Necrophorus vespillo*, 65 = *Sciodrepoïdes watsoni*, 96 = *Strophosomus melanogrammus*.

Ces espèces se trouvent soit dans les forêts, *Strophoso-*

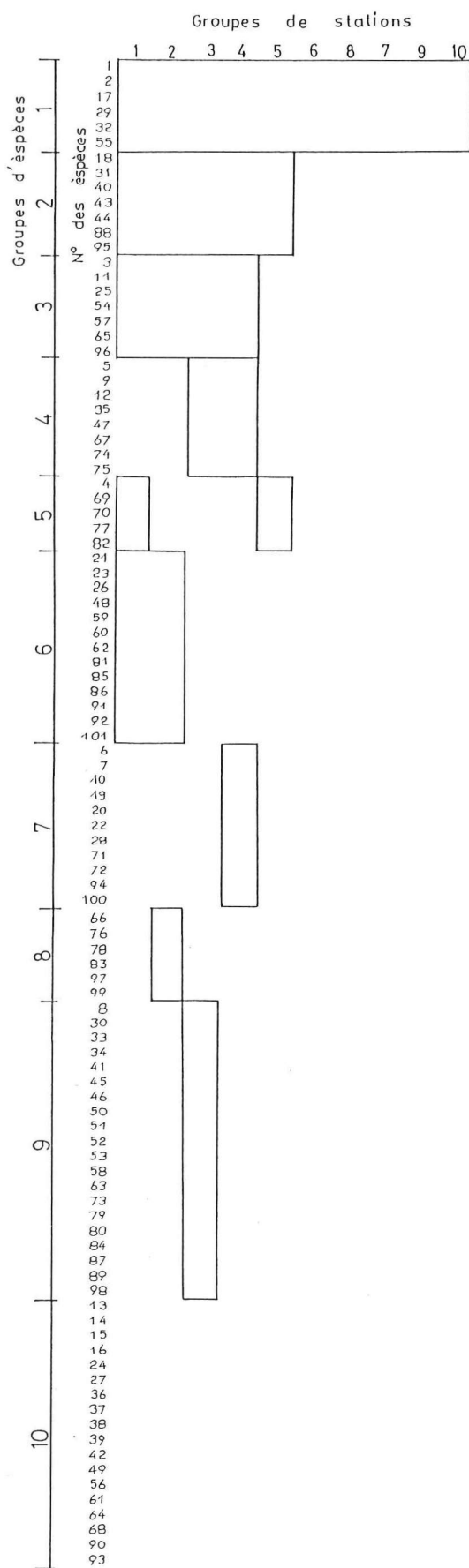


fig. 3: Répartition des espèces dans les groupes de stations.

mus melanogrammus, soit sont pour les Silphidae et Catopidae attirées par les cadavres et les champignons.

Groupe 4: espèces présentes plutôt dans les groupes de stations 3 et 4 (Stations 26 et 28).

5 = *Amara aenea*, 9 = *Amara lunicollis*, 12 = *Calathus melanocephalus*, 35 = *Pterostichus versicolor*, 47 = *Quedius fuliginosus*, 67 = *Coccinella septempunctata*, 174 = *Byrrhus pustulatus*, 75 = *Cytilus sericeus*.

Les espèces de Carabidae sont des espèces de milieux ouverts et secs; quant aux autres espèces elles sont de milieux à sols sableux ou vivant dans des fèces ou les mousses.

Groupe 5: espèces présentes plutôt dans les groupes de stations 1 et 5

4 = *Agonum assimile*, 69 = *Aphodius corvinus*, 70 = *Aphodius sphacelatus*, 77 = *Athous subfuscus*, 82 = *Agriotes gallicus*.

Le Carabidae est strictement forestier eurytherme; quant aux autres espèces, elles se nourrissent soit de fèces de gibiers (chevreuils et cerfs) soit aux dépens des racines de graminées.

Groupe 6: espèces présentes plutôt dans les groupes de stations 1 et 2 et les espèces caractéristiques du groupe 1 (stations 10, 22, 31)

21 = *Dromius agilis*, 23 = *Leistus rufomarginatus*, 26 = *Notiophilus biguttatus*, 48 = *Quedius lateralis*, 59 = *Catops coracinus*, 60 = *Catops nigrita*, 62 = *Catops tristis*, 81 = *Agriotes pallidulus*, 85 = *Dalopius marginatus*, 86 = *Malanotus rufipes*, 91 = *Othiorynchus scaber*, 92 = *Othiorynchus singularis*, 101 = *Rhagium bifasciatum*.

Outre les Carabidae et les Cerambycidae qui sont forestiers, les autres espèces vivent dans des forêts caducifoliées ou des conifères et se nourrissent de racines de graminées ou de petits cadavres.

Groupe 7: espèces dominantes du groupe 4 (Station 28), et dans une certaine mesure du groupe 8.

6 = *Amara communis*, 7 = *Amara famelica*, 10 = *Amara montivaga*, 19 = *Cychrus attenuatus*, 20 = *Cychrus caraboides*, 22 = *Harpalus latus*, 28 = *Pterostichus cupreus*, 71 = *Byrrhus arietinus*, 72 = *Byrrhus fasciatus*, 94 = *Polydrosus impar*, 100 = *Leptura melanura*.

Les Carabidae sont présents dans les milieux ouverts secs à tendance de landes, les terrains sablonneux ou calcaires, ainsi que dans les forêts (hêtraie, chênaie, pessière).

Groupe 8: espèces caractéristiques du groupe 2 (Stations 10 et 22).

66 = *Platycerus caraboides*, 76 = *Porcinolus murinus*, 78 = *Athous vittatus*, 83 = *Agriotes pilosellus*, 97 = *Trachodes hispidulus*, 99 = *Scaphidium quadrimaculatum*.

La première espèce vit dans les chênaies et hêtraies, tandis que les autres se nourrissent soit au détriment des racines (Elateridae) de bois décomposé (*Scaphidium quadrimaculatum*) ou des feuilles.

Groupe 9: espèces caractéristiques du groupe 3 (Station 26).

8 = *Amara familiaris*, 30 = *Pterostichus melanarius*, 33 = *Pterostichus strenuus*, 34 = *Pterostichus vernalis*, 41 = *Ocypus olens*, 45 = *Philonthus laminatus*, 46 = *Pseudocypus aeneocephalus*, 50 = *Quedius molochinus*, 51 = *Quedius tristis*, 52 = *Staphilinus erythropterus*, 53 = *Xantholinus linearis*, 58 = *Silpha tristis*, 63 = *Ptomophagus sericatus*, 73 = *Byrrhus pilula*, 79 = *Agriotes lineatus*, 80 = *Agriotes obscurus*, 184 = *Agriotes sputator*, 87 = *Pseudathous niger*, 89 = *Caenopsis fissirostris*, 98 = *Hypera zoilus*.

Outre les Carabidae qui sont tous de milieux ouverts secs à tendance prairiale, c'est dans ce milieu que l'on trouve le plus de Staphilinidae ubiquistes ou liés à des matières organiques en décomposition.

Les autres espèces de Silphidae, Catopidae, Byrrhidae, Elateridae et Curculionidae, sont inféodées aux espèces végétales.

Groupe 10: ensemble d'espèces erratiques dans les groupes.

13 = *Calosoma inquisitor*, 14 = *Carabus auratus*, 15 = *Carabus arvensis*, 16 = *Carabus nemoralis*, 24 = *Molops piceus*, 27 = *Pterostichus cristatus*, 36 = *Trechus quadristriatus*, 37 = *Trichotichnus nitens*, 38 = *Anotylus sculpturatus*, 39 = *Atheta sodalis*, 42 = *Omalius rivulare*, 49 = *Quedius maurorufus*, 56 = *Necrophorus vespillo*, 61 = *Catops picipes*, 64 = *Nargus velox*, 68 = *Aphodius ater*, 90 = *Hylobius abietis*, 93 = *Polydrosus atomarius*.

Ces espèces se retrouvent donc dans tous les milieux forestiers étudiés et y entretiennent de faibles densités de population.

Conclusion

L'étude de 42 stations forestières réparties en Belgique (Hêtraie, Chêne, pessière, essences exotiques) basée sur 187 espèces de Coléoptères a montré que les milieux forestiers typiques (hêtraie à luzule, à fêtuque, pessière âgée, chênaie) ont des populations entomofauniques très uniformes. Par contre les milieux forestiers ouverts (coupe à blanc, jeunes plantations, forêts de Mélèze) se différencient assez bien.

Notre étude a aussi montré que les pièges appâtés attirent une entomofaune des milieux ouverts vers les milieux forestiers fermés et qu'on devra en tenir compte lors de futures études écologiques.

Bibliographie

- DAGET, Ph. & GODRON, M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. MASSON, Paris, 163 pp.
- DUFRENE, M. & LEBRUN, Ph., en préparation. La recherche des espèces indicatrices: les Carabides du Plateau des Tailles.
- FAGOT, J., 1979. Repeuplement entomologique des coupes à blanc dans les pessières ardennaises. Mémoire Faculté des sciences Agronomiques, Gembloux, 155 p.
- FAGOT, J., GASPAR, Ch., MARCHAL, J.-L. & THIRION, C., 1981. Repeuplement des coupes à blanc dans une pessière ardennaise. 1. Les Coléoptères. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 16 (3), 221-232.
- GASPAR, Ch., 1967. Recherches sur l'écosystème forêt. Série C: La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n°3: Coléoptères piégés en 1965 et 1966. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 2, 657-666.
- GASPAR, Ch., KRIZELJ, S., VERSTRAETEN, Ch. & WOLF, F., 1968. Recherches sur l'écosystème forêt. Série C. La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n° 5: Insectes récoltés dans des bacs d'eau. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 3, 83-100.
- GASPAR, Ch., VERSTRAETEN, Ch., 1972. Recherche sur l'écosystème forêt. Série C. La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n° 26. Biocénose des Coléoptères. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 41, 227-249.
- GASPAR, Ch., 1974. Recherches sur l'écosystème forêt. Biocénose des coléoptères du niveau du sol dans différents biotopes. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 9 (3), 317-334.
- HARTIGAN, J.-A. & WONG, M.-A., 1979. Algorithm AS 136. A k-means clustering algorithm. *Applied Statistics*, 28: 100-108.
- ISTASSE A., 1981. Contribution à l'étude des Coléoptères coprophages forestiers du domaine des Epioux et des coactones régissant la recherche de leur nourriture. Mémoire Faculté des Sciences agronomiques, Gembloux, 180 p.
- ISTASSE, A., THIRION, C. & GASPAR, Ch., 1983. Recherches sur l'écosystème forêt: influences stationnelles sur l'entomofaune forestière (1). *Annales de la Société royale zoologique de Belgique*, T. 113, fasc. 2, 125-138.
- KRIZELJ, S., 1968. Recherches sur l'écosystème forêt: la chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n° 8: Diptères récoltés dans des bacs d'eau. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 3, 503-515.
- KRIZELJ, S. & VERSTRAETEN, Ch., 1971. Recherches sur l'écosystème forêt. Série C: La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n° 20: Etude de l'entomofaune circulante. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 47, fasc. 26.
- LEGENDRE, P. & VAUDOR, A., 1988. Le progiciel R. Analyse multidimensionnelle, analyse spatiale, Montréal, 50 pp.
- NICHOLLS, C., 1963. Some Entomological equipment. Canada Department of Agricultural Research Institute. Information bulletin n° 2.
- SYMOENS, F., 1975. Etude biocénotique des Coléoptères, des Lombriciens et des Thécamoebiens de sols Ardennais. Mémoire Faculté des Sciences agronomiques, Gembloux, 176 p.
- WOLF, F., GASPAR, Ch. & VERSTRAETEN, Ch., 1968. Recherches sur l'écosystème forêt. Série C: La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Ferage). Contribution n° 7: Hyménoptères récoltés dans des bacs d'eau. *Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux*, 3, 566-579.

Charles GASPAR, Camille THIRION,
Pierre RASMONT et Jean FAGOT,
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux,
Passage des Déportés, n° 2, B
5800 Gembloux (Belgique).

Jean-Pierre MAELFAIT, Konjev DESENDER,
Universiteit van Gent,
K.L. Ledeganckstraat, n° 35,
B - 9000 Gent (Belgique).

Marc DUFRENE,
Université Catholique de Louvain,
Unité d'Ecologie et de Biogéographie,
Place Croix du Sud, 4-5,
B - 1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

