

Recherche d'une structure zoogéographique de la Belgique par l'étude des Carabidae (Coleoptera) et des Apoïdea (Hymenoptera)

par Marc DUFRÈNE et Pierre RASMONT

Résumé

Les auteurs cherchent à détecter une structure zoogéographique de la Belgique. Ils analysent les inventaires cartographiques (grille U.T.M. décakilométrique) de 379 espèces de Coleoptera Carabidae et 401 espèces d'Hymenoptera Apoïdea.

A partir d'une matrice de présence-absence, les carrés U.T.M. sont rassemblés grâce à une méthode de groupement par réallocation, *k-means*. La cohérence des groupes obtenus est vérifiée grâce à l'analyse factorielle des correspondances.

Les résultats montrent qu'il existe bien des régions zoogéographiques homogènes en Belgique et qu'elles sont similaires pour les deux groupes taxonomiques. Les deux taxons ont en commun quatre zones géographiques principales : la Campine, l'Ardenne, la zone limoneuse et une zone rassemblant les régions urbaines et calcaires. Cette dernière est la plus riche en espèces.

Mots-clés : Zoogéographie, Cartographie, méthode de groupement *k-means*, Coleoptera Carabidae, Hymenoptera Apoïdea.

Summary

The authors try to detect a zoogeographical structure of Belgium. They analyse cartographic surveys (10 km U.T.M. grid) of 379 Coleoptera Carabidae and 401 Hymenoptera Apoïdea species.

On the basis of a presence/absence data set, the U.T.M. squares are clustered by the reallocation *k-means* clustering method. Group relevance is verified by a correspondence analysis.

Results show homogenous zoogeographical areas, similar for the two taxonomic groups. The two taxa share four principal geographical areas : the Campine, the Ardenne, the loamy area and the area comprising urban and chalky regions. The last one had the higher species diversity.

Key-words : Zoogeography, Cartography, *k-means* method, Coleoptera Carabidae, Hymenoptera Apoïdea.

Introduction

L'étude de la distribution des espèces et des faunes a toujours été le centre d'intérêt privilégié des zoogéographes.

Pendant bien longtemps, seule une comparaison qualitative des limites de distribution d'espèces a pu être mise en oeuvre. Avec le développement de la cartographie par points et surtout, depuis deux décennies, grâce à l'utilisation de grilles géographiques standards (Cartographie des Invertébrés Européens, E.I.S. - C.I.E. - E.E.W.), il est devenu possible de comparer les distributions de manière objective. Ce n'est pourtant qu'avec le développement du matériel informatique et de métho-

des statistiques appropriées qu'il est devenu envisageable de comparer et d'analyser quantitativement la faune de larges territoires.

L'objectif du présent travail est de dresser l'ébauche des régions zoogéographiques de la Belgique.

On cherchera à répondre à deux questions :

- Est-il possible de discerner des territoires zoogéographiques en Belgique sur la seule base de la distribution des espèces ?

- Les territoires obtenus par l'étude d'un groupe de taxons sont-ils généralisables à un autre groupe ?

On a choisi d'étudier deux familles d'insectes taxonomiquement très éloignées et très différentes d'un point de vue éthologique et physiologique: les Coléoptères Carabidae et les Hyménoptères Apoïdea.

Les Carabides sont des insectes qui vivent à la surface du sol et sont pour la plupart carnivores et prédateurs. A l'opposé, si les Apoïdes, tout comme les Carabides, dépendent aussi souvent du sol pour la nidification, ils se nourrissent exclusivement de pollens et d'exsudats végétaux. La phénologie de ces deux groupes est aussi très différente. La distribution en Belgique de ces espèces est très bien connue grâce aux travaux de J. LECLERCQ *et al.* (1970-1985) et RASMONT (1988) pour les Apoïdes et de DESENDER (1986 a,b,c,d) pour les Carabides.

Matériel et méthodes

A partir de toutes les cartes de distribution en Belgique disponibles pour ces deux familles, on a construit deux matrices de présence d'espèces dans les carrés U.T.M. Pour les Carabides, la matrice compte 379 espèces et 406 carrés alors que pour les Apoïdes, elle comprend 408 espèces et 539 carrés.

Il nous est apparu indispensable d'éliminer les données concernant les carrés les moins bien échantillonnés. Des critères différents d'élimination des carrés sous-échantillonnés ont été choisis pour chaque famille. Pour les Carabides, tous les carrés U.T.M. qui comprennent moins de 30 espèces ont été éliminés. Pour les

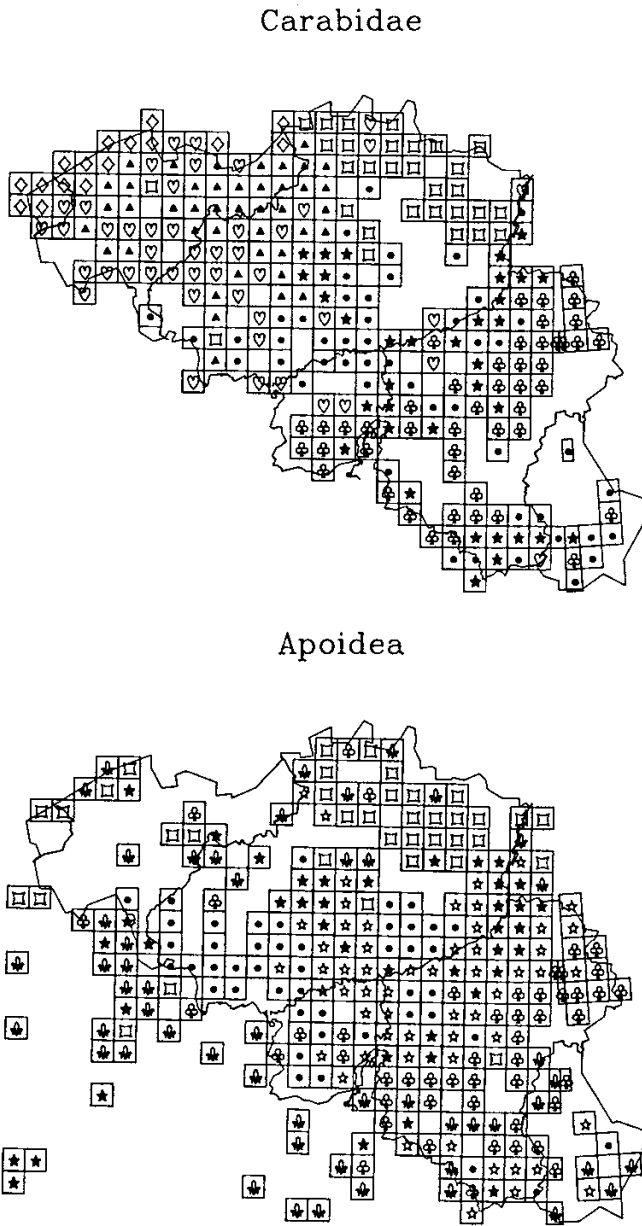


Figure 1. Cartographie des groupes de carrés U.T.M. faunistiquement homogènes.

Apoides, les carrés éliminés sont ceux qui ne comprennent pas au moins ensemble une espèce du genre *Andrena*, une espèce du genre *Halictus* sensu lato et une espèce de Bombinae; trois groupes ubiquistes et abondant qui diffèrent par leur éthologie et leur écologie.

Après cette élimination, les matrices de données de Carabides et d'Apoides comptent respectivement 379 espèces x 266 carrés et 401 espèces x 282 carrés. On étudie donc bien deux familles d'une importance numérique comparable.

La couverture géographique des deux matrices ainsi constituées diffère légèrement. Pour les Carabides, il existe deux régions peu explorées en Hesbaye et en Ardenne. Pour les Apoides, ce sont les deux Flandres

qui sont sous-échantillonnées alors que le Nord de la France a bénéficié d'une meilleure exploration.

Dans un premier temps, on a cherché à définir des régions zoogéographiques en rassemblant les carrés U.T.M. à l'aide de méthodes de groupement.

Plusieurs méthodes de groupements agglomératifs ont été utilisées, dont les méthodes de groupement avec contraintes spatiales. Les résultats de ces méthodes ont toujours conduit dans le cas présent à des structures artificielles fixées par l'algorithme (artefacts). Nous avons de ce fait préféré une méthode de groupement par réallocation: la méthode "k-means" (SPATH, 1980). Cette méthode ne nécessite pas la définition a priori d'une contrainte spatiale et ne suppose pas l'existence d'une hiérarchie des différents groupes. Elle permet en plus d'optimiser les groupements obtenus à chaque étape.

De manière à réduire la taille des matrices tout en préservant un maximum d'informations, on a procédé à une réduction du nombre de descripteurs des carrés en ne conservant que les 20 premiers axes d'une analyse en coordonnées principales (LEGENDRE & LEGENDRE, 1984). Tout en préservant l'essentiel de l'information, un autre grand avantage de cette étape est d'éliminer le "bruit de fond" considérable, inhérent à ce type de données fauniques. Les programmes utilisés sont ceux de LEGENDRE & VAUDOR (1988).

Pour vérifier la cohérence des résultats obtenus à la suite de cette réduction de données, on a réalisé une analyse factorielle des correspondances basée sur la matrice de données brutes.

Résultats

1. Carabidae

La cartographie des groupements obtenus par l'étude des Carabides permet de distinguer des zones, ou régions, bien nettes (figure 1) :

- une zone côtière;
- deux zones flamandaises correspondant à peu près aux Flandres Occidentale et Orientale;
- une zone campinoise;
- une zone qui correspond en grande partie à la région limoneuse;
- une zone ardennaise;
- une zone qui s'étend aux régions urbaines aux régions calcaires: agglomérations bruxelloise et liégeoise, Montagne St-Pierre, le Condroz, la Caestienne et la Gaume.

La grande similarité entre les régions urbaines et les régions calcaires est très étonnante. Chez les Carabides, on s'attend en effet à peu de ressemblance entre la faune de ces zones. La principale caractéristique commune aux régions urbaines et calcaires est leur très grande richesse en espèces. Les sites calcaires comme la Montagne St Pierre ou Torgny sont parmi les premiers à avoir été étudiés et ont toujours fait l'objet d'intenses prospections entomologiques. Quant aux aggloméra-

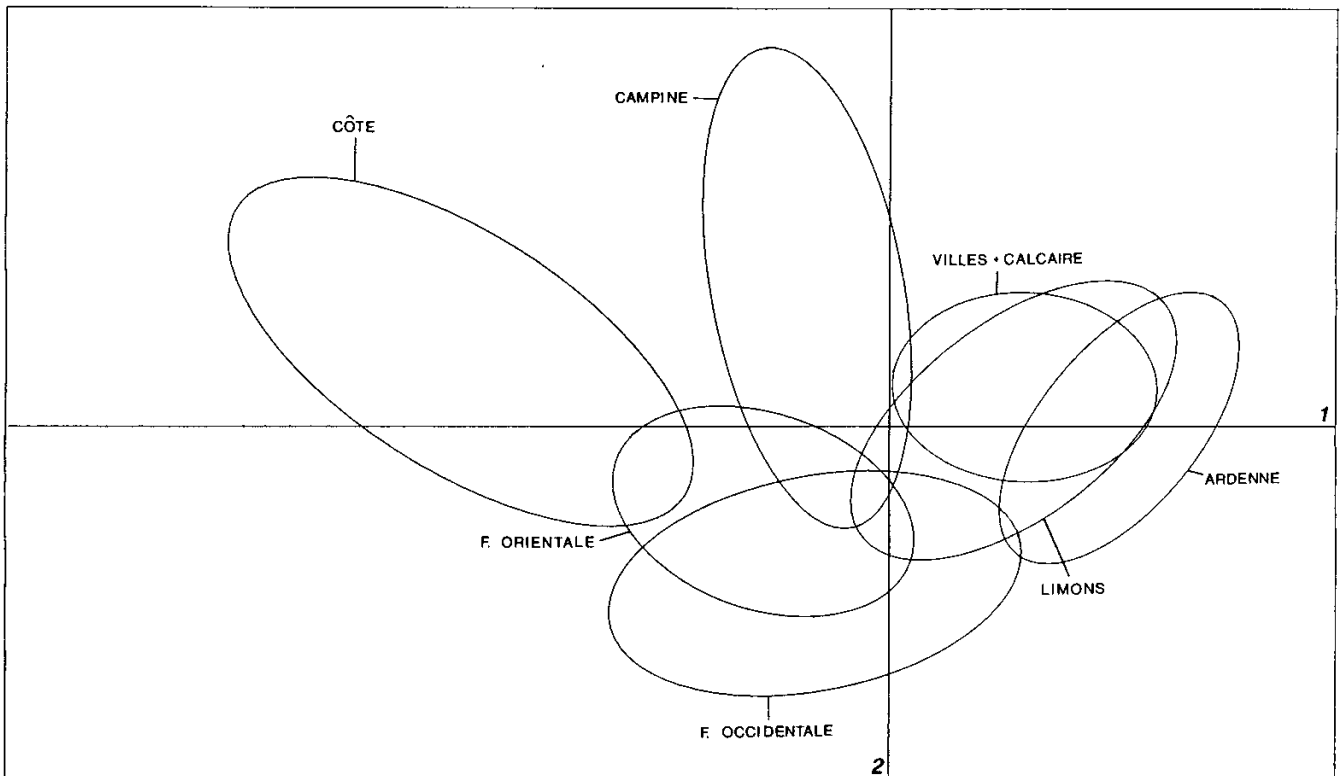


Figure 2. Représentation des deux premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la matrice de données brutes de Carabides. Les régions produites par le groupement des carrés U.T.M. sont représentées par des ellipses de dispersion ou de probabilité à 80%.

tions de Bruxelles et de Liège, elles jouissent d'une forte densité d'entomologistes et donc d'un effort de récolte accru. Comme ces régions sont fort bien échantillonnées, il se pourrait que les espèces communes aux aires urbaines et calcaires soient plus nombreuses que celles qui les différencient. Il faut cependant noter l'existence au sud de la région bruxelloise d'anciennes carrières de craies qui pourraient aussi être à l'origine de cette similitude faunique.

D'autre part, il est intéressant de constater qu'un des carrés du Hainaut est associé à la région campinoise. Il est situé au coeur de ce que certains ont appelé la "Campine hennuyère".

Cette structure zoogéographique est confirmée par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) basée sur les données brutes. On observe une structure régionale qui rappelle grossièrement la forme du territoire belge : le premier axe (6.31 %) oppose la région côtière à l'Ardenne alors que le second (3.65 %) sépare la Flandre occidentale de la Campine (figure 2). Les valeurs des pourcentages d'inertie des deux premiers axes sont faibles, mais de telles valeurs "pessimistes" sont couramment observées lors de l'analyse de données binaires (LEBART, 1975, VOLLE, 1985). Le premier axe peut s'interpréter comme un axe d'altitude, puisqu'il est très similaire à celui observé par DUFRENE (sous presse) lors d'une analyse des facteurs potentiels de répartition. Cet axe comprend à la fois des composantes géologiques et climatiques. Quand au second, il pourrait éventuellement se comprendre en terme d'influences climatiques,

plus océaniques en Flandre occidentale qu'en Campine. Bien que l'influence climatique soit perceptible sur les deux premiers axes, ceux-ci sont, par définition, indépendants.

2. Apoidea

La cartographie des groupements obtenus à partir de l'étude des Apoïdes permet de distinguer des zones nettes (figure 1) :

- une zone très lâche qui correspond au Bassin Parisien et qui se prolonge ici et là en Flandre;
 - une zone campinoise;
 - une zone qui correspond à la région limoneuse
 - une zone ardennaise
 - une zone qui s'étend à la périphérie des grandes agglomérations urbaines (Bruxelles et Liège) et aux régions calcaires (Condroz, Calestienne, Gaume);
 - une zone très similaire à la précédente et qui inclut tous les centres urbains et la Montagne St-Pierre.
- Le fait de bénéficier à Gembloux des données complètes d'Apoïdea a permis d'établir les indices de diversité (indice de Shannon-Weaver, indices de Hurlbert (HURLBERT, 1971; LEGENDRE & LEGENDRE, 1984) pour les différentes zones ainsi construites. Les indices de diversité les plus élevés sont obtenus pour la zone du "Bassin Parisien", malgré le faible nombre de spécimens récoltés dans ces carrés. Les indices de diversité sont aussi très élevés dans la zone "urbaine". Il s'agit aussi de la zone qui a bénéficié du plus grand effort de récolte.

Les indices de diversité les plus faibles sont obtenus pour la zone "ardennaise" et pour la zone "limoneuse". On peut probablement expliquer les forts indices de diversité de la zone du " Bassin Parisien" par le fait qu'une grande partie des données de celle-ci provient de la littérature. Les citations omettent le plus souvent la mention du nombre de spécimens, ce qui tend à maximiser les indices de diversité. Pour le reste du territoire étudié, les différences d'échantillonnage ne peuvent expliquer les variations des indices de diversité. Il est donc probable que ces indices reflètent bien des différences fauniques fondamentales.

On peut expliquer la forte diversité spécifique des régions urbaines par la multiplicité des sites de nidification possibles et par l'abondance et la diversité des fleurs de jardins et des sites rudéraux. A l'opposé, la monotonie végétale et la pauvreté en sites de nidification potentiels des zones " limoneuses" et " ardennaises" peuvent en expliquer la faible diversité spécifique.

3. Comparaison Carabidae-Apoidea

Les seules différences notables entre les zones zoogéographiques de Carabides et d'Apoïdes peuvent s'expliquer par les différences de couverture géographique de l'échantillonnage et d'effort de récolte.

Ces deux familles très différentes ont quatre régions en commun : la Campine, l'Ardenne, la zone limoneuse et une zone rassemblant les régions urbaines et calcaires. Il existe donc bien une zonation zoogéographique de la Belgique.

Conclusions

L'étude quantitative de la distribution des espèces permet de définir des régions zoogéographiques en Belgique. La structure observée correspond dans ses grandes lignes à ce que la seule observation visuelle des cartes de distribution aurait pu apporter. Néanmoins, l'utilisation d'analyses descriptives multivariées est nécessaire. D'une part, elle permet que *toutes* les espèces soient prises en compte sans biais. D'autre part, elle évite que des *éléments extérieurs à la faunistique* (la phytogéographie par exemple) interviennent dans l'analyse. Il est cependant utile de vérifier la convergence des résultats par l'emploi de plusieurs méthodes d'analyse. Aux différences d'échantillonnage près, les régions zoogéographiques obtenues par l'étude des Carabides et des Abeilles sont semblables. Ces deux groupes taxonomiques ont en commun les zones suivantes : la Campine, l'Ardenne, la zone limoneuse et une zone rassemblant les régions urbaines et calcaires. Cette dernière est la plus riche en espèces pour les deux familles étudiées.

Le fait de retrouver une même zonation zoogéographique chez des taxons aussi éthologiquement et physiologiquement différents que les Carabides et les Apoïdes tend à montrer l'existence d'une zonation zoogéographique de la Belgique.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.) pour son soutien financier.

Bibliographie

- DESENDER, K., 1986a. Distribution and Ecology of Carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae). *Documents de travail de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 26 : 1-30.
- DESENDER, K., 1986b. Distribution and Ecology of Carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae). *Documents de travail de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 27 : 1-24.
- DESENDER, K., 1986c. Distribution and Ecology of Carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae). *Documents de travail de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 30 : 1-33.
- DESENDER, K., 1986d. Distribution and Ecology of Carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae). *Documents de travail de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 34 : 1-48.
- DUFRÈNE, M.. Analysis of potential ecological distributional factors of fauna and flora in Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique*, (même volume).
- HURLBERT, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity : a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52 : 577-586.
- LEBART, L., 1975. Validité des résultats en analyse des données. CREDOC, Paris.
- LECLERCQ, J., GASPARD, C. & VERSTRAETEN C. (éditeurs), 1970-1985. Atlas provisoire des Insectes de Belgique (et des régions limitrophes). Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, cartes 1 - 2030.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L., 1984. Ecologie numérique. La structure des données écologiques. Masson, Paris, 260 p.
- LEGENDRE, P. & VAUDOR, A., 1988. Le progiciel R. Analyse multidimensionnelle, analyse spatiale. Département de Sciences biologiques, Université de Montréal, Québec, 50 pp.
- RASMONT, P., 1988. Monographie écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, 309 et LXI pp.
- SPÄTH, H., 1980. Cluster Analysis algorithms. Ellis Horwood. Chichester, 342 pp.
- VOLLE, M., 1985. Analyse des données. Economica, Paris, 323 pp.

Marc DUFRÈNE
Unité d'Ecologie et de Biogéographie
Université Catholique de Louvain
Place Croix du Sud, 5
B-1348 Louvain-la-Neuve

Pierre RASMONT
Zoologie générale et Faunistique
Faculté des Sciences
agronomiques de l'Etat
B-5800 Gembloux

6

INVERTEBRATEN VAN BELGIE

INVERTEBRES DE BELGIQUE

Verhandelingen van het Symposium "Invertebraten van België"

Comptes rendus du Symposium "Invertébrés de Belgique"

Proceedings of the Symposium "Invertebrates of Belgium"

Brussel 25-26 nov. 1988 Bruxelles



BRUSSEL 1989 BRUXELLES

INVERTEBRATEN VAN BELGIE — INVERTEBRES DE BELGIQUE

Verhandelingen van het Symposium "Invertebraten van België" Comptes rendus du Symposium "Invertébrés de Belgique"

Inrichtend comité van het Symposium (Brussel, K.B.I.N., 25-26 nov. 1988)

Comité organisateur du Symposium (Bruxelles, I.R.Sc.N.B., 25-26 nov. 1988)

Voorzitter: J. VAN GOETHEM
Président: J. VAN GOETHEM
Secretarissen: Cl. MASSIN
Secrétaires: P. GROOTAERT
Adjunct-secretaresse: Br. SPINEUX
Secrétaire adjointe: Br. SPINEUX
Redactiesecretarissen: K. WOUTERS
Secrétaires de rédaction: L. BAERT
Verantwoordelijke posters: G. WAUTHY
Responsable affiches: G. WAUTHY
Public relations: W. DECRAEMER
Relations publiques: Cl. DE BROYER
Logistiek: Th. BACKELJAU
Logistique: Th. BACKELJAU

met de steun van — avec l'appui de
P. SARTENAER, wnd. directeur van het K.B.I.N.,
directeur f.f. de l'I.R.Sc.N.B.
D. CAHEN, directeur van het K.B.I.N.,
directeur de l'I.R.Sc.N.B.
de heren professoren, MM les professeurs
M. BERGMANS (V.U.B.), J. BILLEN (K.U.L.),
A. COOMANS (R.U.G.), Ch. GASPARD (F.Sc.Ag.Gx),
Ch. JEUNIAUX (U.Lg), Ph. LEBRUN (U.C.L.),
J.-Cl. MICHA (F.U.N.), J.M. PASTEELS (U.L.B.),
E. SCHOCKAERT (L.U.C.),
W. VERHEYEN (R.U.C.A.-U.I.A.)
en het personeel van het Departement Invertebraten
van het K.B.I.N.
et le personnel du Département des Invertébrés
de l'I.R.Sc.N.B.

Het symposium werd georganiseerd
met de financiële hulp van:
— het *Franco-Fonds*,
— het *Nationaal Fonds voor
Wetenschappelijk Onderzoek*,
— het *Ministerie van Onderwijs*
en met de materiële steun van de firma's:
Van Hopplynus en *Kodak*.

Le symposium a été réalisé
grâce à l'aide financière:
— de la *Fondation Franco*,
— du *Fonds National de
la Recherche Scientifique*,
— du *Ministère de l'Education nationale*
et au soutien des firmes:
Van Hopplynus et *Kodak*.

C.I.P. Koninklijke Bibliotheek Albert I — C.I.P. Bibliothèque Royale Albert I^{er}

Invertebraten van België: verhandelingen van het symposium: Brussel, 25-26 nov. 1988 / voorwoord

J.L. Van Goethem; redactie K. Wouters & L. Baert = Invertébrés de Belgique: comptes rendus du symposium:
Bruxelles, 25-26 nov. 1988 / préface J.L. Van Goethem; réd. K. Wouters & L. Baert. — Brussel: Koninklijk
Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen = Bruxelles: Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 1989,
468 p.; 30 cm.

ISBN 90-73242-01-0 SISO: 597 NUGI: 823, 821, 825 UDC: 592(493)

Onderwerpen: Dierkunde; Colloquia; België = Sujets: Zoologie; Colloques; Belgique

1989 — ISBN: 90-73242-01-0 — Wettelijk Depot, Dépôt légal: D/1989/0339/12

© Uitgave van het
Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29
B-1040 Brussel, België

© Edition de
l'Institut Royal des Sciences Naturelles
de Belgique
Rue Vautier 29
B-1040 Bruxelles, Belgique