Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat
B-5800 Gembloux
(Belgique)

Zoologie générale et Faunistique

Monographie écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)

par **Pierre Rasmont**

1988

Dissertation
présentée en vue de l'obtention du titre de
Docteur en Sciences agronomiques

Table des matières

1. Introduction 4

2. Matériel et méthodes 11

2.1. Cadre systématique 11
2.2. Cadre géographique 13
2.3. Matériel étudié 14
2.4. Particularités de l'échantillonnage 16
2.5. Gestion des données 19
2.6. Analyse statistique 20

3. Résultats 27

3.1. Catalogue des Bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes 27
3.2. Somme des données 36
3.3. Notes spécifiques 39

4. Les plantes alimentaires des Bourdons de la France continentale, de la Belgique et des régions limitrophes 83

4.1. Préférences alimentaires des mâles 84
4.2. Préférences alimentaires des reines 90
4.3. Préférences alimentaires des ouvrières 96
4.4. Préférences alimentaires globales 103
4.5. Discussion 103
4.7. Résumé et conclusions 113

5. Structure de la faune du Languedoc-Roussillon 114

5.1. Constitution de groupes fauniques 114
5.2. Recherche de facteurs de peuplement 123
5.3. Résumé et conclusions 141

6. Discussion 143

6.1. L'altitude 143
6.2. Facteurs historiques du peuplement 153
6.3. La classification écologique 159
6.4. Les plantes alimentaires 165
6.5. Autres facteurs d'abondance 168

7. La dérive faunique 169

7.1. Introduction 169
7.2. Evaluation de la dérive faunique chez les Bourdons de la Belgique 169
7.3. Discussion sur les causes possibles de dérive faunique 173

8. Résumé et conclusions 181

9. Remerciements 189

10. Bibliographie 191

11. Cartes 211

12. Index taxonomique 295

13. Index thématique 301

12. Annexes I

1. Introduction

Intérêt de l'étude des bourdons

L'étude des bourdons présente plusieurs motifs d'intérêt. Auxiliaires essentiels de l'agriculture, ils pollinisent un grand nombre de plantes cultivées avec pour avantage particulier qu'ils restent actifs à très basse température et par tous temps. Aux Pays-Bas et en Belgique, on élève maintenant plusieurs espèces à l'usage de la pollinisation horticole dirigée. Plusieurs firmes commerciales visant leur élevage et leur exploitation ont vu le jour ces derniers mois (de Jonghe, *com. pers.*, Pouvreau, *com. pers.*) Connaître la distribution géographique de ces espèces et leur écologie facilite considérablement leur élevage et permet de trouver en abondance les fondatrices nécessaires dans les biotopes les plus riches sans risquer d'appauvrir les autres.

Dans les écosystèmes des régions froides et tempérées, les bourdons occupent une place importante. Ils sont en effet presque les seuls insectes pollinisateurs d'un très grand nombre de plantes et en tout cas de toutes les espèces à corolles bilabiées. Une pauvreté excessive de la faune de bourdons pourrait constituer une contrainte écologique non négligeable pour les plantes à fleurs et, dans certains cas, un facteur limitant (genre *Aconitum* L., par exemple).

L'homéothermie des bourdons est très élaborée et leur permet de maintenir une température interne élevée (Heinrich, 1979). Grâce à cela, ils restent en activité par temps froid alors que tous les autres Apoïdes sont au repos. En raison de leur petite taille (ce sont parmi les plus petits animaux homéothermes connus) et donc de leur grande surface corporelle relative, le maintien de leur température interne se fait au prix d'une forte dépense énergétique. Ils souffrent surtout des conditions climatiques qui, à température égale, augmentent leur taux de déperdition calorifique et donc leurs dépenses énergétiques (le vent, la sécheresse, le gel, etc...). Ils pourraient par ce fait constituer des indicateurs climatiques très particuliers.

Enfin, les bourdons ont la particularité de manifester de fortes différences géographiques de coloration, ce qui a conduit à proposer de nombreuses sous-espèces, formes ou variétés. L'étude attentive de la distribution de ces taxons infraspécifiques apporte de précieuses indications sur l'histoire quaternaire de la faune paléarctique (Reinig, 1937, 1939, 1965, 1970). L'étude des phénomènes de spéciation et de subspéciation chez les bourdons a suscité parmi les premières études sur la notion d'espèce (Vogt, 1909, 1911) et ils apportent encore maintenant un des plus beaux exemples de subspéciation et de spéciation allopatriques. Du fait qu'ils constituent un groupe taxonomique d'origine récente (Williams, 1985) et en pleine radiation spécifique, on trouve chez eux toutes les catégories fines de la taxonomie évolutive: "*Artenkreis*",

"*Rassenkreis*" ou exerge (Rasmont, 1983c), "*species in statu nascendi*", espèces jumelles, "*quasi-species*", espèces éthologiques ou écologiques (Bernardi, 1980).

De très nombreux entomologistes professionnels ou amateurs collectent des bourdons. Cela vient sans doute de la grande taille relative de ces insectes et de leurs belles couleurs. En outre, ils sont faciles à attraper sur les fleurs. Il en résulte que les musées d'Europe en regorgent. On peut estimer à plus d'un million et demi le nombre total de spécimens conservés! Cette abondance de matériel et la régularité relative des récoltes laissent entrevoir la possibilité d'études de faunistique comparée de grand intérêt. Hélas, les taxonomistes de ce groupe sont peu nombreux et une très grande partie de ce matériel reste à identifier.

Objectifs du travail

L'objet de ce travail est de présenter l'état actuel de la connaissance de la faune des bourdons de France continentale, de Belgique et des régions limitrophes. On y donnera le catalogue des espèces connues de ce territoire en commentant leur statut taxonomique lorsque cela est nécessaire. L'étude de la littérature et d'un abondant matériel original (au total 107459 spécimens) permet de présenter les premières cartes spécifiques provisoires de distribution. Les résultats de nombreuses observations sur les fleurs butinées permettront d'analyser les préférences alimentaires des bourdons de la région. Par l'étude d'une fraction particulièrement bien échantillonnée du territoire, le Languedoc-Roussillon, on tentera de dégager la structure de la faune ainsi que les préférences écologiques des espèces. On essayera enfin de comprendre les causes et les mécanismes de la régression ou de l'expansion relative de certaines espèces dans le nord de la France et en Belgique.

Dans la mesure du possible, on se basera ici sur des données numériques et des méthodes statistiques. Chaque fois que possible, les relations et corrélations entre espèces seront établies et quantifiées.

Choix des territoires d'étude

Deux grands territoires ont été particulièrement bien explorés: la Belgique et le Languedoc-Roussillon. La faune de Corse est très originale et mérite une étude particulière (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*), ce qui justifie qu'on examine ici que la partie continentale de la France et non l'ensemble de son territoire européen.

La Belgique bénéficie d'un échantillonnage d'une importance incomparable (près de 100000 spécimens récoltés ces 100 dernières années; Rasmont & Mersch, *sous presse*). Si la Belgique est, de beaucoup, la partie la mieux connue du territoire étudié, sa faune s'est considérablement appauvrie au cours des dernières décennies. Seules quelques espèces sur les 30 connues de ce pays (Rasmont, 1983b; Rasmont & Mersch, *sous presse*) y sont encore

régulièrement observées. Les autres sont devenues à ce point rares qu'il peut se passer plusieurs années entre chaque observation. Il n'est plus possible d'y étudier l'écologie et les préférences alimentaires des autres espèces, raréfiées ou disparues.

Du fait même de leur régression, ces espèces présentent un intérêt considérable. Pour connaître l'écologie et les moeurs de ces espèces rares, il était nécessaire d'aller les observer là où elles sont suffisamment abondantes pour permettre une observation suivie. Il était aussi nécessaire de choisir une région d'étude qui comporte des écosystèmes suffisamment proches de ceux de la Belgique pour permettre une comparaison. Enfin, il fallait aussi que la composition de la faune soit la plus semblable possible.

La seule autre région continentale française qui soit assez riche en espèces et suffisamment bien représentée en matériel pour permettre de caractériser les préférences écologiques des bourdons est le **Languedoc-Roussillon**. Cette région a fait l'objet d'une exploration entomologique intensive de la part des professeurs R. Delmas et F. Leclant et de l'auteur. Cette surveillance approfondie d'un petit territoire écologiquement et climatiquement représentatif va permettre d'analyser en détail la structure de sa faune de Bourdons et de découvrir les facteurs qui déterminent la distribution des espèces.

Riche de nombreux établissements universitaires et surtout d'une forte tradition naturaliste, le Languedoc-Roussillon a été le territoire de nombreuses études floristiques et fauniques. Un important matériel zoologique et botanique y a été collecté. Il est malheureusement assez dispersé dans les grands musées d'Europe occidentale. Cette région et les provinces limitrophes ont encore d'autres qualités qui en font un territoire de choix pour une étude zoogéographique. On y trouve une large gamme d'altitudes, depuis le niveau de la mer jusqu'à 3000 m (sommet du Puigmal). Les types de climats y sont très divers: climats de montagne, climats méditerranéens, climats continentaux et fortes influences atlantiques sur les bordures occidentales de la région. On y trouve également une grande variété de sols: alluvionnaires, limoneux, schisteux, granitiques ou calcaires. Ces grandes diversités climatiques et édaphiques ont permis à des groupements végétaux très différents de s'y installer. Du fait de la présence de deux massifs montagneux importants et fort différents (les Pyrénées et le Massif Central), on y observe une très grande diversité de la végétation. Durant les glaciations, la région a, semble-t-il, bénéficié d'un climat qui lui a permis de jouer un rôle de refuge pour la faune (Bouché, 1972, 1983; Lumaret, 1978; Reinig & Rasmont, *sous presse*; Blondel, 1986). Le Languedoc-Roussillon jouit de nos jours d'une position remarquable au carrefour des faunes atlantique, ibérique, africaine, médio-européenne, eurosibérienne et boréo-alpine. Peu d'endroits en Europe présentent une telle diversité biogéographique concentrée sur un territoire aussi étroit.

Outre ces caractéristiques, le Languedoc-Roussillon et les départements limitrophes présentent une particularité géographique d'un intérêt considérable pour la présente étude. En effet, l'urbanisation et l'intensification agricole y ont surtout atteint la plaine méditerranéenne, déjà naturellement pauvre en bourdons. Par contre, les régions de collines et de montagnes (Pyrénées et Massif

Central) ont conservé un paysage agricole d'aspect proche de celui de la Belgique au début de ce siècle. On y trouve en particulier de vastes territoires consacrés à l'élevage extensif et intensif; de grandes étendues de pelouses sèches, d'immenses landes, du bocage et de grandes emblavures de cultures fourragères; toutes choses presque disparues de Belgique. Il est probable que la faune liée à ces types de paysages agro-pastoraux ait de nombreux points communs avec celle de la Belgique de jadis.

Au cours de l'analyse, une autre particularité du Languedoc-Roussillon est apparue comme très favorable à l'étude statistique de la faune des bourdons. Non seulement, ce territoire est très diversifié, mais encore écologiquement très contrasté avec des transitions fauniques courtes. La Belgique, au contraire, montre une faune de bourdons qui se modifie graduellement le long d'un gradient d'altitude, ce qui rend la délimitation de zones biogéographiques plus délicate en raison de la largeur des zones de transition.

Récemment, un projet d'Atlas du Languedoc-Roussillon a été instauré (Professeurs Y. Coineau, C. Blanc et J.-P. Lumaret, Dr. J. André). Cette initiative s'exprime par une revue, *Documents pour un Atlas du Languedoc-Roussillon,* par une banque de données écologiques, *ZOOGECO*, et à l'occasion de monographies régionales comme celles de Lumaret (1978, 1979) sur les Scarabaeidae. Cet effort de faunistique régionale s'inscrit dans le cadre plus vaste de l'inventaire de la Faune et de la Flore de France (Secrétariat de la Faune et de la Flore, directeur F. de Beaufort; Maurin, 1986). C'est dans le cadre de cet Atlas du Languedoc-Roussillon et d'un accord de coopération bilatérale qui unit le Secrétariat de la Faune et de la Flore à la Banque de Données fauniques de Gembloux et grâce aux soutiens moral, scientifique et logistique des promoteurs de ceux-ci que la présente étude a pu être menée à bien.

Dérive faunique

Il manque à la science une locution qui désigne les modifications fauniques. *Ainsi, on parle d'"appauvrissement" ou d'"enrichissement" de la* faune, respectivement, pour une diminution ou une augmentation locale du nombre d'espèces. On parle encore de "régression" ou d'"expansion" pour les modifications de la distribution d'un taxon. La cartographie faunique montre qu'à un appauvrissement local correspond en général la régression de plusieurs espèces de telle sorte qu'en fin de compte, il n'y a qu'un seul phénomène.

Non seulement, ce vocabulaire est lourd, mais en plus il est empreint de connotations. "Appauvrissement" et "enrichissement" donnent à la "Nature" une personnalité par trop humaine. On la plaint lorsqu'elle s'appauvrit, on se félicite lorsqu'elle s'enrichit.

La locution "**dérive faunique**" est proposée ici pour désigner les phénomènes de modifications dynamiques de la faune. Par analogie avec la navigation, "dérive faunique" suggère un déplacement involontaire dans l'espace au gré des conditions extérieures. Ce n'est donc pas une migration, un déplacement actif. Par rapprochement avec la dérive génétique, "dérive

faunique" suggère aussi l'augmentation ou la diminution dans le temps du nombre d'espèces d'une station; ce changement local de la faune pouvant être aléatoire ou induit. **On appellera "*dérive faunique*" toute modification de la faune dans le temps et dans l'espace**. On réservera cette locution aux changements fauniques sous l'action de facteurs extrinsèques et donc, indépendants des migrations et d'autres mouvements périodiques des populations. Cette nouvelle locution présente l'avantage d'être sans équivoque et sans connotation. On peut la traduire en anglais par "***faunistic drift***".

On parlera de dérive faunique "**négative**" pour le phénomène d'appauvrissement local et de régression géographique d'espèces et de dérive faunique "**positive**" pour l'enrichissement local de la faune et l'expansion géographique des espèces.

Ce n'est que lorsqu'on aura trouvé par induction les préférences écologiques et alimentaires des espèces que l'on pourra tenter de donner une explication à la dérive faunique négative considérable observée en Belgique et dans le nord de la France. Il est peu probable que les causes de régression des espèces de bourdons puissent être généralisées à l'ensemble de la faune. Néanmoins, les facteurs qui les ont affectés ont sans doute aussi influencé le reste de l'entomofaune floricole. Vu l'importance des insectes pollinisateurs sur la diversité spécifique des phytocénoses ainsi que sur le rendement de la production de fruits et de semences, on conçoit les implications écologiques et économiques de cette étude.

Seules quelques études approfondies de faunistique des bourdons permettent de se faire une idée des modifications de la faune de ces insectes. Dans sa monographie des bourdons de Scandinavie, Løken (1973, 1984) ne laisse pas soupçonner de fortes régressions d'espèces sur ce territoire. Alford (1975), I.B.R.A. (1980) et Williams (1982, 1986) montrent que la faune s'est fort appauvrie depuis 1960 dans les régions les plus urbanisées de l'Angleterre. Pekkarinen et al. (1981) soulignent surtout l'extension récente de certaines espèces vers le nord et l'ouest de la Finlande. Pour l'essentiel, ces auteurs s'en sont tenus à la description du phénomène. Seul Williams (1982, 1986) propose une tentative d'explication.

La littérature qui concerne la faune des Bombinae de France continentale et de Belgique est relativement peu abondante. La dernière clé de détermination qui lui soit consacrée est très ancienne et difficile à utiliser (Frionnet, 1902). Le seul travail récent susceptible de donner un aperçu étendu de cette faune est celui de Delmas (1976) qui fournit le dernier catalogue commenté des espèces de France continentale. Cet auteur discute aussi avec soin des phénomènes de subspéciation, très intenses chez ces insectes, sans une bonne compréhension desquels tout travail sur ce groupe est impossible.

Littérature

En dehors de Delmas (1976), quelques auteurs ont contribué à la connaissance de la faune de certaines régions: Benoist (1928) et Tkalcû (1974b)

pour les Alpes; Pérez (1879, 1884, 1896) et Kruseman (1958) pour les Pyrénées; Cavro (1950) pour le Nord; Marion (1977) pour le centre et Rasmont *et al.* (*sous presse*) pour l'Aveyron. Des travaux importants sur la faune de régions limitrophes à la France apportent encore des informations substantielles: Ball (1914, 1920) pour la Belgique; Comba (1960, 1972) pour le Piémont et le Val d'Aoste; Frey-Gessner (1892, 1898-1899, 1912a, 1912b), de Beaumont (1958) pour la Suisse; Gauss (1967), Kratochwil (1983) et Steffny *et al.* (1984) pour le Baden; Ornosa Gallego (1984) pour l'Espagne; Reinig (1973, 1976) pour la Sarre, le Palatinat et le Nordrhein-Westfalen et Richards (1978) pour les îles Anglo-Normandes.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre systématique

La famille des Apidae, au sens de la plupart des auteurs modernes, contient surtout des espèces d'abeilles à vie sociale très élaborée. Michener (1974) y reconnaît 3 sous-familles: les Apinae comprennent un seul genre, *Apis* L. dont l'Abeille domestique (*Apis mellifera* L.); les Meliponinae, à distribution pantropicale, comptent 3 genres, *Melipona* Illiger, *Meliponula* et *Trigona* Jurine et les Bombinae auxquels appartiennent les bourdons. Les Bombinae sont constituées de deux tribus: les *Bombini*, qui nous intéressent ici, et les *Euglossini* d'Amérique du Sud (genres *Euglossa* Latreille, *Eulaema* Lepeletier, *Eufriesea* Cockerell, *Exaerete* Hoffmannsegg, *Aglae* Lepeletier & Serville) toutes non sociales avec 2 genres parasites inquilins (*Aglae* et *Exaerete*; Kimsey, 1987).

On trouve les *Bombini* dans les régions paléarctique, orientale, néarctique et néotropicale. La plupart des espèces sont sociales mais à des degrés divers. Si les espèces de régions tempérées forment des colonies annuelles, certaines espèces orientales et néotropicales sont connues pour former des colonies permanentes à plusieurs reines (Sakagami & Zucchi, 1965; Sakagami, Akahira & Zucchi, 1967; Sakagami, 1976; Michener & Amir, 1977). Il existe un genre entier de Bourdons-Coucous, parasites inquilins, le genre *Psithyrus* Lepeletier. Beaucoup d'espèces sociales peuvent de même adopter un comportement parasite inquilin dans certaines circonstances (revue de la littérature à ce sujet par Alford, 1975). Au moins deux espèces de genres normalement non parasites semblent parasites inquilins: *Alpinobombus hyperboreus* Schönherr (K.W. Richards, 1973) et *Megabombus inexspectatus* (Tkalcû) (Yarrow, 1970). Chez ces deux espèces, la caste ouvrière est presque inexistante.

Les bourdons sont dotés d'une épaisse fourrure protectrice et d'un système de thermorégulation très perfectionné (Heinrich, 1979). Grâce à cela, ils abondent dans les régions les plus froides du globe. Vers le nord, on les trouve jusqu'au 84° de latitude au Groenland, au Spitzberg et à l'île Ellesmere (Richards, 1931; Skorikov, 1937; Milliron & Olivier, 1966); vers le sud jusqu'à la Terre de Feu (Milliron, 1972). En montagne, on en a observé jusqu'à 5500 m dans l'Himalaya (Richards, 1930; Williams, 1985). En pratique, dans les régions qu'ils fréquentent, on les trouve partout où poussent des plantes à fleurs qu'ils peuvent exploiter. Dans les régions froides, ils sont souvent les seuls Apoïdes présents et, grâce à leur grande possibilité d'activité à basse température, ils sont des pollinisateurs essentiels dans toutes les régions froides et tempérées.

La classification des bourdons a fait l'objet d'abondantes discussions. Ito (1985) donne un très bon historique des conceptions en présence. Grosso modo, deux concepts généraux s'opposent: un concept "*lumper*" avec deux genres

traditionnels, *Bombus* et *Psithyrus*; un concept "*splitter*" avec une dizaine de genres.

On trouve des discussions sur la classification et la phylogénie des bourdons dans quelques travaux récents (recensés par Ito, 1985). Les travaux récents les plus étendus sont ceux de Milliron (1961, 1971, 1972, 1973), Richards (1968), Tkalcû (1972), Williams (1985), Ito (1985) et Ito & Sakagami (1985). Les travaux de Milliron ont fait l'objet de nombreuses critiques négatives (Richards, 1968; Tkalcû, 1974a; Michener, 1974; Sakagami, 1976). Le travail de Richards (1968) apporte une synthèse indispensable à la classification subgénérique mais conserve le cadre générique traditionnel. Cette classification subgénérique de Richards fait l'unanimité des auteurs modernes à quelques détails près. Au niveau générique, beaucoup de divergences apparaissent chez les autres auteurs, notamment en ce qui concerne la place à accorder aux *Psithyrus*. De ces discussions, il ressort un point de vue qui recueille une quasi-unanimité: la séparation dichotomique traditionnelle des genres *Bombus* et *Psithyrus* n'est pas phylogénétiquement fondée. Les plus récents travaux (Ito, Ito & Sakagami, Williams, *op. cit.*) sont particulièrement convaincants sur ce point.

A la lumière de ces récents travaux, une alternative subsiste: agréger ("*lumper*") toute la tribu en un seul genre ou, au contraire la subdiviser ("*splitter*") en plusieurs.

Dans ce travail, on s'est décidé pour la subdivision et pour l'adoption de la classification de Tkalcû (1972) parce que c'est le seul système à base phylogénétique qui n'ait pas fait l'objet de critique majeure et qui ait bénéficié d'un large accueil (Delmas, 1976; Reinig, 1976, 1981; Svensson, 1980; Rasmont, 1983b; von Hagen, 1986). Nous n'avons pas proposé de réforme de la nomenclature sur la base de l'étude de Ito (1985) bien que celle-ci apparaisse fort intéressante et qu'elle apporte des éléments nouveaux. La raison principale de cette réserve est que, malgré ses propres observations, Ito lui-même ne propose *in fine* aucune révision de nomenclature et semble maintenir les deux genres *Bombus* et *Psithyrus* dans leur sens traditionnel, ce qui est quelque peu paradoxal.

Les ouvrages indispensables à la détermination des bourdons de France continentale sont ceux de Popov (1931) ou de Løken (1984) pour le genre Psithyrus Lepeletier; ceux de Rasmont (1984) et de Rasmont et al. (1986) pour le genre Bombus Latreille sensu stricto; ceux de Pittioni (1939) et de Richards (1968) pour les autres genres. Certaines espèces alpines nécessitent l'usage des travaux de Tkalcû (1963, 1965, 1973). Les travaux de Løken (1973) et d'Alford (1975) peuvent apporter aussi une aide précieuse mais, conçus pour l'étude des espèces du nord de l'Europe, ils ne traitent pas de certaines espèces à distribution méridionale.

2.2. Cadre géographique

Outre la France continentale, le sud de la Belgique, le Grand-Duché de Luxembourg, Monaco, Andorre, les îles Anglo-Normandes, le Val d'Aoste et les cantons francophones de Suisse, qui constituent la région culturelle française d'Europe , toutes les régions limitrophes incluses dans la carte 1 ont été cartographiées. On aura donc en plus un aperçu de la faune des régions suivantes: région flamande, sud des Pays-Bas; Westphalie, Rhénanie-Palatinat, Sarre, Bade-Wurtemberg (Allemagne); une majeure partie de la Suisse; Piémont, Ligurie (Italie); Catalogne, Aragon, Navarre, Pays-Basque, Vieille Castille (Espagne).

Pour l'ensemble de la faune de la France continentale, de la Belgique et des régions limitrophes reprise dans le catalogue et cartographiée, on s'en tiendra pour l'essentiel à un aspect descriptif. On utilisera encore l'ensemble des observations de ce territoire pour l'analyse du régime alimentaire.

Par contre, la structure de la faune n'a été analysée en détail que pour le Languedoc-Roussillon et les provinces limitrophes. Par "Languedoc-Roussillon", on entendra toujours la zone incluse dans le cadre en grisé de la carte 1 et non pas exclusivement la région administrative qui porte ce nom et qui inclus les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault, du Gard et de la Lozère. Ce territoire étudié en détail comprend en plus l'entièreté de l'Aveyron, du Tarn et d'Andorre, ainsi que la majeure partie des départements de l'Ariège, du Lot, du Cantal, de l'Ardèche et de la province de Gerona. Les provinces administratives sont figurées dans la carte 2a. Les régions traditionnelles et le relief sont figurés sur la même carte (d'après Lumaret, 1979).

On peut trouver les cartes de divers facteurs biogéographiques dans Lumaret (1978). Citons par exemple une carte des précipitations moyennes annuelles (carte 2b); une carte des températures vraies, moyenne de janvier (carte 2c) et moyenne de juillet (carte 2d); une carte des zones de sécheresse (carte 2e) et une carte géologique simplifiée (carte 2f). Lumaret (1978, 1979) propose aussi une carte des secteurs fauniques établie sur base de l'étude de la faune des Coléoptères Scarabaeidae. Les *Cartes de la Végétation de la France* apportent beaucoup de renseignements précieux (Rey, 1959; Carles, 1951,1957; Lavergne, 1963; Gaussen, 1964, 1972; Gaussen *et al.*, 1964; Dupias & Cabaussel, 1966; Dupias & Lavergne, 1968; Dupias *et al.*, 1968, 1973).

2.3. Matériel étudié

Le matériel étudié provient de deux grandes sources: les collections privées et les musées. Dans la liste qui suit l'abréviation LR indique le matériel du Languedoc-Roussillon.

Collections privées:

A. Adamski (Châteaudun)	234 spéc.	
A. Aichhorn (Salzburg)	122 spéc.	(LR: 56)
G. Boosten (Ath)	50 spéc.	
L. Castro (Teruel)	561 spéc.	
Prof. A. Coomans (Gent)	227 spéc.	
Dr. G. Coulon (Bruxelles)	18 spéc.	
Dr. R. de Jonghe (Westerlo)	785 spéc.	(LR: 74)
Prof. G. de Lattin	36 spéc.	
Prof. R. Delmas	21650 spéc.	(LR: 10544)
B. Denis (Charleroi)	165 spéc.	
E. Devos (Mouscron)	40 spéc.	
Pater A. Ebmer (Linz)	63 spéc.	
J. Hamon (Gaillard)	610 spéc.	(LR: 173)
J.-P. Hébrard (Marseille)	69 spéc.	
K. Janssens (Antwerpen)	90 spéc.	
Dr. G. Kruseman (Amsterdam)	2 spéc.	
A. Leprètre (Lille)	63 spéc.	
Prof. H. Nouvel (Toulouse) .	86 spéc.	(LR: 42)
Dr. G. Pagliano (Torino)	12 spéc.	
Prof. H.F.F. Paulus (Freiburg)	4 spéc.	
A. Pauly (Gembloux)	535 spéc.	(LR: 5)
Prof. P. Réal (Aix-en-Provence)	137 spéc.	
Dr. B. Tkalcû (Praha)	35 spéc.	
C. Verbeke (Brugge)	2 spéc.	
G. Verdonck (Namur)	29 spéc.	

Institutions

Musée de l'Arquebuse (Dijon) 19 spécimens

Biologische Abteilung des Universität Saarlandes (Saarbrücken)
235 spécimens (LR: 25)

British Museum (Natural History) (dont surtout la collection du Dr. I.H.H. Yarrow)
553 spécimens

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (dont surtout la collection du Prof. F. Leclant)
3026 spécimens (LR: 1910)

Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat (Gembloux) (dont surtout la collection P. Rasmont)
20689 spécimens (LR: 3075)

Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Bruxelles) (dont surtout les collections Crévecoeur et F.J.Ball)
21085 spécimens (LR: 6)

Institut de Zoologie Edouard van Beneden (Liège) 217 spécimens (LR: 2)

Museum National d'Histoire Naturelle (Paris) (y compris les collections Benoist, Lichtenstein, Marion, Pérez, Picard, Sémichon et Vachal) 3494 spécimens (LR: 220)

Naturhistorische Museum (Maastricht) 28 spécimens

Oberösterreichischen Landesmuseum (Linz) 86 spécimens (LR: 5)

Naturhistorisches Museum Bern (collections du Prof. A. Scholl et de E. Obrecht) 855 spécimens (LR: 308)

Staatliches Museum für Naturkunde (Stuttgart) 90 spécimens (LR: 8)

Zoologische Staatssammlung München (dont surtout la collection du Dr. W.F. Reinig) 10883 spécimens (LR: 1464)

Littérature

Aerts (1949, 1960), Amiet (1977), Ansted & Latham (1862), Ball (1914, 1920), Balles (1930), de Beaumont (1958), Benoist (1926, 1928), Bequaert (1909, 1913), Bols (1939a, 1939b), Carpentier *et al.* (1925), Cavro (1950), Cherix & Higashi (1979), Chevin (1966), Comba (1960, 1972 LR), Crevecoeur & Maréchal, (1927, 1929, 1935, 1937), De Hennin & Anciaux (1948), Delmas (1945, 1976, LR), Dervin (1960), Doublet (1951 LR), Flamary (1898), Freygessner (1890a, 1890b, 1890c, 1890d, 1890e), Friese (1893), Gauss (1967), Gerstaecker (1869), Handlirsch (1888), Hoffer (1882), Jacob-Remacle & Jacob (1983), Janssens (1971, 1981), Koorneef (1951), Kratochvil (1983), Krüger (1920), Kruseman (1937, 1948, 1951, 1953a, 1953b, 1958 LR, 1959, 1961), Le Pelley (1972), Leclercq (1960), Leininger (1930, 1936), Luff (1895, 1900, 1903, 1905a, 1905b, 1905c, 1906, 1907), Mac Leod (1893, 1894), Maréchal & Petit (1957, 1961), Marion (1977), H. Müller (1944), Ornosa Gallego (1984 LR), Pérez (1897), Peus (1927), Quilis Perez (1927 LR), Rasmont (1981, 1982, 1984, 1985, 1986), Rasmont *et al.* (1985 LR, 1987a LR, 1987b LR), Rasmont, Delmas & Leclant (sous presse LR), Reinig (1973, 1976), Reinig & Rasmont (*sous presse* LR), Richards (1978), Saunders (1902), Schmiedeknecht (1878), Scholl & Obrecht (1984), Schütze (1921), Schwammerberger (1969), Steffny *et al.* (1984), Tkalců (1960, 1961, 1962a, 1962b, 1963, 1965, 1974b), Vuyck (1921), Wolf (1956), Woydak (1967), Yarrow (1967, 1970).

En tout, 107459 spécimens de la France continentale (dont 22671 pour le Languedoc-Roussillon), la Belgique et les régions limitrophes ont été enregistrés à l'occasion de cette étude, soit 42754 données (7552 pour le Languedoc-Roussillon). Le tableau suivant résume la part de matériel utilisée pour chaque partie du travail:

		Spécimens	Données
Languedoc-Roussillon (chapitre 5)			
Littérature		485	151
Muséologie		19.123	6.063
Observations originales de l'auteur		3.063	1.338
Total		**22.671**	**7.552**
dont	Information complète utilisée	18.489	7.349
	Information incomplète inutilisable	4.182	203
France continentale, Belgique et régions limitrophes (chapitre 12)			
Littérature		5.564	543
Muséologie		90.251	38.132
Observations originales de l'auteur		11.644	4.079
Total		**107.459**	**42.754**
dont	Information complète utilisée	99.218	39.650
	Information incomplète inutilisable	8.241	3.104
Visites florales (chapitre 4)			
Littérature		5.825	1.014
Muséologie		5.364	2.426
Observations originales de l'auteur		10.027	3.916
Total		**21.216**	**7.356**
dont	Mâles	3.113	1.216
	Reines	5.653	2.704
	Ouvrières	7.106	2.817
	Sexe indéterminé	5.344	619

2.4. Particularités de l'échantillonnage

Pour comprendre les possibilités et les limites du présent travail, il est nécessaire d'examiner la façon dont le matériel a été collecté.

Région du Languedoc-Roussillon

Presque aucun matériel de cette région n'a été récolté avant 1900. Les premiers récolteurs de bourdons en Languedoc-Roussillon et des environs immédiats ont été J.L. Lichtenstein (région de Montpellier), J. Pérez (région de Toulouse et quelques spécimens çà et là), J. Vachal (Cantal), R. Benoist , F. Picard, L. Sémichon, P.M.F. Verhoeff, L. Vuyck et A. Delmas (Millau, le père du Prof. R. Delmas). Le matériel rassemblé par ces pionniers représente au plus un demi-millier de spécimens.

Le matériel collecté par le professeur R. Delmas est bien plus abondant mais il n'a pas été constitué de manière homogène. Jusqu'en 1960, Delmas a surtout étudié les bourdons de la région de Montpellier. De 1960 à 1975, c'est la région du Larzac et la Cerdagne qui ont constitué son centre d'intérêt. Enfin, de 1975 jusqu'à sa mort, son attention s'est reportée sur le sud des Monts de Lacaune.

Le professeur F. Leclant a surtout récolté de 1960 à 1970 en Lozère, en Cerdagne et à Montpellier. Le Dr. I.H.H. Yarrow a fourni des données des départements pyrénéens, avec une richesse toute particulière pour le versant espagnol. M. A. Aichhorn, Dr. R. de Jonghe, Prof. A. Scholl et Mlle E. Obrecht ont récolté presque uniquement dans les Pyrénées-Orientales après 1980. M. J. Hamon a concentré ses efforts à la zone littorale de l'Aude aux environs de Leucate. Le professeur H. Nouvel a constitué l'essentiel de sa collection dans la Haute Ariège et près de Toulouse. L'essentiel des données du Dr. W.F. Reinig (de 1973 et 1976) provient du Massif Central. En dehors des récoltes de l'auteur, le matériel conservé à la FSAEG est constitué de récoltes des professeurs J. Leclercq et C. Gaspar, du Dr. M. Leclercq, de MM. C. Verstraeten, R. Wahis et A. Pauly. Il y a aussi, pour une large part, le matériel entomologique remis à titre d'exercice depuis 1960 par les étudiants de première année d'agronomie. L'auteur a récolté en Cerdagne en 1979.

A l'issue de l'étude de tout le matériel cité ci-dessus, la carte de la somme des données laissait encore apparaître de grands blancs. Les vides les plus étendus étaient situés dans les plaines du Gard et de l'Hérault, dans l'Aude, l'Ariège, l'Ardèche, le Tarn, le nord de l'Aveyron et le nord de Gerona. Il semblait nécessaire de compléter, en partie du moins, la couverture géographique de l'échantillonnage. Aussi, en 1984, l'auteur a procédé à des récoltes systématiques en Camargue, dans les plaines de l'Hérault, dans l'Aude, l'Ariège et le nord de Gerona. A cette occasion, on a veillé à visiter au moins trois stations (parfois plus) dans chacun des carrés UTM visités. Dans la mesure du possible, les stations de chacun des carrés totalisent au moins 100 captures. En 1985 et 1986, la faune de certains carrés de l'Ardèche, de la Lozère et de l'Aveyron a été étudiée selon les mêmes méthodes.

A l'issue de la collecte de l'information, la carte de sommation des données (carte 3) permet de constater que l'essentiel du Languedoc-Roussillon a été exploré. Il ne reste de blancs de quelque étendue que dans la région de Carcassonne, dans le Biterrois et çà et là dans le Gard. En dehors de ces régions, les blancs les plus considérables se trouvent hors de la région administrative du Languedoc-Roussillon, à l'ouest et au nord de l'Aveyron et surtout dans le Tarn. Ce dernier département n'a fait l'objet d'aucune récolte en dehors de ses communes frontalières.

L'origine disparate des données a pour conséquence une limitation des objectifs potentiels de l'étude de la Faune du Languedoc-Roussillon. Il n'est pas possible d'étudier l'évolution des populations dans le temps car l'effort de récolte a été dispersé à la fois dans le temps et dans l'espace, de sorte qu'aucun endroit n'a fait l'objet d'observations abondantes pendant plus d'une décennie. La phénologie des espèces est elle aussi difficilement déductible de cet

échantillonnage car nulle part il n'y a eu d'observation annuelle continue. Les données écologiques ou éthologiques n'ont été que très rarement notées jusqu'à une époque récente. R. Delmas n'a jamais indiqué ce genre de renseignements sur ses étiquettes car il destinait surtout son matériel à des études de systématique (Delmas, 1962, 1976, 1981). Quelques récolteurs récents ont pris de telles notes (W.F. Reinig, A. Aichhorn, A. Scholl & E. Obrecht, R. de Jonghe, J. Hamon). D'une manière générale, le souci de noter des observations étho- ou écologiques n'est apparu qu'il y a peu, à la suite du développement de l'écologie et de la faunistique comparée. On verra par la suite que, malgré leur caractère fragmentaire, les notes sur les altitudes et les fleurs butinées permettent cependant de tirer des conclusions intéressantes.

Un des plus gros défauts de cet échantillonnage est l'absence de données sur les endroits qui ont été visités mais n'ont pas permis de récolter de bourdons. Ce n'est qu'à l'occasion des récoltes de l'auteur que ce genre de renseignement a été noté (carte 4).

Reste du territoire étudié

Le reste du territoire a été très inégalement exploré (carte 5). La Belgique, dont surtout la Wallonie, a bénéficié d'une couverture presque parfaite et de récoltes presque régulières depuis le milieu du XIXème siècle. Les périodes 1915-1940 et 1970-1986 ont été les mieux couvertes. Le sud-est de la France (régions administratives Rhône-Alpes et Provence-Côte-d'Azur) est lui aussi très bien connu mais cela est surtout le fait d'un petit nombre d'observateurs: les professeurs R. Delmas et F. Leclant, le Dr. W.F. Reinig, M. J. Hamon et l'auteur. On a donc très peu de données antérieures à 1950. Les Pyrénées ont aussi bénéficié d'abondantes récoltes grâce au Prof. A. Scholl, aux Drs R. de Jonghe, C. Ornosa Gallego et I.H.H. Yarrow, à MM L. Castro et A. Aichhorn mais surtout du fait d'un effort particulier du professeur R. Delmas et de l'auteur. Ici non plus, on ne dispose guère de données anciennes.

La région parisienne a fait l'objet d'assez nombreuses récoltes anciennes (pour la plupart conservées au Museum d'Histoire Naturelle de Paris) mais de peu de récoltes récentes.

La région de Dijon a bénéficié assez récemment des récoltes de MM H. Marion, Barbier et R. Fonfria.

Pour le reste, il s'agit de données assez fragmentaires et très disparates.

2.5. Gestion des données

Les données sont gérées par la Banque de Données fauniques de Gembloux. Celle-ci est installée sur un ordinateur VAX/VMS 8250 et fonctionne selon les principes exposés par Marchal (1982, 1984), Gaspar (1986) et Rasmont (1987).

Pour la bonne compréhension de ce travail, il est nécessaire de préciser le sens accordé ici au terme "*donnée*". Par "donnée", on entendra l'information correspondant à un seul enregistrement du fichier-père *Bombinae* de la Banque de Données fauniques de Gembloux. La composition d'un tel enregistrement a été exposée en détail par Gaspar (1986). Dans le cas de la présente étude, une donnée est constituée par l'information liée à l'ensemble des spécimens qui ont en commun les paramètres suivants: taxonomie, sexe, station, date de récolte, observateur, altitude, fleur visitée. C'est donc l'information commune à ce qu'on appelle communément une "série de spécimens".

Les programmes utilisés ont été rédigés par l'auteur en DATATRIEVE, COBOL (norme ANSI 1974) et DCL. La saisie des données est gérée par les programmes SAIS, TESTAGE et CHARGE:

SAIS (en COBOL, 1344 lignes) permet de saisir de nouvelles données dans un fichier de saisie provisoire. Les contraintes d'intégrité de la banque de donnée sont vérifiées avant l'écriture de chaque enregistrement;

TESTAGE (en COBOL, 902 lignes et en DCL) permet de tester les contraintes d'intégrité de la banque de données pour l'ensemble d'un fichier de saisie provisoire, ce programme doit être utilisé après chaque correction;

CHARGE (en COBOL, 672 lignes) permet de transférer un fichier de saisie provisoire dans un fichier-père de la banque de données fauniques.

Les rapports imprimés s'obtiennent grâce aux programmes DOSLANG et DOSFRAN.

DOSLANG (en DCL) imprime un rapport sur la faune du Languedoc-Roussillon; il est constitué de plusieurs sous-rapports, contruits chacun par une procédure DATATRIEVE:
- un rapport sur l'effectif de chaque taxon dans chaque carré UTM (procédure CARTE-LANGUEDOC, 62 lignes);
- un rapport sur la somme des données dans chaque carré UTM (procédure SOMME-DONNEES, 28 lignes);
- un rapport sur les proportions de chaque espèce dans l'effectif total (procédure SOMME-ESPECES, 42 lignes);
- un rapport sur l'altitude fréquentée par chaque espèce (procédure ALTITUDE, 93 lignes);
- un rapport sur les fleurs butinées par chaque espèce (procédure FLEURS-BUTINEES, 242 lignes);
- un rapport sur la somme des visites pour chaque fleur (procédure SOMME-FLEURS-BUTINEES, 242 lignes);
- rapport sur la contribution des différentes sources à l'information (procédure LISTE-SOURCES, 32 lignes).

DOSFRAN (en DCL) imprime un rapport semblable à celui issu de DOSLANG mais concerne l'ensemble des informations de la France continentale, de la Belgique et des régions limitrophes. Seul la première procédure invoquée par le programme diffère de DOSLANG: CARTE-FRANCE (88 lignes) au lieu de CARTE-LANGUEDOC.

Les cartes de distribution s'obtiennent grâce aux programmes CARTEL et CARTEF:

CARTEL (en COBOL, 765 lignes) permet l'affichage et l'impression d'une carte de distribution spécifique du Languedoc-Roussillon ou encore une carte de sommation des données;

CARTEF (en COBOL, 1417 lignes) offre les mêmes possibilités pour l'ensemble du territoire de la France continentale, de la Belgique et des régions limitrophes mais il permet en plus de distinguer les informations de 1 à 3 périodes au choix (par exemple, avant 1900, de 1899 à 1950, après 1949);

les programmes CARTEL et CARTEF font appel à la sous-routine SUBCART (en COBOL, 436 lignes) qui gère les écrans de saisie.

2.6. Analyse statistique

Pour la réalisation des analyses statistiques, on a eu recours à deux logiciels: SAS et MINITAB. Le premier a été utilisé surtout pour les analyses multivariées. Le second a été utilisé pour toutes les petites analyses.

Analyse faunique

Le premier objectif de cette analyse est d'établir des groupements d'espèces qui aient la même distribution spatiale. Pour cela, on utilisera différentes méthodes de dendrogrammes au départ de la matrice de présence-absence des espèces dans les carrés UTM du Languedoc-Roussillon.

Il a semblé préférable de ne faire aucun lissage de la distribution préalable à l'analyse (par exemple en remplaçant l'abondance d'une espèce dans un carré par son abondance moyenne dans ce carré et les carrés contigus). En effet, si une telle opération atténue les irrégularités d'échantillonnage, elle masque aussi l'existence des gradients les plus abrupts. Dans un territoire au relief peu accentué, ce dernier inconvénient est mineur mais dans le Languedoc-Roussillon, les montagnes élevées côtoyent sans transition les plaines maritimes. Les gradients écologiques y sont très brutaux et un lissage aurait probablement altéré la perception de ceux-ci.

Pour l'établissement des groupes, on a utilisé plusieurs méthodes différentes de construction des dendrogrammes. Le fait d'employer conjointement plusieurs méthodes statistiques permet de s'assurer de l'existence d'une structure dans la matrice de données. Si plusieurs méthodes de groupement différentes aboutissent à des groupes similaires, il est légitime de penser que ces groupes correspondent à une structure réellement présente dans les données et que les dendrogrammes en sont un reflet. Au contraire, si différentes méthodes de groupement donnent des résultats fort divergents, il est probable que les groupes obtenus soient le résultat d'artefacts.

Le second objectif de cette analyse est de mettre en évidence les facteurs les plus fortement liés aux groupements observés. Pour cela, au départ de la matrice de présence-absence, on utilisera l'analyse en composantes principales. Cette analyse permettra de vérifier la pertinence des groupes déduits des dendrogrammes. Elle permettra en outre de réduire le nombre de variables à prendre en considération et à donner une idée de leur importance pondérale. Les nouvelles variables obtenues, peu nombreuses et non corrélées entre elles, seront ainsi plus faciles à interpréter.

Tableau de contingence

Pour l'analyse de la faune des bourdons du Languedoc-Roussillon, on s'est basé sur l'étude de la variable binaire "*présence-absence*" de l'espèce dans un carré. Les données cartographiques ont donc été reportées dans un *tableau de contingence* constitué comme suit (pour les espèces A, B, C et D):

	A	B	C	D
$Carré_1$	1	0	0	0
$Carré_2$	0	0	1	1
$Carré_3$	1	0	1	1
$Carré_4$	0	1	1	1
$Carré_5$	0	0	1	1
$Carré_6$	1	1	1	1
$Carré_7$	1	1	0	0

Les carrés où aucune espèce n'a été notée ne sont pas repris dans l'analyse.

Matrice de fidélité

On utilise ici la notion de *fidélité*. Ce concept est utilisé par les phytosociologues depuis déjà longtemps (Braun-Blanquet, 1932; Pavillard, 1935). En faunistique, on ne l'utilise guère. Reinig (1972) y a eu recours sous le nom de "*syntopie*" pour l'analyse de la faune de bourdons de Souabe. Grandjouan (1978) utilise la matrice de fidélité pour l'analyse de la distribution géographique des plantes en France. Cet auteur démontre que l'utilisation de matrice de fidélité permet d'obtenir les groupements les plus fiables lors de l'étude d'espèces rares.

Dans le cas de l'analyse de la faune pratiquée ici, la fidélité de l'espèce A à l'espèce B est égal au quotient du nombre de carrés (n) occupés par A et B sur le nombre total de carrés occupés par A.

$$\textbf{Fidélité}_{AB} = n_{AetB} / n_A$$

La fidélité de A à B est donc maximale si dans tous les carrés où on trouve A, on trouve aussi B. Elle est minimale si B ne se trouve jamais dans les mêmes carrés que A. Il est très important de remarquer que cette relation n'est pas commutative.

$$\text{Fidélité}_{AB} \neq \text{Fidélité}_{BA}$$

On constitue la *matrice de fidélité* des espèces comme dans l'exemple qui suit pour les espèces A, B, C et D:

	A	B	C	D
A	F_{AA}	F_{AB}	F_{AC}	F_{AD}
B	F_{BA}	F_{BB}	F_{BC}	F_{BD}
C	F_{CA}	F_{CB}	F_{CC}	F_{CD}
D	F_{DA}	F_{DB}	F_{DC}	F_{DD}

Cette matrice est, bien entendu, dissymétrique. Cela implique une grande prudence dans l'utilisation des logiciels statistiques.

Matrice de corrélation

On utilise le *coefficient de corrélation de point* (Dagnelie, 1975b: 182) ou *carré de contingence* (Daget, 1976: 117, Grandjouan, 1978: 50):

$$R_{AB} = \frac{(n_0 \times n_{AB} - n_{(A-B)} \times n_{(B-A)})}{\sqrt{(n_{AB}+n_{(B-A)}) \times (n_{AB}+n_{(A-B)}) \times (n_0+n_{(B-A)}) \times (n_{0}+n_{(A-B)})}}$$

avec n_0 = nombre de carrés sans A ni B
n_{AB} = nombre de carrés avec A et B
$n_{(A-B)}$ = nombre de carrés avec A mais pas B
$n_{(B-A)}$ = nombre de carrés avec B mais pas A

Il est important de noter que cette relation est commutative:

$$R_{AB} = R_{BA}$$

Et donc, la *matrice de corrélation* est symétrique.

	A	B	C	D
A	R_{AA}	R_{AB}	R_{AC}	R_{AD}
B	R_{BA}	R_{BB}	R_{BC}	R_{BD}
C	R_{CA}	R_{CB}	R_{CC}	R_{CD}
D	R_{DA}	R_{DB}	R_{DC}	R_{DD}

Dendrogrammes

Des dendrogrammes ont été construits à partir de la matrice de distance euclidienne calculée sur base de la matrice de présence-absence, sur base de la matrice de fidélité et sur base de la matrice de corrélation. Deux méthodes de groupement ont été utilisées pour chacune de ces trois matrices de base: la *méthode du lien moyen* ("*average linkage cluster analysis*"; SAS, 1985) et la *méthode de Ward* ("*Ward's minimum variance cluster analysis*"; SAS, 1985). Ces méthodes sont d'usage courant en écologie numérique (Legendre & Legendre, 1984).

Le logiciel SAS utilisé ici ne permet pas d'appliquer directement directement les méthodes de groupement sur la matrice de données brutes ou sur les matrices de fidélité et de corrélation. Ce logiciel requiert une matrice de distance. Pour obtenir celle-ci, les différentes matrices de départ sont considérées chacune comme une matrice de coordonnée dans un espace euclidien ce qui permet de calculer une matrice de distance euclidienne. Au départ du carré de contingence, la distance entre l'espèce A et l'espèce B s'exprime comme suit:

$$\text{Distance}_{AB} = \sqrt{\Sigma_n (P_{An} - P_{Bn})^2}$$

avec P_{An} = présence de l'espèce A dans le carré n.

D'après SAS (1985:257), "*all methods produce the same results when used with coordinate data as when used with Euclidean distances computed from the coordinates*". Néanmoins, il convient d'être prudent dans la transformation de la matrice de fidélité. Celle-ci étant dissymétrique, la matrice de distance résultante sera différente selon qu'on calcule les distances entre colonnes ou bien entre lignes. Dans ce cas précis, on a calculé la distance entre lignes (en se basant sur la matrice de fidélité présentée à la page précédente). Deux espèces fidèles ensemble à une même combinaison de taxons seront très proche (distance euclidienne proche de zéro); deux espèces fidèles à des combinaisons d'espèces différentes seront lointaines (distance euclidienne proche de 1). L'opération ne pose pas de problème pour la matrice de corrélation qui est par essence symétrique.

On peut résumer les différentes méthodes par le tableau suivant.

Données brutes ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode du lien moyen
Données brutes ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode de Ward
Données brutes -> matrice fidélité ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode du lien moyen
Données brutes -> matrice fidélité ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode de Ward
Données brutes -> matrice corrélation ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode du lien moyen
Données brutes -> matrice corrélation ->	matrice distance euclidienne -> dendrogramme méthode de Ward

On le verra, le tracé de ces dendrogrammes diffère légèrement. Aucun n'est pourtant plus "*juste*" que les autres. Ils mettent en évidence des aspects différents de l'échantillonnage.

Analyse en composantes principales

Les méthodes d'ordination permettent de retrouver les variables qui contribuent le plus à la structure mise en évidence par les dendrogrammes. Une méthode d'ordination d'usage classique en écologie est l'analyse en composantes principales qu'on a choisi d'utiliser ici.

Il est légitime d'utiliser certains algorithmes d'analyse factorielle pour l'analyse en composantes principales. En effet, les méthodes de calcul de ces deux analyses sont fort proches et conduisent souvent à des résultats semblables (Dagnelie, 1975b: 219; Legendre, com. pers.). On a préféré utiliser ici un algorithme d'analyse factorielle en raison de la souplesse offerte par le logiciel SAS pour cette méthode. En outre, cet algorithme permet des rotations d'axes qui simplifient l'interprétation en réduisant le nombre de variables à prendre en considération (Dagnelie, 1975b: 211).

L'analyse en composantes principales est pratiquée ici à partir de la matrice de corrélation citée ci-dessus.

Plutôt que de donner la représentation graphique de chaque combinaison d'axe, ce qui aurait été fastidieux, on a préférer donner ici le ou les graphiques qui présentent le maximum de dispersion des groupes d'espèces. Bien souvent, cela revient à représenter les axes 2 et 3 ou les axes 3 et 4. La représentation de l'axe 1 n'apporte en général que la confirmation de ce qui est visible au premier coup d'oeil sur les tableaux donnés en annexe. D'autre part, la représentation des axes mineurs (5, 6, 7 ou 8) ne permet de distinguer que peu de groupes.

Analyse des préférences alimentaires

Pour cette analyse, on a choisi de s'en tenir au niveau de la famille botanique de façon à maintenir la matrice à analyser dans des proportions raisonnables. Une analyse qui descendrait au niveau de l'espèce botanique ne prendrait tout son sens qu'avec un échantillonnage bien plus élaboré et à la

faveur d'une étude régionale plus intensive, ou encore à l'occasion d'une monographie botanique.

Le but de cette analyse est d'associer à chaque espèce de bourdons les familles botaniques qui constituent sa ressource alimentaire principale.

A cet usage, on aurait pu utiliser l'analyse factorielle des correspondances. C'est pourtant sur l'analyse en composantes principales que le choix s'est porté ici. Cette méthode a été préférée dans ce cas précis, notamment en raison du caractère dissymétrique de l'échantillonnage. Si pour chaque espèce de bourdons, on a tenté d'observer toutes les espèces végétales butinées, l'inverse n'est pas vrai. Beaucoup d'autres insectes butineurs des plantes observées n'ont pas été repris dans l'analyse, n'ont pas été notés et le plus souvent, n'ont pas été observés. L'analyse factorielle des correspondances ne se serait pleinement justifiée que si, pour toutes les plantes étudiées, on avait noté et étudié toutes les espèces butineuses.

On bâtit une matrice des visites des familles botaniques par les espèces de bourdons comme suit (familles botaniques V, W, X, Y, Z; espèces de bourdons A, B, C, D):

	V	W	X	Y	Z
A	$v_{A/V}$	$v_{A/w}$	$v_{A/x}$	$v_{A/y}$	$v_{A/z}$
B	$v_{B/V}$	$v_{B/w}$	$v_{B/x}$	$v_{B/y}$	$v_{B/z}$
C	$v_{C/V}$	$v_{C/w}$	$v_{C/x}$	$v_{C/y}$	$v_{C/z}$
D	$v_{D/V}$	$v_{D/w}$	$v_{D/x}$	$v_{D/y}$	$v_{D/z}$

Avec $v_{A/V}$ = nombre de visites de l'espèce A sur les fleurs de la famille botanique V.

Ce qui permet de construire la *matrice de corrélation*:

	A	B	C	D
A	R_{AA}	R_{AB}	R_{AC}	R_{AD}
B	R_{BA}	R_{BB}	R_{BC}	R_{BD}
C	R_{CA}	R_{CB}	R_{CC}	R_{CD}
D	R_{DA}	R_{DB}	R_{DC}	R_{DD}

Dans laquelle le *coefficient de corrélation*

$$R_{AB} = \frac{\sum_i \left((v_{Ai} - Mv_A) \times (v_{Bi} - Mv_B)\right)}{\sqrt{\sum_i (v_{Ai} - Mv_A)^2 \times (v_{Bi} - Mv_B)^2}}$$

Avec v_{Ai} = nombre de visites de l'espèce A sur la famille botanique i

Mv_A = moyenne des visites de l'espèce A

On cherchera à constituer des groupes d'espèces ayant un régime alimentaire proche. On s'aidera pour cela de dendrogrammes (méthode du lien moyen et méthode de Ward) bâtis sur base de la matrice de distance euclidienne au départ de la matrice de données brutes puis au départ de la matrice de corrélation.

Sur base de la matrice de corrélation qui précède, on pratiquera une analyse en composantes principales de manière à associer les groupements d'espèces mis en évidence par les dendrogrammes à leurs principales familles de plantes nourricières.

3. Résultats

Pour ce chapitre et la suite de l'exposé, les espèces seront présentées dans l'ordre taxonomique de Rasmont (1983b), lui-même inspiré de Tkalců (1972), Delmas (1976) et Reinig (1981). Cela implique que le genre *Psithyrus*, le plus primitif semble-t-il (Tkalců, 1972; Williams, 1985), soit cité en premier. Cela peut paraître insolite et contraire à la tradition de débuter par ces espèces parasites mais il est difficile d'ordonner selon ce seul critère éthologique d'autant plus que d'autres genres comprennent des espèces parasites inquilines facultatives ou obligatoires.

Les cartes de distribution de chaque espèce sont regroupées dans le chapitre 12.

3.1. Catalogue des espèces de Bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes

Pour être complet, les taxons de Corse sont repris ici mais la faunistique de cette région fait l'objet d'un autre travail (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*).

Psithyrus (Psithyrus) rupestris (Fabricius, 1793)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 6).
ssp. ***rupestris*** (Fabricius, 1793) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***vasco*** Lepeletier, 1832 Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique de la péninsule ibérique.

Psithyrus (Ashtonipsithyrus) vestalis (Fourcroy, 1785)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 7).
ssp. ***vestalis*** (Fourcroy, 1785) Belgique, Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***obenbergeri*** May, 1944 Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.

Psithyrus (Ashtonipsithyrus) perezi Schulthess-Rechberg, 1886
endémique de Corse.

Psithyrus (Ashtonipsithyrus) bohemicus (Seidl, 1837)
ssp. ***bohemicus*** (Seidl, 1837) Belgique, Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 8).

Psithyrus (Metapsithyrus) campestris (Panzer, 1801)
ssp. ***campestris*** (Panzer, 1801) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 9).

Psithyrus (Allopsithyrus) barbutellus (Kirby, 1802)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 10).

Psithyrus (Allopsithyrus) maxillosus (Klug, 1817)
Corse, Espagne, France continentale, Italie, Languedoc-Roussillon (carte 11).
ssp. ***maxillosus*** (Klug, 1817) Espagne, France continentale, Italie, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***italicus*** Grütte, 1940 Corse, Espagne, Italie, Languedoc-Roussillon.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor Lepeletier, 1832
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 12).
ssp. ***quadricolor*** Lepeletier, 1832 Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.
ssp. ***arvernicus*** O.W.Richards, 1928 France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique du Massif Central.
ssp. ***globosus*** Eversmann, 1852 Allemagne fédérale, France.
ssp. ***meridionalis*** Richards, 1928 Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) flavidus (Eversmann, 1852)
Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 13).
ssp. ***alpium*** Richards, 1928 France continentale, Italie, Suisse, endémique des Alpes.
ssp. ***lutescens*** Pérez, 1890 Espagne, France continentale, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris Lepeletier, 1832
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 14).

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus Sparre Schneider, 1918
ssp. ***norvegicus*** Sparre Schneider, 1918 Belgique, Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 15).

Confusibombus confusus (Schenck, 1859)
Allemagne fédérale, Belgique (disparu),Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 16).
ssp. ***confusus*** (Schenck, 1859) Allemagne fédérale, Belgique (disparu), Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***paradoxus***(Dalla Torre, 1882) Belgique (disparu), Allemagne fédérale, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.

Bombias (Mendacibombus) mendax (Gerstaecker, 1869)
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 17).
ssp. ***mendax*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, endémique des Alpes.
ssp. ***latofasciatus*** (Vogt, 1909) Espagne, France continentale, endémique des Pyrénées (et des Monts Cantabriques?)

Bombus terrestris (L., 1758; sensu auct. nec Williams, 1985)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 18 et 19).
ssp. ***terrestris*** (L., 1758) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***lusitanicus*** Krüger, 1956 (=*ferrugineus* auctt. nec Schmiedeknecht, 1878) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***sassaricus*** Tournier, 1890, endémique de Sardaigne, Corse.
ssp. ***xanthopus*** Kriechbaumer, 1870 endémique de Corse.

Bombus lucorum (L., 1761)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 20).
ssp. ***lucorum*** (L., 1761) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***congruens*** Krüger, 1951 (=*latofasciatus* Vogt, 1909: 42) Espagne, France continentale, endémique de la péninsule ibérique.
ssp. ***renardi*** Radoszkowski, 1884 endémique de Corse.

Bombus cryptarum (Fabricius, 1785)
Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 21 à 23).
ssp. ***cryptarum*** (Fabricius, 1785) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***reinigianus*** Rasmont, 1984 Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.

Bombus magnus Vogt, 1911
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 24).
ssp. ***flavoscutellaris*** G. & W. Trautmann, 1915 (statut subspécifique douteux) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse.
ssp. ***luteostriatus*** Krüger, 1954 (statut subspécifique douteux) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.

Alpigenobombus wurfleini (Radoszkowski, 1859)
Allemagne fédérale, Belgique (disparu), Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 25).
ssp. ***mastrucatus*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Belgique (disparu), France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.

ssp. ***pyrenaicus*** (Vogt, 1909) Espagne, France continentale, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.

Alpinobombus alpinus (L., 1758)
Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse (carte 26).
ssp. ***helleri*** (Dalla Torre, 1882) Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse, endémique des Alpes.

Pyrobombus (Pyrobombus) hypnorum (L., 1758)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 27 et 28).
ssp. ***hypnorum*** (L., 1758) Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***ericetorum*** (Panzer, 1801) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.

Pyrobombus (Pyrobombus) pratorum (L., 1761)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon, accidentel en Corse (carte 29).
ssp. ***pratorum*** (L., 1761) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon, accidentel en Corse.
ssp. ***tatranus*** (Radoskowski, 1884) (statut subspécifique douteux) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale.
ssp. ***santonae*** Tkalců, 1985 Espagne.

Pyrobombus (Pyrobombus) jonellus (Kirby, 1802)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 30).
ssp. ***jonellus*** (Kirby, 1802) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***martes*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse.
ssp. ***yarrowianus*** Rasmont, 1986 Espagne, France continentale, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.

Pyrobombus (Pyrobombus) pyrenaeus (Pérez, 1879)
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 31).
ssp. ***pyrenaeus*** (Pérez, 1879) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.
ssp. ***tenuifasciatus*** (Vogt, 1909) Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse.

Pyrobombus (Pyrobombus) brodmannicus (Vogt, 1909)
Région caucasienne, Alpes (carte 32).
ssp. ***delmasi*** Tkalců, 1974 France, Italie, Suisse, endémique des Alpes.

Pyrobombus (Pyrobombus) monticola (Smith, 1849)
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 33).
ssp. ***hypsophilus*** (Skorikov, 1912) Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse, endémique des Alpes (et du Massif Central?)
ssp. ***rondoui*** Vogt, 1909 Espagne, France continentale, endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques.

Pyrobombus (Melanobombus) lapidarius (L., 1758)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 34 et 35).
ssp. ***lapidarius*** (L., 1758) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***decipiens*** (Pérez, 1879) Espagne, France continentale, Italie.

Pyrobombus (Melanobombus) sicheli (Radoszkowski, 1859)
Alpes, Pyrénées (carte 36).
ssp. ***alticola*** (Kriechbaumer, 1873) Allemagne fédérale, France continentale, Italie, Suisse, endémique des Alpes.
ssp. ***flavissimus*** Tkalcû, 1974 Espagne, France continentale, Italie, Languedoc-Roussillon (Pyrénées, Alpes occidentales).

Pyrobombus (Cullumanobombus) cullumanus (Kirby, 1802)
Allemagne fédérale, Belgique (disparu),Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon (carte 37).

Pyrobombus (Cullumanobombus) serrisquama (Morawitz, 1888)
Espagne (carte 38).

Pyrobombus (Kallobombus) soroeensis (Fabricius, 1793)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 39 à 42).
ssp. ***soroeensis*** (Fabricius, 1793) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***proteus*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***lectitatus*** (Kruseman, 1958) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.

Megabombus (Megabombus) argillaceus (Scopoli, 1763)
France continentale, Italie, Suisse (carte 43).

Megabombus (Megabombus) ruderatus (Fabricius, 1775)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 44 et 45).
ssp. ***ruderatus*** (Fabricius, 1775) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique de la péninsule ibérique.
ssp. ***eurynotus*** (Dalla Torre, 1882) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.

ssp. ***corsicola*** (Strand, 1917) endémique de Corse.
ssp. ***sardiniensis*** (Tournier, 1890) endémique de Sardaigne, Corse.

Megabombus (Megabombus) hortorum (L., 1761)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 46).
ssp. ***hortorum*** (L., 1761) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***jonghei*** **nov.** endémique de Corse.

Megabombus (Megabombus) asturiensis Tkalcû, 1974
Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique de la péninsule ibérique (carte 47).

Megabombus (Megabombus) gerstaeckeri (Morawitz, 1882)
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse (Pyrénées, Alpes) (carte 48).

Megabombus (Subterraneobombus) subterraneus (L., 1758)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon. (cartes 49 à 51).
ssp. ***latreillellus*** (Kirby, 1802) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***liguriensis*** **nov**. France continentale, Italie.
ssp. ***tectosagorum*** (Kruseman, 1958) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.

Megabombus (Subterraneobombus) distinguendus (Morawitz, 1869)
Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse (carte 52).

Megabombus (Rhodobombus) pomorum (Panzer, 1805)
ssp. ***pomorum*** (Panzer, 1805) Belgique (disparu), Allemagne fédérale, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 53).

Megabombus (Rhodobombus) mesomelas (Gerstaecker, 1869)
ssp. ***mesomelas*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon, (Pyrénées, Alpes) (carte 54).

Megabombus (Thoracobombus) sylvarum (L., 1761)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon, (cartes 55 et 56).
ssp. ***sylvarum*** (L., 1761) (=*distinctus* Vogt, 1909, **syn. nov.**) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***nigrescens*** (Pérez, 1879) Espagne, France continentale.

Megabombus (Thoracobombus) veteranus (Fabricius, 1793)
Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 57).

Megabombus (Thoracobombus) ruderarius (Müller, 1776)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 58 à 60).
ssp. ***ruderarius*** (Müller, 1776) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***montanus*** (Lepeletier, 1836) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique de la péninsule ibérique.

Megabombus (Thoracobombus) inexspectatus (Tkalců, 1963)
Espagne, France continentale, Italie, Suisse, (Monts Cantabriques, Pyrénées Centrales, Alpes du sud) (carte 61).

Megabombus (Thoracobombus) muscorum (L., 1758; sensu Fabricii, 1793)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (carte 62).
exerge ***muscorum***
ssp. ***muscorum*** (L., 1758; sensu Fabricii, 1793) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
exerge ***bannitus*** (Popov, 1930)
ssp. ***scyllonius*** (Richards, 1935)
îles Anglo-Normandes, France à l'île d'Ouessant.
exerge ***pereziellus*** (Skorikov, 1922)
ssp. ***pereziellus*** (Skorikov, 1922) endémique de Corse.

Megabombus (Thoracobombus) humilis (Illiger, 1806)
Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 63 à 69).
ssp. ***humilis*** (Illiger, 1806) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***staudingerioides*** Reinig, 1976 Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***sordidus*** (Friese & Wagner, 1904) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Italie.
ssp. ***quasimuscorum*** (Vogt, 1909) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
exerge ***aurantiacus*** (Dalla Torre, 1882 Espagne, France continentale, Italie, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***paraurantiacus*** Reinig, 1976 Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon, endémique de la péninsule ibérique.
exerge ***tristis*** (Seidl, 1837) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Italie, Suisse.
ssp. ***tristis*** (Seidl, 1837) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse(?)
ssp. ***appeninus*** (Vogt, 1909) France continentale, Italie, Suisse(?)

Megabombus (Thoracobombus) pascuorum (Scopoli, 1793)
Allemagne fédérale, Belgique, Corse, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon (cartes 70 à 78).
exerge ***pascuorum*** (Scopoli, 1793) Allemagne fédérale, Belgique, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***pascuorum*** (Scopoli, 1793) Italie, Suisse.
ssp. ***dusmeti*** (Vogt, 1909) Espagne, endémique de la péninsule ibérique.
ssp. ***freygessneri*** (Vogt, 1909) Belgique, Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***kruegerianus*** Rasmont, 1983 îles Anglo-Normandes.
ssp. ***maculatus*** (Vogt, 1909) Espagne, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***melleofacies*** (Vogt, 1909) Corse, Italie.
ssp. ***rufocitrinus*** (Krüger, 1931) Espagne, France continentale.
exerge ***floralis*** (Gmelin, 1790) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
ssp. ***floralis*** (Gmelin, 1790) Allemagne fédérale, Belgique, France continentale, Suisse, Languedoc-Roussillon.
exerge ***smithianus*** (White, 1851) Belgique
ssp. ***moorselensis*** (Ball, 1914) Belgique.

Megabombus (Thoracobombus) mucidus (Gerstaecker, 1869)
Allemagne fédérale, Espagne, France continentale, Italie, Suisse, Languedoc-Roussillon, (Alpes et Pyrénées) (carte 79).
ssp. ***mucidus*** (Gerstaecker, 1869) Allemagne fédérale, Italie, Suisse, endémique des Alpes orientales.
ssp. ***mollis*** (Pérez, 1879) Espagne, France continentale, Italie (Pyrénées, Alpes occidentales).

Megabombus (Thoracobombus) laesus (Morawitz, 1875)
ssp. ***mocsaryi*** (Kriechbaumer, 1877) Espagne, France continentale, Languedoc-Roussillon (carte 80).

Le tableau qui suit permet de comparer le catalogue des espèces de France continentale, de Belgique et du Languedoc-Roussillon.

Comme on le constate, à l'exception de *Megabombus distinguendus*, toutes les espèces de Belgique sont présentes en Languedoc-Roussillon. En outre, parmi les 46 espèces de bourdons de France continentale, seules 4 espèces du massif alpin sont absentes de cette région. La faune des bourdons du Languedoc-Roussillon peut donc bien être considérée comme représentative de celle de la Belgique et même de la France entière.

Espèce	France	Belgique	Languedoc-Roussillon
Psithyrus rupestris	X	X	X
Psithyrus vestalis	X	X	X
Psithyrus bohemicus	X	X	X
Psithyrus campestris	X	X	X
Psithyrus barbutellus	X	X	X
Psithyrus maxillosus	X	-	X
Psithyrus quadricolor	X	-	X
Psithyrus flavidus	X	-	X
Psithyrus sylvestris	X	X	X
Psithyrus norvegicus	X	X	X
Confusibombus confusus	X	X	X
Bombias mendax	X	-	X
Bombus terrestris	X	X	X
Bombus lucorum	X	X	X
Bombus cryptarum	X	X	X
Bombus magnus	X	X	X
Alpigenobombus wurfleini	X	X	X
Alpinobombus alpinus	X	-	-
Pyrobombus hypnorum	X	X	X
Pyrobombus pratorum	X	X	X
Pyrobombus jonellus	X	X	X
Pyrobombus pyrenaeus	X	-	X
Pyrobombus brodmannicus	X	-	-
Pyrobombus monticola	X	-	X
Pyrobombus lapidarius	X	X	X
Pyrobombus sicheli	X	-	X
Pyrobombus cullumanus	X	X	X
Pyrobombus soroeensis	X	X	X
Megabombus argillaceus	X	-	-
Megabombus ruderatus	X	X	X
Megabombus hortorum	X	X	X
Megabombus asturiensis	X	-	X
Megabombus gerstaeckeri	X	-	X
Megabombus subterraneus	X	X	X
Megabombus distinguendus	X	X	-
Megabombus pomorum	X	X	X
Megabombus mesomelas	X	-	X
Megabombus sylvarum	X	X	X
Megabombus veteranus	X	X	X
Megabombus ruderarius	X	X	X
Megabombus inexspectatus	X	-	-
Megabombus muscorum	X	X	X
Megabombus humilis	X	X	X
Megabombus pascuorum	X	X	X
Megabombus mucidus	X	-	X
Megabombus laesus	X	-	X
Nombre total d'espèces	46	30	42

3.2. Somme des données

La carte 5 (chapitre 12) figure la somme des données de Bombinae pour la France, la Belgique et les régions limitrophes. Elle permet de se faire une idée de l'effort de récolte nécessité par la présente étude.

Il est très net que le territoire étudié n'a pas été soumis à un échantillonnage régulier. La Belgique et le nord de la France ont bénéficié d'efforts soutenus. De même, les Pyrénées, le sud du Massif Central, les Alpes et la région méditerranéenne, que l'auteur a parcourus en tous sens. Ailleurs, la densité des informations est plus faible avec quelques agrégats notables de données. Le sud de la Suisse, la Côte-d'Or, l'Alsace, le nord de la Bretagne et la région parisienne sont des régions pour lesquelles on ne manque pas trop de données.

De grands blancs, presque vides de points, subsistent. Toute la région comprise entre le nord du Massif Central et la boucle de la Loire est presque vierge d'observations. Les régions de Champagne-Ardenne et de Lorraine sont parmi les plus pauvres en données. Le plus grand blanc qui subsiste est toutefois celui constitué par presque toute la région atlantique française située à l'ouest du méridien 0° (Greenwich). De toute cette vaste région, seuls quelques endroits sont explorés: alentours de Mortagne-au-Perche, Côtes-du-Nord, Finistère, Cotentin, Loire-Atlantique, Médoc et Pyrénées.

Une certaine estimation de l'effort d'échantillonnage au Languedoc-Roussillon peut être déduite de la carte 3. Il y est indiqué le nombre de spécimens récoltés dans chaque carré. L'idée donnée par cette carte n'est, hélas, pas encore parfaite.

Dans certains carrés, notamment le long des côtes, il est arrivé à l'auteur de prospecter durant de longues heures, parfois des journées, pour trouver 1 ou 2 spécimens isolés. En revanche, dans de tels carrés, on peut récolter de nombreuses Anthophorinae (*Anthophorini*, *Melectini* et *Eucerini*). Cette situation est très typique de la Camargue, où les Anthophorines abondent mais où les bourdons sont presque absents. La situation inverse se rencontre dans les biotopes montagnards ou subalpins dans lesquels on peut souvent récolter plusieurs centaines de bourdons en une heure (par contre les Anthophorines sont presque absentes de ces étages). La carte 4 présente les carrés du Languedoc-Roussillon où aucun bourdon n'a été observé lors du voyage de récoltes de 1984.

Les données sur l'altitude fréquentée par les espèces en Languedoc-Roussillon sont synthétisées dans le tableau I et la figure 1.

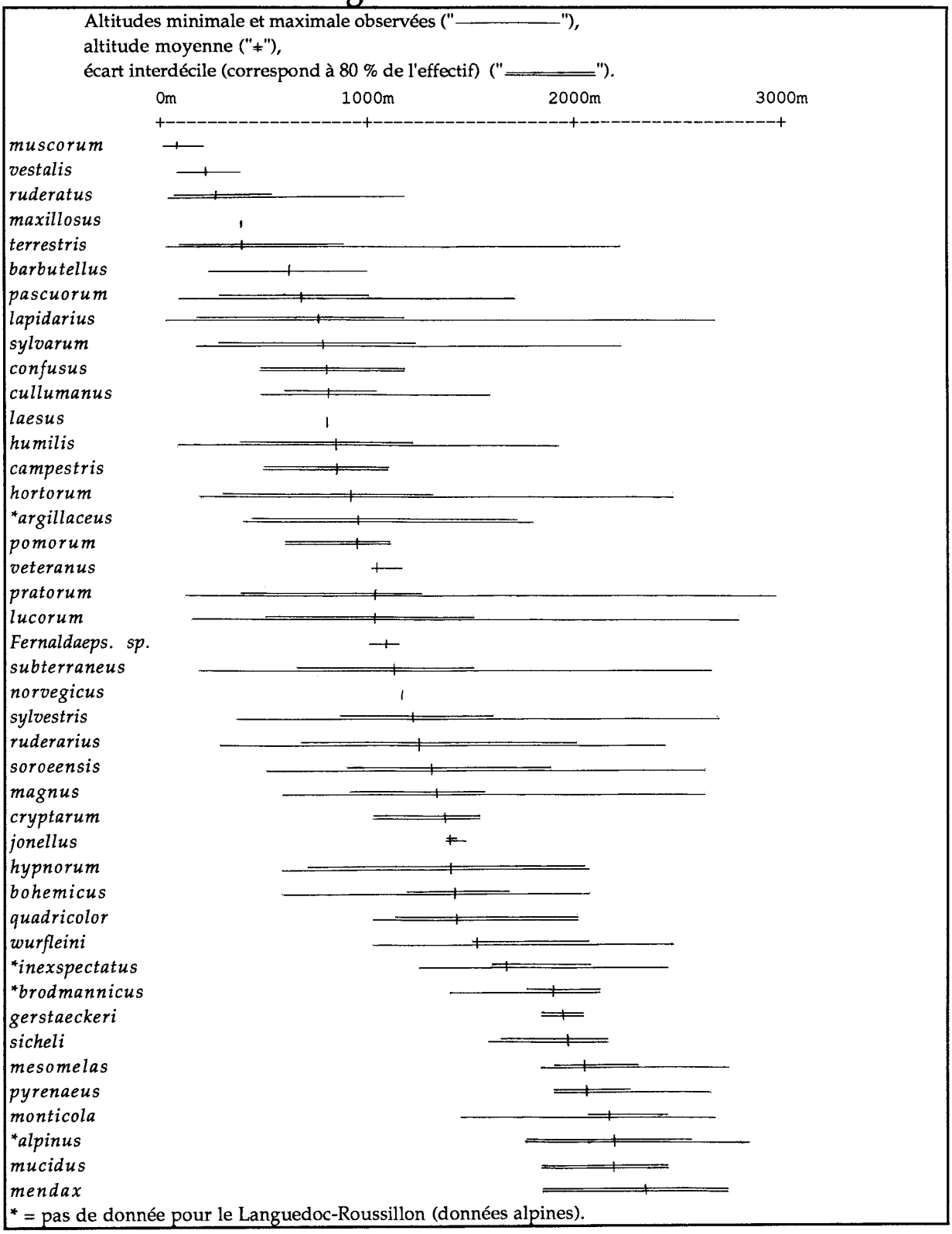
Tableau I.

Altitude fréquentée par les bourdons du Languedoc-Roussillon.

Altitude minimale observée ("ALT MIN"), altitude maximale ("ALT MAX"), altitude moyenne, déviation standard, nombre de spécimens pour lesquels l'altitude a été notée ("NB"), premier et dernier déciles, l'écart interdécile comprend 80 % des spécimens observés. Toutes les valeurs sont indiquées en mètres. n.c. = non calculé.

	ALT MIN	ALT MAX	MOYENNE	DEVIATION STANDARD	NB	PREMIER ET DERNIER DECILES (80% effectif)
PSITHYRUS RUPESTRIS	320	2100	1085	414	38	563 - 1785
PSITHYRUS VESTALIS	59	380	219	104	13	95 - 380
PSITHYRUS BOHEMICUS	550	2050	1400	276	90	1100 - 1625
PSITHYRUS CAMPESTRIS	575	1100	836	216	4	575 - 1100
PSITHYRUS BARBUTELLUS	200	1000	600	566	2	n.c.
PSITHYRUS MAXILLOSUS	371	371	371	n.c.	1	n.c.
PSITHYRUS (FERNALDAEPSITHYRUS) SP.	1000	1127	1064	90	2	n.c.
PSITHYRUS QUADRICOLOR	1000	2000	1411	291	13	1060 - 1992
PSITHYRUS FLAVIDUS	2000	2000	2000	n.c.	1	n.c.
PSITHYRUS SYLVESTRIS	320	2675	1194	434	65	808 - 1571
PSITHYRUS NORVEGICUS	1169	1169	1169	n.c.	1	n.c.
CONFUSIBOMBUS CONFUSUS	460	1159	780	291	13	460 - 1159
BOMBIAS MENDAX	1800	2700	2307	340	7	1800 - 2700
BOMBUS TERRESTRIS	1	2200	381	323	959	58 - 900
BOMBUS LUCORUM	120	2780	1027	400	398	550 - 1450
BOMBUS CRYPTARUM	1000	1550	1363	221	48	1000 - 1500
BOMBUS MAGNUS	550	2620	1313	364	79	825 - 1500
ALPIGENOBOMBUS WURFLEINI	1000	2450	1507	222	195	1450 - 2000
PYROBOMBUS HYPNORUM	550	2050	1370	418	11	640 - 2038
PYROBOMBUS PRATORUM	100	2950	1015	540	270	344 - 1190
PYROBOMBUS JONELLUS	1350	1450	1364	29	18	1350 - 1390
PYROBOMBUS PYRENAEUS	1850	2590	2015	172	26	1850 - 2193
PYROBOMBUS MONTICOLA	1400	2650	2131	259	39	1990 - 2420
PYROBOMBUS LAPIDARIUS	21	2690	752	453	381	150 - 1160
PYROBOMBUS SICHELI	1513	2100	1942	180	11	1567 - 2100
PYROBOMBUS CULLUMANUS	550	1600	805	248	51	560 - 1000
PYROBOMBUS SOROEENSIS	575	2600	1281	382	285	825 - 1838
MEGABOMBUS RUDERATUS	8	1159	249	231	78	59 - 520
MEGABOMBUS HORTORUM	150	2450	896	503	177	247 - 1495
MEGABOMBUS GERSTAECKERI	1800	2000	1900	105	10	1800 - 2000
MEGABOMBUS SUBTERRANEUS	150	2650	1100	420	39	600 - 1446
MEGABOMBUS POMORUM	575	1100	963	189	13	585 - 1100
MEGABOMBUS MESOMELAS	1800	2700	1991	232	28	1850 - 2250
MEGABOMBUS SYLVARUM	150	2200	774	357	139	260 - 1200
MEGABOMBUS VETERANUS	1000	1150	1019	16	14	1000 - 1000
MEGABOMBUS RUDERARIUS	260	2407	1219	451	186	648 - 1990
MEGABOMBUS MUSCORUM	15	200	77	107	3	15 - 200
MEGABOMBUS HUMILIS	74	1900	829	317	167	349 - 1200
MEGABOMBUS PASCUORUM	58	1700	631	352	521	242 - 1000
MEGABOMBUS MUCIDUS	1800	2407	2152	254	4	1800 - 2407
MEGABOMBUS LAESUS	820	820	820	n.c.	14	n.c.

Figure 1. Altitude fréquentée par les bourdons du Languedoc-Roussillon.



* = pas de donnée pour le Languedoc-Roussillon (données alpines).

3.3. Notes spécifiques

La distribution de toutes les espèces et sous-espèces dans la région ouest-paléarctique est succinctement exposée par Rasmont (1983b). Elle ne sera donc pas rappelée ici.

Les cartes spécifiques sont rassemblées dans le chapitre 11.

Genre ***Psithyrus*** Lepeletier, 1832

Le genre *Psithyrus* Lepeletier est connu des régions paléarctique, néarctique et orientale. Il comprend environ 45 espèces dont 11 espèces sont présentes en Europe (Rasmont, 1983b). Une de ces espèces est endémique de Corse (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*). Les 10 autres espèces sont connues du Languedoc-Roussillon. A titre de comparaison, 9 espèces sont connues de Scandinavie (Løken, 1984), 7 de Belgique, 6 des îles Britanniques (Alford, 1975) et 2 de la Corse.

Toutes les espèces de ce genre dont l'éthologie est connue sont parasites inquilins d'autres bourdons. Comme les femelles n'ont jamais d'appareil de récolte de pollen, il est très probable que toutes les autres espèces soient aussi parasites.

D'ordinaire ces bourdons sont spécialisés dans le parasitisme d'une seule espèce de bourdons ou d'un petit groupe d'espèces, le plus souvent consubgénériques. Cette spécialisation ne semble pas absolue malgré la finesse des mécanismes d'usurpation (Cederberg, 1979, 1983; Van Honk *et al.*, 1981; Cederberg et al., 1984). Mais en fait il n'est pas facile de constater, à la simple ouverture d'un nid de bourdons, si le ou les bourdons-coucous présents sont usurpateurs ou, simplement, profitent un moment de l'abri et des réserves de la colonie sans chercher à s'y immiscer. Une bonne manière d'être certain de la relation parasitaire est d'attendre l'émergence de jeunes imagos pour s'assurer de l'existence de la descendance illégitime. Løken (1984) donne les hôtes connus de chacune des espèces de Scandinavie. Ses conclusions sont présentées dans le tableau II en y ajoutant les observations de May (1942) pour *Psithyrus maxillosus* (Klug) et de Rasmont, Adamski & De Bast (en préparation) pour *Ps. perezi*.

Tableau II.

Relation de parasitisme inquilin entre les *Psithyrus* et les autres bourdons (d'après May, 1942; Løken, 1984; Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*).

Psithyrus	**hôtes habituels**	**hôtes occasionnels**
Ps. rupestris	*P. lapidarius*, *P. sicheli*	*M. sylvarum, M. pascuorum*
Ps. vestalis	*B. terrestris*	
Ps. bohemicus	*B. lucorum*	
Ps. perezi	*B. lucorum renardi* *B. t. xanthopus*	
Ps.barbutellus	*M. hortorum*	*P. hypnorum*
Ps.maxillosus	*M. ruderatus* *M. argillaceus*	
Ps.campestris	*M. pascuorum*	*M. humilis, M. pomorum, P. pratorum*
Ps.quadricolor	*P. soroeensis*	
Ps.sylvestris	*P. pratorum*	
Ps.flavidus	*P. jonellus*, *P. monticola*? *P. lapponicus* s.s.? *P. cingulatus*?	
Ps. norvegicus	*P. hypnorum*	

Les bourdons-coucous ont souvent une distribution plus restreinte que celle de leur hôte. Ils n'atteignent ni d'aussi hautes altitudes, ni d'aussi hautes latitudes dans les régions froides (Alford, 1975; Løken, 1984; Pekkarinen *et al.*, 1981). Ils ne descendent pas non plus à aussi basse altitude dans les régions chaudes (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*).

Sous-genre *Psithyrus* Lepeletier, 1832 sensu stricto

Psithyrus rupestris (Fabricius, 1793)

Taxonomie.

Deux sous-espèces dans le territoire considéré: la ssp. *rupestris* (Fabricius) sensu stricto dans le Massif Central et la ssp. *vasco* Lepeletier, 1832: 375 (= *pyrenaeus* Lepeletier, 1832: 375) dans les Pyrénées. Les deux noms ont été proposés par Lepeletier à la même page pour deux variétés de coloration. *Vasco* est cité en premier et Lepeletier semble considèrer son *pyrenaeus* comme subordonné à *vasco*. Le premier réviseur, ici Pérez (1879) a opté pour l'utilisation de *vasco* pour désigner la sous-espèce pyrénéenne de *Ps. rupestris*; c'est donc ce nom qui est prioritaire.

Les deux populations *rupestris s.s.* et *vasco* semblent actuellement séparées mais au sud du Massif Central, on trouve ça et là des spécimens clairs qui ressemblent à la ssp. *vasco*. De même, dans les Pyrénées certains spécimens n'ont presque aucun poils gris sur le thorax, comme chez la ssp. *rupestris*. Il est donc probable que, malgré la disjonction apparente actuelle, un courant génique notable a dû exister entre les populations des deux massifs montagneux comme chez *Alpigenobombus wurfleini* (Radoszkowski) (Reinig & Rasmont, *sous presse*).

Distribution. carte 6. *Psithyrus rupestris* est moins répandu en plaine que son hôte *Pyrobombus lapidarius* (cartes 34 et 35). Il est par contre abondant dans les régions montagneuses, même là où son hôte alternatif, *Pyrobombus sicheli* (carte 36), n'existe pas (Massif Central, Haute-Provence). Vers l'ouest, il atteint à peine l'Océan Atlantique mais il est possible que cette rareté apparente ne provienne que de la déficience de l'échantillonnage. Sur le territoire considéré, il semble en régression au nord du km 5400 (distance à partir de l'Equateur, 48°45' nord).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 320m; maximum: 2100m; moyenne: 1085m; déviation standard: 414m; 38 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Il est intéressant de comparer la distribution de *Psithyrus rupestris* (Fabricius) avec celle de ses hôtes habituels, *Pyrobombus lapidarius* (L.) et *P. sicheli* (Radoszkowski).

Très nettement, *P. sicheli* et *Ps. rupestris* n'ont guère de chance de se rencontrer dans les Pyrénées. En effet, l'altitude minimale de *sicheli* (1513 m) correspond à l'altitude maximale de *rupestris*. *P. sicheli* n'est donc probablement pas l'hôte principal de *Ps. rupestris* dans les Pyrénées, ce qui n'exclut pas qu'il puisse y servir d'hôte occasionnel. Malgré cela, dans les Pyrénées, la fidélité de *rupestris vasco* à *sicheli* atteint 13/23 (57%).

La distribution de *Ps. rupestris* recouvre bien mieux celle de *Pyrobombus lapidarius* (fidélité de *rupestris* à *lapidarius* = 48/56, 86%). Avec cette différence que *rupestris* ne descend pas aussi bas ni ne monte aussi haut en altitude que son hôte. La déviation standard de l'altitude est d'ailleurs bien plus faible chez *rupestris* que chez *lapidarius*, ce qui confirme bien l'impression donnée par l'examen des minima et maxima observés. Alford (1975), Pekkarinen *et al.* (1981)

et Løken (1984) observent une distribution de *rupestris* moins étendue vers le nord que celle de *lapidarius*. Vers les basses altitudes, *Ps. rupestris* ne pénètre jamais la zone de sécheresse définie par Lumaret (1978), sauf à Montpellier, tout comme *P. lapidarius*. *Ps. rupestris* ne se trouve pas non plus dans le Quercy ni dans la vallée du Rhône où l'altitude est insuffisante.

Sous-genre ***Ashtonipsithyrus*** Frison, 1927

Psithyrus (Ashtonipsithyrus) vestalis (Fourcroy, 1785)

Taxonomie.

L'unique observation de Cerdagne (Ornosa, 1984) est attribuée à la ssp. *obenbergeri* May, 1944. L'auteur a vu trop peu de matériel de cette espèce en provenance de la péninsule ibérique pour pouvoir discuter du statut taxonomique de cette population. Ailleurs dans le territoire considéré, seule la sous-espèce *vestalis* (Fourcroy, 1785) a été observée.

Distribution. Carte 7. *Psithyrus vestalis* est partout plus rare que son hôte *Bombus terrestris* (cartes 18 et 19) bien qu'il ait à peu près la même distribution. Au contraire de ce dernier, il est absent des régions méditerranéennes et rare dans les régions subméditerranéennes.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 59m; maximum 380m; moyenne: 219m; déviation standard: 104m; 13 observations (Tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. La fidélité de cette espèce à son hôte *Bombus terrestris* auct. est de 8/10 (80%). Les exigences thermiques de *vestalis* semblent toutefois bien plus grandes car son altitude maximale connue est de 380m (2200m pour *terrestris*) alors que son altitude minimale est presque identique, bien qu'il n'atteigne nulle part les côtes du Languedoc-Roussillon. Toutes les observations proviennent de carrés où la température moyenne de juillet dépasse 18°C et où la moyenne de janvier dépasse 1°C. A basse altitude, *vestalis* ne pénètre pas la zone de sécheresse de Lumaret (1978). Alford (1975) observe dans les îles Britanniques que *vestalis* n'atteint pas l'extrémité de la distribution de *terrestris* vers le nord. Sa distribution n'y dépasse pas vers le nord l'isotherme de 14°C (moyenne de juillet-septembre). L'espèce et son hôte n'existent pas en Finlande (Pekkarinen *et al.*, 1981). Løken (1984) ne le mentionne que de l'extrême sud de la Suède alors que *terrestris* atteint Stockholm.

Aucune observation ne permet de penser que *vestalis* puisse parasiter *terrestris* lorsque ce dernier pratique la phénologie hivernale telle qu'on l'observe dans le Massif des Maures (Rasmont, 1984) ou à Montpellier (Delmas, *com. pers.*). *Ps. vestalis* semble tout simplement absent des régions où *terrestris* constitue des colonies hivernales.

Ps. vestalis ne paraît pas parasiter *B. lucorum* avec lequel il n'a qu'une fidélité de 3/10 (30%) et qui ne fréquente pas les mêmes altitudes.

Au contraire, l'espèce vicariante *Ps. perezi* Schulthess-Rechberg, endémique de Corse, semble parasiter *B. lucorum renardi* (Radoszkowski) endémique de cette île (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*). L'altitude moyenne d'observation de *Psithyrus perezi* (moyenne 656m, déviation standard 318m) est significativement plus élevée que celle de *vestalis*. A la différence de ce dernier, on trouve *perezi* jusqu'à très basse altitude dans la zone de sécheresse où *B. terrestris xanthopus* Kriechbaumer, 1870, constitue des colonies hivernales. D'après les observations de Ferton (1901, 1908), *Ps. perezi* adapte alors son mode de vie à la phénologie particulière de son hôte *terrestris*. Au contraire, sur le continent, *Ps. vestalis* n'a jamais été observé en hiver.

Les caractéristiques citées ci-dessus confirment la séparation éthologique, et donc probablement spécifique, de *Psithyrus vestalis* (Fourcroy) et de *Psithyrus perezi* Schulthess-Rechberg.

Psithyrus (Ashtonipsithyrus) bohemicus (Seidl, 1837)

Taxonomie

Seule la sous-espèce nominale *bohemicus* (Seidl) se trouve dans la région ouest-paléarctique.

Distribution. Carte 8. *Psithyrus bohemicus* est rare en plaine, même dans le nord de la France et en Belgique. Il ne semble vraiment fréquent que là où *Bombus magnus* (carte 24) et surtout *Bombus cryptarum* (cartes 21 à 23) (deux de ses hôtes probables) abondent. Ailleurs, il parasite probablement *Bombus lucorum* (carte 20). Cela semble surtout fort net dans les Pyrénées où *Ps. bohemicus* est beaucoup plus répandu que *B. magnus* et où sa distribution correspond à celle de *B. lucorum*.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 550m; maximum: 2050m; moyenne: 1400m; déviation standard: 276m; 90 observations (Tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Fidélité de *Ps. bohemicus* à *B. lucorum* (L.) = 30/36 (83%). *Psithyrus bohemicus* est beaucoup plus abondant aux Pyrénées qu'au Massif Central, ce qui est normal étant donné les altitudes relativement hautes fréquentées par cette espèce. La distribution de *bohemicus* semble coïncider avec les carrés où la température moyenne de juillet descend en dessous de 15°C, ce qui correspond à ceux dont l'altitude dépasse 1200 m.

On ignore encore presque tout des rapports entre *Ps. bohemicus* et ses hôtes potentiels *B. magnus* et *B. cryptarum*, proches parents de *lucorum*. Jusqu'ici on n'a détecté aucune spécificité particulière de la relation parasitaire de *bohemicus* avec l'une ou l'autre espèce du groupe de *lucorum*. Il faut dire que la taxonomie de ce groupe n'est clarifiée que depuis peu (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986). Dans les îles Britanniques, *bohemicus* est beaucoup plus rare dans le sud bien que *Bombus lucorum* y soit fort abondant (Alford, 1975). Par contre, sa distribution y épouse très bien celle de *Bombus magnus* Vogt (elle-même sous-évaluée par Alford puisque tous les spécimens de *magnus* de détermination douteuse ont été figurés comme *B. lucorum* par cet auteur). En Languedoc-

Roussillon, par contre, *Ps. bohemicus* semble beaucoup plus répandu dans les Pyrénées que *B. magnus*. Il est absent du sud-ouest du Massif Central où *magnus* abonde. En Finlande et en Scandinavie, la distribution de *bohemicus* est proche de celle de *Bombus lucorum* sensu lato (Pekkarinen *et al.*, 1981; Løken, 1984).

Sous-genre *Metapsithyrus* Popov, 1931

Psithyrus (Metapsithyrus) campestris (Panzer, 1801)

Taxonomie

La population du territoire considéré est par tradition rattachée à la sous-espèce nominale *campestris* (Panzer). On peut toutefois remarquer que dans les Pyrénées, le collare et le scutellare[1] sont toujours très larges et bien marqués alors qu'ailleurs en France et en Belgique, tout comme en Scandinavie (Løken, 1984), ceux-ci sont souvent plus étroits et mêlés de poils noirs.

Distribution. Carte 9. *Psithyrus campestris* est beaucoup moins répandu que son hôte principal *Megabombus pascuorum* (cartes 70 à 78) mais leurs distributions géographiques correspondent à peu de choses près.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 575m; maximum: 1100m; moyenne: 836m; déviation standard: 216m; 4 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. La fidélité de *campestris* à son hôte habituel, *Megabombus pascuorum*,est de 32/34 (94%), mais étant donné la quasi-ubiquité de ce dernier et sa grande abondance, on pouvait s'y attendre. Cette fidélité de *campestris* à *pascuorum* est toutefois bien meilleure qu'à *M. humilis*, parfois cité comme hôte; celle-ci n'est que de 20/34 (59%). On ne dispose malheureusement que de trop peu d'observations sur l'altitude pour bien connaître les préférences de *campestris*. Sa distribution coïncide presque avec la zone dont la température moyenne de juillet est comprise entre 15°C et 20°C, ce qui correspond à une altitude comprise entre 400 et 1200 m. *Ps. campestris* semble de toute manière bien plus rare et plus sténotopique que son hôte *M. pascuorum* ce qui est également vrai dans les îles Britanniques (Alford, 1975), en Finlande (Pekkarinen *et al.*, 1981) et en Scandinavie (Løken, 1984).

Sous-genre *Allopsithyrus* Popov, 1931

Les deux espèces de ce sous-genre connues en Europe sont souvent très difficiles à séparer. Dans la plupart des cas on ne les a pas distinguées. Aussi, est-il impossible d'analyser correctement les préférences écologiques de ces deux espèces. D'autre part, elles semblent toutes deux assez rares en Languedoc-

1 - Le *collare* désigne, par convention, la bande de pelage de couleur claire en avant du notum; le *scutellare* est la bande située sur le scutellum.

Roussillon. Dans la plupart des graphiques et tableaux, elles sont groupées sous le terme générique "***Allopsithyrus* sp.**".

Psithyrus (Allopsithyrus) barbutellus (Kirby, 1802)

Distribution. Carte 10. *Psithyrus barbutellus* est presque inexistant dans la région atlantique. Il semble s'être raréfié en Belgique depuis 1950. En France, en Belgique et dans les régions limitrophes, sa fidélité avec *Megabombus hortorum* n'est que de 64/96 (67%). Il est donc probable que *barbutellus* parasite d'autres espèces. *P. hypnorum* est un hôte alternatif très vraisemblable bien que cette espèce n'ait jamais été citée comme telle. On peut en effet remarquer que la distribution de *Ps. barbutellus* dans l'ensemble du territoire étudié rappelle fort celle de *P. hypnorum* (cartes 27 et 28).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 200m; maximum: 1000m; moyenne: 600m; déviation standard: 566m; 2 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Psithyrus barbutellus* est fort rare et localisé dans la région Languedoc-Roussillon.

Psithyrus (Allopsithyrus) maxillosus (Klug, 1817)

Taxonomie

Pour Ornosa (1984) seule la ssp. *italicus* Grütte, 1940, est représentée dans la péninsule ibérique.

Distribution. Carte 11. *Psithyrus maxillosus* ne semble se trouver qu'au sud des Alpes et dans les Pyrénées mais seuls les spécimens les plus typiques de cette espèce ont pu être déterminés. Sa distribution est donc sans doute largement sous-estimée. Les spécimens douteux ont été enregistrés comme "*Allopsithyrus* sp.". Ses hôtes sont très probablement *Megabombus argillaceus* (carte 43) et *M. ruderatus* (cartes 44 et 45).

Altitude en Languedoc-Roussillon. une seule observation: 371m.

Sous-genre *Fernaldaepsithyrus* Frison, 1927

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor Lepeletier, 1832

Taxonomie

Dans les Pyrénées, c'est la sous-espèce nominale *quadricolor* Lepeletier qui est représentée alors que dans le Massif Central, il n'existe que la sous-espèce *arvernicus* Richards, 1928. Cette dernière est considérée par Delmas (1976) comme une population d'hybrides entre la ssp. *quadricolor* et la ssp. *meridionalis* Richards, 1928, mais on constate qu'*arvernicus* montre une coloration à peu près stable ce qui n'est pas compatible avec cette hypothèse.

La distribution des sous-espèces de *quadricolor* rappelle celle des différentes sous-espèces de son hôte *Pyrobombus soroeensis* (Fabricius) (Richards, 1928; Tkalců, 1969a; Reinig, 1973). *Ps. quadricolor meridionalis* a une distribution proche de celle de *P. soroeensis proteus* (Gerstaecker); *Ps. quadricolor quadricolor* proche de *P. soroeensis lectitatus* (Kruseman) et *Ps. q. globosus* Eversmann, 1852, proche de *P. s. soroeensis*. Dans le Massif Central, on trouve quatre populations bien distinctes (mais souvent mélangées) de *Pyrobombus soroeensis* mais on est loin de retrouver une pareille hétérogénéité chez *Ps. quadricolor*. Il semble justifié de conserver le statut subspécifique d'*arvernicus* Richards.

Distribution. Carte 12. *Psithyrus quadricolor* est beaucoup plus rare que son hôte *Pyrobombus soroeensis* (cartes 39 à 42), surtout au nord du km 5200 (47° latitude nord). *Ps. quadricolor* n'a jamais été trouvé en Belgique.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1000m; maximum: 2000m; moyenne:1411m; déviation standard: 291m; 13 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Fidélité de *Ps. quadricolor* à *Pyrobombus soroeensis* = 18/21 (86%). Les altitudes fréquentées par *quadricolor* correspondent à celles fréquentées par son hôte *P. soroeensis* bien qu'il ne descende pas aussi bas et ne monte pas aussi haut (malheureusement, on dispose de beaucoup moins d'observations de *Ps. quadricolor* que de *P. soroeensis*). En Finlande et en Scandinavie, *Ps. quadricolor* n'atteint pas d'aussi hautes latitudes que son hôte (Pekkarinen *et al.*, 1981; Løken, 1984). Il n'existe pas dans les îles Britanniques, ni en Belgique, malgré la présence de son hôte dans ces régions. L'espèce montre une fidélité de 19/21 (90%) aux carrés dont l'altitude dépasse 1200m ce qui correspond à une température moyenne de juillet inférieure à 15°C.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) flavidus (Eversmann, 1852)

Taxonomie

La population pyrénéenne de cette espèce boréo-alpine appartient à la sous-espèce endémique *lutescens* Pérez, 1890. Le Lectotype ô de cette sous-espèce (présente désignation) a été revu par l'auteur au MNHNP. Etiquettes: 1) rondelle rouge, 2) *Aragnt*, 3) (rouge) *LECTOTYPE*, 4) *MUSEUM PARIS COLL. PEREZ 1915*, 5) *Rasmont det. 1987 Psithyrus flavidus lutescens Pérez, 1890.*

La population des Alpes appartient à la ssp. *alpium* O.W.Richards, 1928.

Dans les Pyrénées, la méthode numérique de Løken & Framstad (1983; annexe I) est très efficace pour déterminer les *Psithyrus sylvestris* Lepeletier et les *Ps. norvegicus* Sparre Schneider mais totalement inutilisable pour l'identification des *flavidus lutescens*. Cela montre que les caractéristiques morphométriques du *lutescens* pyrénéen diffèrent fort de celles du *flavidus* sensu stricto de Scandinavie au contraire de celles de *sylvestris* et de *norvegicus* qui ne varient guère.

Même en dehors de Scandinavie, la méthode est très efficace pour séparer les ô de *Ps. norvegicus* de ceux de *Ps. sylvestris*. Par contre les *Ps. flavidus* des Pyrénées ou des Alpes ne peuvent pas être reconnus sur la base de cette méthode. Ils y sont le plus souvent groupés avec *Ps. norvegicus*.

Distribution. Carte 13. L'espèce montre une fidélité très faible à *Pyrobombus jonellus* (Kirby) (dans les Pyrénées: 0/14; pour toute la carte de France, de Belgique et des régions limitrophes: 7/26, 27%); la seule espèce qui ait été observée abritant *flavidus* en Scandinavie (une unique observation de Brinck, 1951). Par contre, on observe une fidélité de 8/11 (73%) à *Pyrobombus monticola* (Smith); il est donc bien possible qu'il parasite ce dernier (Richards, 1928; Pittioni, 1942, 1943; Tkalců, 1969a; Lundberg & Svensson, 1977) . Pittioni (1942), Pekkarinen *et al.* (1981) et Løken (1984) montrent que la distribution de *flavidus* étant plus étendue que celle de *Pyrobombus lapponicus* sensu lato (dont *P. monticola*), l'espèce est obligée de parasiter d'autres espèces de bourdons. Pittioni (1942) propose *Pyrobombus cingulatus* (Wahlberg, 1854) comme hôte possible, tandis que Pekkarinen *et al.* (1981) comme Løken (1984) (avec doutes pour cette dernière) penchent plutôt pour *jonellus*. A l'échelle continentale, la ressemblance entre la distribution de *flavidus* sensu stricto et celle de *cingulatus* suggère bien une relation parasitaire entre eux. Il est probable que, au moins en Fennoscandie, *flavidus* parasite à l'occasion aussi d'autres espèces du sous-genre *Pyrobombus* telle que *P. jonellus*.

Pour tout compliquer, dans les Pyrénées Orientales, *Pyrobombus pyrenaeus* (Pérez) pourrait faire un hôte de choix pour *flavidus lutescens*. Ce dernier montre en effet une fidélité de 11/11 (100%) à *pyrenaeus* sur le territoire du Languedoc-Roussillon. Si l'on considère l'ensemble de la carte de France et des régions adjacentes, la fidélité de *flavidus* est, là encore, bien meilleure à *pyrenaeus* (21/23, 91%) qu'à *monticola* (14/23, 61%) (cartes 31 et 33).

Dans les Alpes, la fidélité de *flavidus alpium* à *Pyrobombus brodmannicus* (Vogt, 1909) n'est que de 5/12 (42%) et, en pratique, on ne les trouve pas dans les mêmes biotopes. Ce dernier bourdon n'est pas un hôte habituel vraisemblable.

La distribution de *flavidus* en Fennoscandie est très proche de celle de *Bombus sporadicus* Nylander, 1848, et de *Pyrobombus cingulatus* (Wahlberg, 1854) (Løken, 1973; Pekkarinen *et al.*, 1981). Ceci est vrai aussi dans le reste du nord de la région paléarctique (Reinig, 1939a; Pittioni, 1942, 1943). Ces trois espèces sont associées à la taïga de même que *Bombus patagiatus* Nylander, 1848 (Tkalců, 1967), *Pyrobombus (Cullumanobombus) semenoviellus* (Skorikov, 1910) (Panfilov, 1951) et *Pyrobombus (Pyrobombus) modestus* (Eversmann, 1852)[1]. Aucune de ces espèces typiquement inféodées à la taïga ne se trouve dans les massifs montagneux du sud. Il est difficile d'imaginer que *flavidus* puisse faire exception alors que les *Psithyrus* sont d'ordinaire plus sténotopiques que les

1 - Cette espèce, citée de la région de Moscou comme *Bombus nymphae* par Skorikov, 1909, n'a pas été citée par Rasmont, 1983b, dans son catalogue des bourdons ouest-paléarctiques.

bourdons auxquels ils sont associés. Une bonne explication serait que le *flavidus* de Fennoscandie et les populations des Alpes et des Pyrénées ne soient pas conspécifiques.

En conclusion, bien que de morphologie proche, le *flavidus* de Fennoscandie et celui des Alpes et des Pyrénées diffèrent par leurs caractéristiques morphométriques, écologiques, zoogéographiques et, semble-t-il, par leur hôte. **Il est probable qu'il s'agisse de deux espèces proches mais bien distinctes.**

Altitude en Languedoc-Roussillon. Une seule observation: 2000m.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris Lepeletier, 1832

Taxonomie

Le statut spécifique de *Psithyrus sylvestris* et de *Ps. norvegicus* ne pose aucun problème mais, si les ♀ sont toujours très faciles à identifier, il n'en va pas de même pour les ♂. Les gros exemplaires ne donnent pas trop de difficultés mais les plus petits sont impossibles à séparer sur la seule base des caractères morphologiques; de plus, leur coloration est semblable. Il faut alors utiliser la méthode de détermination de Løken & Framstad (1983), toujours valable pour ces deux espèces, même loin de la Scandinavie. Cette méthode, basée sur la mesure de caractères de nervation, nécessite un petit programme d'ordinateur (fig. 2) et l'usage d'une loupe binoculaire équipée d'un micromètre oculaire. Evidemment, c'est une méthode laborieuse qui ne doit être employée que dans les cas les plus difficiles.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 320m; maximum: 2675m; moyenne:1194m; déviation standard: 434m; 65 observations (tableau II, fig. 1).

Distribution. Carte 14. *Psithyrus sylvestris* est très largement distribué mais moins répandu que son hôte *Pyrobombus pratorum* (carte 29), surtout en plaine. Il est absent des régions méditerranéennes et subméditerranéennes.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Psithyrus sylvestris* montre une fidélité de 42/53 (79%) à son hôte habituel *Pyrobombus pratorum* (L.). Les altitudes fréquentées par *sylvestris* semblent légèrement supérieures à celles de son hôte. Cela se marque très bien en comparant les cartes des deux espèces. Au contraire de *pratorum*, *sylvestris* ne descend pas dans les plaines du Roussillon, du Languedoc et du Rhône; il ne pénètre jamais la zone de sécheresse de Lumaret (1978). Dans le Massif Central, il semble aussi éviter la zone la plus froide (température moyenne de janvier inférieure à 0°C, moyenne de juillet inférieure à 10°C) alors que cela n'est pas le cas dans les Pyrénées. Alford (1975) ne constate guère de différence entre la distribution de *sylvestris* et celle de *pratorum* dans les îles Britanniques. Pekkarinen *et al.* (1981) et Løken (1984) remarquent l'absence de *sylvestris* au Lappland (Lapponie) dans le nord de la Fennoscandie.

Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus Sparre Schneider, 1918

Taxonomie

Seule la sous-espèce nominale *norvegicus* se trouve en Europe. Pour les difficultés de détermination des ô, voir plus haut (*Psithyrus flavidus* et *Ps. sylvestris*). La méthode de détermination de Løken & Framstad (1983) apporte souvent une aide précieuse (fig. 2).

Distribution. Carte 15. *Psithyrus norvegicus* est bien plus rare que son hôte *Pyrobombus hypnorum* (cartes 27 et 28), surtout dans le Massif Central d'où il n'est connu que très récemment et d'une seule station. Vers l'ouest, il atteint à peine la région atlantique.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Une seule observation: 1169m.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Sa fidélité à son hôte, *Pyrobombus hypnorum* (L.), espèce typiquement forestière, est de 4/5 (80%). Elle est très rare en Languedoc-Roussillon, où son hôte est lui-même peu courant (0,48 % des spécimens étudiés).

Genre *Confusibombus* Ball, 1914

Confusibombus confusus (Schenck, 1859)

Taxonomie

Deux formes de coloration coexistent dans le territoire considéré: la forme nominale *confusus* (Schenck), noire à extrémité abdominale rouge, et la forme *paradoxus* (Dalla Torre, 1882), avec collare, scutellare et tergite 1 jaunes et extrémité abdominale blanche. Cette dernière forme est rarissime et n'existe pas ici comme une sous-espèce individualisée mais elle présente un faciès à ce point particulier qu'on ne peut l'ignorer, ne serait-ce que pour éviter les erreurs de détermination.

Distribution. Carte 16. L'espèce n'existe ni dans les îles Britanniques ni en Fennoscandie. Elle est rare et plutôt continentale et n'atteint la région atlantique qu'en Charente. Elle est en forte régression au nord du km 5400 (48°45' latitude nord) et n'a plus été observée en Belgique après 1950. La rarissime sous-espèce *paradoxus* n'a plus été retrouvée depuis 1950.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 460m; maximum: 1159m; moyenne: 780m; déviation standard: 291m; 13 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est une espèce qui semble plutôt thermophile et sténotherme, elle se cantonne aux carrés dans lesquels la température moyenne de juillet est comprise entre 15°C et 20°C (ce qui correspond à une altitude comprise entre 400 et 1200 m). C'est une des rares espèces de bourdons qui, même en été, sort aux heures les plus chaudes de la journée. En Cerdagne, l'espèce atteint une altitude assez haute (Font-Romeu à

2000 m, Col de Perche à 1600 m) alors que son altitude moyenne de récolte n'est que de 780m. Cela peut peut-être s'expliquer par le climat très ensoleillé particulier à cette région. Curieusement, on ne trouve pas *confusus* là où la température moyenne de juillet dépasse 20°C ni, a fortiori, dans la zone de sécheresse de Lumaret (1978).

Genre *Bombias* Robertson, 1903

Rasmont (1983b) a rangé le sous-genre *Mendacibombus* Skorikov dans le genre *Bombias*. Il s'agit d'une **combinaison nouvelle** bien que cela n'ait pas été signalé alors.

Cette combinaison nouvelle se justifie par la proximité taxonomique des *Mendacibombus* paléarctiques et des *Bombias* néarctiques. Cette proximité taxonomique apparaît lors d'une simple comparaison morphologique. Les mâles de *Mendacibombus* et *Bombias* ont des genitalia proches qui ne ressemblent à ceux d'aucun autre groupe de bourdons (sauf peut-être à ceux du genre *Psithyrus* Lepeletier). Ils ont aussi en commun de très grands yeux composés comme certains autres bourdons (*Confusibombus* Ball, 1914; *Sibiricobombus* Vogt, 1911; *Fraternobombus* Skorikov, 1922) ainsi qu'une frange de longues soies au bord postérieur des métabasitarses (aussi chez *Confusibombus*).

Frison (1917, 1918), Hobbs (1965) et Sakagami (1976) ont décrit la nidification des *Bombias auricomus* (Robertson) et *nevadensis* (Cresson). Haas (1976) et Aichhorn (1976) se sont chargés du même travail pour *Bombias mendax* (Gerstaecker). Il n'y a rien de connu sur d'autres espèces du sous-genre *Mendacibombus* à part la petite note de Reinig, (1931: 862) sur *Bombias makarjini* Skorikov qui n'apporte rien de significatif.

De ces études, il ressort que *Mendacibombus* et *Bombias* partagent quelques particularités éthologiques notables. Alors que chez la plupart des autres bourdons, les oeufs puis les larves sont réunis dans une seule grande cellule d'élevage, les oeufs et les larves des *Mendacibombus* et *Bombias* sont rangés dans des cellules séparées (de forme à peu près hexagonales chez *mendax*) qui subsistent durant tout le développement. Chez ces deux sous-genres, le nectar est le plus souvent stocké dans des cellules de forme spéciale séparées du couvain (comme chez les *Meliponini*); chez *mendax*, les cellules d'élevage ne sont pas réutilisées à cet usage. Les mâles continuent à habiter le nid parental et à s'y nourrir durant leur vie nuptiale. On ne retrouve ces caractères chez aucune autre espèce de Bombini dont la nidification soit connue. Cela, en plus des particularités morphologiques, conduit à penser que les *Bombias* et *Mendacibombus* forment un groupe monophylétique et qu'ils doivent être réunis dans un seul genre: *Bombias*. Les caractères cités par Richards (1968: 229) définissent bien deux groupes d'espèces bien différenciés, l'un néarctique (sous-genre *Bombias*) et l'autre paléarctique (sous-genre *Mendacibombus*) auxquels on doit conserver un statut subgénérique.

On constate une grande ressemblance dans la description des vols nuptiaux de *Bombias auricomus* et de *B. (Mendacibombus) mendax mendax* (Haas, 1949; Alcock & Alcock, 1983). On trouve aussi ce type de parade nuptiale chez la sous-espèce pyrénéenne *latofasciatus* (Vogt) de *mendax* (observations de l'auteur à Balneario de Panticosa et au Termino de Ansó) et chez *Confusibombus confusus* (Schremmer, 1972).

Comme l'ont déjà souligné Tkalců (1974a) et Delmas (1976), *Confusibombus confusus* semble assez proche des *Bombias* mais il manque encore les études éthologiques qui permettraient de reconsidérer son statut générique.

La liste des taxons actuellement connus du genre *Bombias* dans le sens adopté ici est citée en annexe II (sauf les trois premières citées, toutes les espèces du sous-genre *Mendacibombus* forment ici des **combinaisons nouvelles**):

Sous-genre *Mendacibombus* Skorikov, 1914

Bombias (Mendacibombus) mendax (Gerstaecker, 1869)

Taxonomie

Dans les Alpes, seule existe la sous-espèce nominale sombre.

La sous-espèce pyrénéenne de cette espèce de haute altitude doit s'appeler *Bombias (Mendacibombus) mendax latofasciatus* Vogt, 1909, ***comb. nov.***

Synonymie: *Bombus mendax latofasciatus* Vogt, 1909: 50;
Bombus mendax ssp. *latofasciatus*, Skorikov, 1910: 328;
Mendacibombus mendax ssp. *pyrenes* Tkalcû, 1974b: 173;
Mendacibombus mendax ssp. *latofasciatus*, Delmas, 1976: 252;
Bombias (Mendacibombus) mendax ssp. *pyrenes*, Rasmont, 1983b: 10.

Vogt (1909) a utilisé le nom *latofasciatus* pour désigner les formes de coloration à large collare de quatre espèces de bourdons: p. 42 pour *Bombus lucorum* (L., 1761) et *B. terrestris* (L., 1758), p. 49 pour *Pyrobombus (Melanobombus) sicheli* (Radoszkowski, 1859) (=*Bombus alticola*, Vogt), p. 50 pour *Bombias (Mendacibombus) mendax* (Gerstaecker, 1869). D'après le Code international de Nomenclature zoologique (1985), un nom antérieur 1961 est utilisable comme nom d'espèce quelqu'en ait été le statut (autre que générique) attribué par son auteur au taxon désigné (article 16). La priorité de page n'est pas reconnue et donc, il est nécessaire de préciser le taxon auquel il convient de restreindre l'usage du nom *latofasciatus*.

Skorikov (1910: 328) a réutilisé pour la première fois le nom *latofasciatus* Vogt pour désigner la ssp. pyrénéenne de *Bombias mendax* (traduction en allemand de cet article russe de Skorikov dans Rasmont, 1983b).

Krüger (1939: 93) a utilisé le nom *latofasciatus* Vogt pour désigner une forme de coloration de *Bombus terrestris* sensu stricto et plus tard il a baptisé *congruens* Krüger (1951: 188) la ssp. pyrénéenne de *lucorum* qui correspond au *Bombus lucorum* ab. *latofasciatus* Vogt, 1909: 42.

Kruseman (1958) a signalé la difficulté mais, sans trancher, il a continué à utiliser le nom *latofasciatus* Vogt pour désigner tout à la fois les sous-espèces pyrénéennes de *Bombus lucorum*, de *Bombias mendax* et de *Pyrobombus sicheli*. Pour lui cependant, l'usage du nom *latofasciatus* Vogt devrait être restreint au *Bombus lucorum* des Pyrénées. Tkalcû (1974b) a conservé le nom *latofasciatus* Vogt pour la sous-espèce pyrénéenne de *Bombus lucorum*, il a baptisé *pyrenes* (Tkalcû, 1974b) la sous-espèce pyrénéenne de *Bombias mendax* et *Pyrobombus sicheli flavissimus* Tkalcû, 1974b, la ssp. correspondant au *Bombus alticola latofasciatus* Vogt, 1909: 49.

Delmas (1976) quant à lui conserve le nom de *latofasciatus* Vogt pour le *Bombias mendax* des Pyrénées, il suit Krüger en nommant *congruens* Krüger la ssp. pyrénéenne de *Bombus lucorum* et Tkalcû en utilisant le nom *flavissimus* Tkalcû pour le *Pyrobombus sicheli* de cette région.

La priorité de page n'étant pas reconnue par le Code international de Nomenclature zoologique, on ne peut débrouiller cette confusion que par la notion de premier réviseur (Article 24). L'opinion de celui-ci doit être considérée comme déterminante. Dans ce cas-ci, comme l'avait fait Delmas (1976), il faut suivre Skorikov (1910) et réserver comme lui *latofasciatus* (Vogt, 1909: 50) à la désignation de la ssp. pyrénéenne de *Bombias mendax*.

Pour résumer et conclure:
Bombus terrestris ab. *latofasciatus* Vogt, 1909: 42, garde pour l'instant un statut infrasubspécifique;
Bombus lucorum ab. *latofasciatus* Vogt, 1909: 42,
doit s'appeler *Bombus lucorum* ssp. *congruens* Krüger, 1951: 188;
Bombus alticola latofasciatus Vogt, 1909: 49,
doit s'appeler *Pyrobombus (Melanobombus) sicheli* ssp. *flavissimus* Tkalců, 1974b;
Bombus mendax latofasciatus Vogt, 1909: 50,
doit s'appeler *Bombias (Mendacibombus) mendax* ssp. *latofasciatus* (Vogt, 1909: 50).

Distribution. Carte 17. *Bombias mendax* est une espèce de haute altitude, comme toutes les autres espèces du sous-genre *Mendacibombus* connues à ce jour. Dans le territoire étudié, on ne la trouve bien entendu que dans les Alpes et les Pyrénées. Dans le Massif Central, l'altitude est bien insuffisante pour cette espèce. C'est d'ailleurs l'espèce dont l'altitude moyenne des captures est la plus élevée en Languedoc-Roussillon (2307m). Elle n'y a pas été capturée en dessous de 1800 m.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1800m; maximum: 2700m; moyenne: 2307m; déviation standard: 340m; 7 observations (tableau II, fig. 1).

Genre *Bombus* Latreille, 1802, sensu stricto

La taxonomie de ce groupe a été récemment revue pour l'Europe (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986). Il n'est pas possible d'identifier les espèces de ce genre sans recourir à ces travaux. De ce fait, les données antérieures de la littérature ne sont pas utilisables.

Bombus terrestris (auct. nec L., 1758)

Taxonomie

Lectotype ♀ (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il s'agit d'une femelle de l'espèce conspécifique de *Bombus cryptarum* (Fabricius, 1775). Il semble néanmoins préférable de conserver le nom de *Bombus terrestris* dans son sens traditionnel pour éviter de nouvelles perturbations inutiles de la nomenclature de ce groupe dont la taxonomie est déjà intrinsèquement difficile. La correspondance reçue jusqu'ici conforte cette position (Løken, *in litt.*; Macfarlane, *in litt.*; Pekkarinen, *in litt.*).

Deux sous-espèces coexistent dans le territoire étudié: la sous-espèce nominale *terrestris* (auct.), à face ventrale noire, et la sous-espèce *lusitanicus* Krüger, 1956 (= *ferrugineus* auct. nec Schmiedeknecht, 1878), à face ventrale rousse. La sous-espèce *lusitanicus* est la plus abondante dans la péninsule ibérique. Cette abondance relative décline graduellement à mesure que l'on s'éloigne des Pyrénées vers le nord.

Distribution. Cartes 18 et 19. *Bombus terrestris* est très abondant et à peu près ubiquiste dans tout le territoire considéré sauf dans les grands massifs montagneux. La sous-espèce *lusitanicus* Krüger (=*ferrugineus* auct.) remplace le sous-espèce nominale dans la péninsule ibérique (carte 19).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1m; maximum: 2200m; moyenne: 381m; déviation standard: 323m; 959 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Bombus terrestris* est presque ubiquiste mais il est peu fréquent à partir de 800m et exceptionnel au-delà de 1200m d'altitude. On remarque aussi son absence presque totale du Cantal et de la Lozère. Dans la zone de sécheresse de Lumaret (1978), à Montpellier par exemple, *B. terrestris* pratique une phénologie spéciale avec fondation des colonies en automne et, probablement, diapause estivale. On ignore encore le caractère facultatif ou obligatoire de ce comportement (Rasmont, 1985). Dans beaucoup de carrés côtiers, c'est la seule espèce de bourdons présente. Ce n'est peut-être que grâce à ce comportement spécial que *terrestris* peut s'y maintenir.

Bombus lucorum (L., 1761)

Taxonomie

Lectotype ô (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu en 1986. Il correspond bien à l'interprétation de la plupart des auteurs modernes.

Deux sous-espèces sont présentes dans la région étudiée: la ssp. *congruens* (Krüger, 1951) (=*latofasciatus* Vogt, 1909: 42, voir plus haut *Bombias mendax*) dans les Pyrénées et la ssp. *lucorum* (L.) partout ailleurs.

Distribution. Carte 20. *Bombus lucorum* est abondant partout sauf dans la région méditerranéenne d'où il est absent.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 120m; maximum: 2780m; moyenne:1027m; déviation standard: 400m; 398 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Bombus lucorum* ne se trouve qu'exceptionnellement dans les carrés où la température moyenne de juillet est supérieure à 20°C, ce qui correspond à peu près à une altitude minimale de 400 m. Des récoltes comme celle d'un ô à Trespoux (Lot, CK7118, 250m, 1.VIII.1983, rec. Rasmont) et celle d'une ♀ à l'Abbaye de Fontfroide (Aude, DH9174, 120m, 24.VI.1984, rec. Rasmont) montrent que l'espèce peut à l'occasion descendre fort bas en altitude et que l'isolement du Massif Central et des Pyrénées n'est pas absolu. Cet isolement a dû être encore bien plus ténu, ou même inexistant, lors d'épisodes climatiques froids comme le Petit Age Glaciaire (Le Roy Ladurie, 1983). Delmas (1976) fait d'ailleurs remarquer que dans le sud du Massif Central on peut trouver des spécimens qui ressemblent aux *congruens* pyrénéens.

Bombus cryptarum (Fabricius, 1785)

Taxonomie

On utilise ici le binôme *Bombus cryptarum* dans le même sens que Rasmont (1983a, 1983b), Rasmont (1984) et Rasmont *et al.* (1986) (voir remarques ci-dessus pour *Bombus terrestris*).

Deux sous-espèces de *Bombus cryptarum* se trouvent ensemble dans le Massif Central: la ssp. *cryptarum* (d'origine eurosibérienne d'après Rasmont, 1984) et la ssp. *reinigianus* Rasmont, 1984 (d'origine balkanique d'après cet auteur).

Bombus cryptarum et *B. magnus* se trouvent souvent ensemble dans le Massif Central et sont parfois très difficiles à séparer, surtout les ♀. Il est préférable de laisser les spécimens douteux sous la dénomination "*Bombus lucorum* sensu lato". Malgré les affinités taxonomiques de ces deux espèces, elles ne peuvent pas s'hybrider (de Jonghe, 1982; de Jonghe & Rasmont, 1983).

Distribution. Cartes 21 à 23. *Bombus cryptarum* est absent de tout le sud-ouest de la France. Ailleurs dans le territoire considéré, il semble surtout répandu en haute Belgique, dans les Alpes et dans le Massif Central. La distribution de cette espèce et de la suivante sont probablement mésestimées en raison des difficultés d'identification particulières à ces espèces (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1000m; maximum: 1550m; moyenne:1363m; déviation standard: 221m; 48 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Cette espèce est allochtone en Languedoc-Roussillon et selon toute probabilité n'est qu'une immigrante d'origine orientale récente dans le Massif Central. Le taxon vicariant de *cryptarum* d'origine ibérique est *Bombus magnus*.

L'absence totale de *Bombus cryptarum* des Pyrénées démontre l'immigration récente de cette espèce en Europe Occidentale. En effet, bien que cette espèce soit très abondante en altitude dans les Alpes ("*Taxon A*" de Scholl & Obrecht, 1983; Obrecht & Scholl, 1984), elle est absente des Pyrénées. Elle aurait pourtant trouvé là une foule de biotopes favorables si elle était parvenue assez tôt en Europe Occidentale, à une époque encore suffisamment froide pour qu'elle ait pu subsister aux environs de 200 m d'altitude, et passer ainsi du Massif Central aux Pyrénées par le Seuil de Naurouze.

Vers le sud et vers la région atlantique, *B. cryptarum* rencontre*Bombus magnus* qui, a des exigences écologiques proches, est bien implanté et est sans doute aussi mieux adapté aux conditions climatiques de la région atlantique (Rasmont, 1984).

On n'a pas trouvé *cryptarum* à une altitude inférieure à 1000m et il est surtout fréquent dans les carrés dont l'altitude dépasse 1200m. Cela peut expliquer son absence de l'Espinouse et de la Montagne Noire. Sauf au Larzac et au Levezou, on ne l'a trouvé que dans des carrés où la température moyenne de juillet descend en dessous de 15°C.

Bombus magnus Vogt, 1909

Taxonomie

Deux sous-espèces distinguées par tradition se trouvent sur le territoire étudié: ssp. *luteostriatus* Krüger, 1954, et ssp. *flavoscutellaris* G. & W. Trautmann, 1915. Ces deux sous-espèces sont très proches et correspondent plutôt à une variation clinale depuis l'ouest de la péninsule ibérique jusqu'au nord de la région atlantique, en Scandinavie. Cette variation clinale porte sur; - la décroissance du nombre de soies rousses sur les membres; - la diminution de l'étendue des bandes jaunes; - l'augmentation de la hauteur du pelage (et donc de l'aspect "hirsute" de celui-ci). Il ne semble pas qu'il faille maintenir une distinction subspécifique

entre *magnus* sensu stricto (îles Britanniques), *luteostriatus* (sud-ouest de l'Europe) et *flavoscutellaris* (nord-ouest de l'Europe). Il s'agit tout au plus de formes faiblement définies.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 550m; maximum: 2620m; moyenne: 1313m; déviation standard: 364m; 79 observations (tableau II, fig. 1).

Distribution. Carte 24. *Bombus magnus* semble surtout répandu dans les Monts Cantabriques, les Pyrénées, le Massif Central et la Bretagne. Ailleurs, il est rare et très localisé. Les populations des Alpes, des Vosges et des Hautes-Fagnes sont très faibles et isolées. En Belgique, il n'est abondant que dans les environs de Kalmthout. La distribution générale de l'espèce est cartographiée par Rasmont (1986).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. L'altitude moyenne fréquentée par *Bombus magnus* (1318m +/- 369m) correspond à peu près à celle de *B. cryptarum* mais avec une déviation standard nettement plus élevée. Sa distribution est à peu près celle des carrés où la température moyenne de juillet est comprise entre 10°C et 18°C ce qui correspond environ à une altitude de 800 à 1800m. La capture la plus surprenante de cette espèce est celle d'une ♀ sur une plage du Barcares (11.VIII.1984, Pyrénées-Orientales, EH03, sur *Echinophora* sp., rec. J. Hamon). Il s'agit bien entendu d'une observation accidentelle et tout à fait hors-station. Cette femelle a pu être apportée là par la Tramontane (en Languedoc-Roussillon, ce mot désigne un vent violent du nord-ouest).

Genre *Alpigenobombus* Skorikov, 1914

Ito (1985) range ce sous-genre dans le même groupe que les sous-genres *Nobilibombus* Skorikov, *Cullumanobombus* Vogt, *Melanobombus* Dalla Torre et *Pyrobombus* Dalla Torre. Ce qui se justifie très bien par la proximité morphologique des armatures génitales de ces taxons. La morphologie de la tête et surtout des mâchoires des femelles est pourtant très particulière chez *Alpigenobombus* et bien différente de celle des autres sous-genres mais cela peut s'expliquer comme une adaptation au mode spécial de butinage des espèces de ce sous-genre. En effet, elles sont connues pour percer invariablement la corolle des fleurs pour accéder aux nectaires par une voie plus courte ("vol de nectar"). Williams (1985) ne réunit en un seul groupe que *Pyrobombus*, *Alpigenobombus* et *Nobilibombus*.

On utilise ici la classification de Tkalcû (1972) pour les raisons expliquées bien que les vues de Ito (1985) semblent très pertinentes.

Alpigenobombus wurfleini (Radoszkowski, 1859)

Taxonomie

Deux sous-espèces bien marquées sur le territoire étudié: ssp. *mastrucatus* (Gerstaecker, 1869) dans le Massif Central; ssp. *pyrenaicus* (Vogt, 1909) dans les Pyrénées (= *Bombus lefebvrei* var. *flavicante* Pérez, 1890: 22, **syn. nov.nomen oblitum**, type non retrouvé au MNHNP).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1000m; maximum: 2450m; moyenne: 1507m; déviation standard: 222m; 195 observations (tableau II, fig. 1).

Distribution. Carte 25. La distribution de cette espèce est exposée en détail et amplement discutée par Reinig & Rasmont (*sous presse*). Les cinq stations les plus nordiques de la région étudiée sont très anciennes (probablement toutes antérieures à 1900) et l'espèce en a disparu. A l'époque actuelle, *wurfleini* n'existe plus que dans les montagnes et les plus hautes collines.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Rappelons simplement que la population du Massif Central est originaire du sud des Alpes alors que la population pyrénéenne est endémique (Reinig & Rasmont, *sous presse*). Au sud du Massif Central on trouve parfois des exemplaires clairs qui montrent qu'il a pu exister un flux génique entre ce massif et les Pyrénées.

L'altitude fréquentée par les deux sous-espèces est légèrement différente, plus élevée pour *pyrenaicus* dans les Pyrénées que pour *mastrucatus* dans le Massif Central. Cela peut provenir de légères différences génétiques entre les taxons mais aussi d'une différence de régime climatique entre les deux massifs montagneux. La distribution de *wurfleini* coïncide en Languedoc-Roussillon avec les carrés dont l'altitude dépasse 1200 m et où la température moyenne de juillet est inférieure à 15°C (Rasmont *et al.*, 1985).

Genre *Alpinobombus* Skorikov, 1914

Alpinobombus alpinus (L., 1758)

Taxonomie

Seule la sous-espèce claire *helleri* (Dalla Torre, 1882) existe dans les Alpes (Reinig, *in lit.*). La sous-espèce nominale se trouve en Scandinavie et dans le nord de l'U.R.S.S.

Distribution. Carte 26. *Alpinobombus alpinus* est localisé dans les plus hautes montagnes des Alpes au-delà d'une altitude de 1900 m (Delmas, 1976; Comba, 1972). Il est peu probable qu'on puisse trouver cette espèce dans les Pyrénées.

Altitude dans les Alpes. Minimum: 1700m; maximum: 2800m; moyenne: 2145m; déviation standard: 381m; 39 observations (fig. 1).

Genre *Pyrobombus* Dalla Torre, 1880

Sous-genre *Pyrobombus* Dalla Torre, 1880 sensu stricto

Pyrobombus (Pyrobombus) hypnorum (L., 1758)

Taxonomie

Lectotype ♀ (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien au sens traditionnel reconnu à ce taxon.

Deux sous-espèces en France, en Belgique et dans les régions limitrophes: la ssp. *hypnorum* (L.) dans les Pyrénées et dans les Alpes (avec une distribution disjointe de celle de la population type de cette sous-espèce qui est du nord de l'Europe) et la ssp. *ericetorum* (Panzer, 1801) dans tout le nord de la région étudiée et dans le Massif Central.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 550m; maximum: 2050m; moyenne: 1370m; déviation standard: 418m; 11 observations (tableau II, fig. 1).

Distribution. cartes 27 et 28. *Pyrobombus hypnorum* est surtout fréquent en montagne et en Belgique. Il se raréfie vers l'ouest et n'atteint pas les côtes de Bretagne. La localité la plus occidentale est St-Péran (Ille-et-Villaine; 1 ♀ 9.VII.1987, leg. J. Leclercq).

En Belgique et en Allemagne, cette espèce était donnée comme fort rare au début du siècle (Alfken, 1913; Ball, 1914; Cavro, 1950). Elle est devenue de plus en plus fréquente depuis lors (Ball, 1920; Wagner, 1937; de Jonghe, *com. pers.*). De nos jours, en Belgique et dans le nord de l'Europe, l'espèce semble la plus abondante dans les régions à forte population humaine, en milieu urbain ou suburbain (Haeseler, 1972).

P. hypnorum est bien connu pour nicher dans les cavités du bois mort (Løken, 1973). Il trouve dans les tas de bois de chauffage, les cabanes de jardins et autres annexes d'habitation, un terrain particulièrement favorable à la nidification. Wagner (1937) estime que l'habitude, récente à son époque, d'installer de nombreux nichoirs à oiseaux favorise beaucoup *P. hypnorum*. L'auteur en a observé plusieurs nids installés près des habitations dans de tels nichoirs ainsi que, une seule fois, dans la double parois en bois d'une niche à chien. L'hypothèse de Wagner semble donc valide.

Pyrobombus hypnorum trouve aussi une abondante alimentation dans les nombreuses Rosacées cultivées dans les banlieues résidentielles. Au début de ce siècle, cette banlieue jardinée favorable à *hypnorum* occupait une superficie beaucoup plus faible qu'à l'heure actuelle ce qui peut expliquer sa plus grande rareté d'alors.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est une espèce dont l'écologie est difficile à caractériser sur la seule base de la distribution et de l'altitude des captures. La température moyenne de juillet des carrés où on l'observe va de 10°C à 20°C et on l'a capturée à des altitudes de 550 à 2050m avec une déviation standard élevée (465m). Sur base de ces paramètres, on s'attendrait à une espèce très eurytopique. Ce n'est pas le cas. C'est une espèce presque exclusivement forestière qu'on trouve plutôt dans la futaie de Hêtres. Elle est de toute façon plutôt rare dans la région étudiée.

Pyrobombus (Pyrobombus) pratorum (L., 1761)

Taxonomie

Lectotype ♀ (désigné par Day, 1979; London Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien à l'interprétation traditionnelle de ce taxon.

C'est une espèce de coloration plutôt variable avec une sous-espèce assez sombre (ssp. *tatranus* (Radoszkowski, 1884)) qu'on trouve dans le nord de l'Europe Centrale et qui se reconnaît à la quasi absence de bande jaune à l'abdomen et au pelage roux restreint au tergite 5 (Reinig, *in manuscrit*). Tkalců (1985) n'estime pas que l'on puisse accorder un statut de sous-espèce à *tatranus*. La sous-espèce *santonae* Tkalců, 1985, est très caractéristique par son très large collare qui s'étend très bas sur les pleures et par le pelage entièrement jaune du tergite 1. Cette sous-espèce a été décrite des provinces de Santander et de Lugo. L'auteur a examiné des exemplaires de Barcelone (Montserrat, 7.IV.1980, 1 ♀ sur *Viola* sp.) et de Tarragone (Sierra de Prades, 880m, 5.IV.80, 2 ♀ sur *Rosmarinus officinalis* L.; Monasterio de Poblet, 900-1000m, 6.IV.1980, 1 ♀ sur *Rosmarinus officinalis*) récoltés par M. J.-M. Maldès (Montpellier). La sous-espèce *santonae* existe donc à l'extrême sud du territoire de la carte mais elle ne semble pas atteindre les Pyrénées et donc, *a fortiori*, le reste de la France. Ailleurs en Europe, on trouve la ssp. *pratorum* avec deux larges bandes jaunes au prothorax et à l'abdomen et avec les tergites 4 et 5 à pelage roux. C'est cette dernière que l'on trouve dans le territoire étudié.

Distribution. Carte 29. *Pyrobombus pratorum* est fort abondant presque partout. Il semble un peu moins répandu dans les plaines de l'ouest de la France (mais on dispose de peu de données de ces régions) et dans la région méditerranéenne.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 100m; maximum: 2950m; moyenne:1015m; déviation standard: 540m; 270 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Il s'agit d'une espèce très tolérante comme le montrent la gamme étendue d'altitude (de 100 à 2950m) qu'elle fréquente et sa large distribution. On l'a rarement trouvée là où la température moyenne de juillet dépasse 21°C. Et pourtant, on l'a observée à Montpellier et même jusqu'à l'intérieur de la zone de sécheresse de 2 mois par an définie par Lumaret (1978) (en lisière d'une futaie de *Pinus mesogeensis* Fieschi & Gaussen, en ubac, 1 ♀ sur *Cistus incanus* L. à Bize-Minervois DH99 100m 29.V.1984 rec. Rasmont). On la trouve à peu près partout pourvu que la station bénéficie d'ombrage. On ne l'a malgré tout pas trouvée dans certaines forêts de plaine comme par exemple la Forêt de Ferrals-les-Corbières (futaie de *Pinus mesogeensis* Fieschi & Gaussen), même dans les vallons humides où *pascuorum* abonde. Il est possible que dans les régions les plus chaudes, cette espèce très

précoce échappe à l'observateur dès la fin du printemps et en été du fait de la courte existence de ses colonies.

Pyrobombus (Pyrobombus) jonellus (Kirby, 1802)

Taxonomie

Dans l'ouest de la France et dans le Massif Central, n'existe que la ssp. *jonellus* (Kirby). A l'ouest des Pyrénées et dans les Monts Cantabriques se trouve la ssp. *yarrowianus* Rasmont, 1986. Dans l'est de la France, en Belgique et dans le massif alpin, la ssp. *jonellus* et la ssp. *martes* (Gerstaecker, 1869) existent ensemble.

Distribution. Carte 30. *Pyrobombus jonellus* semble localisé dans les massifs montagneux et la Bretagne. Il est absent des Pyrénées Centrales et Orientales (Rasmont, 1986). Il semble avoir fort régressé en Belgique.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1350m; maximum: 1450m; moyenne: 1364m; déviation standard: 29m; 18 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Cette espèce se comporte comme très sténotopique dans le Languedoc-Roussillon. On ne l'y a trouvée qu'entre 1300 et 1450m, c'est-à-dire dans la zone où la température moyenne de juillet est comprise entre 10°C et 15°C. Ce sont aussi toujours des régions de hêtraie sur sol siliceux avec sous-bois de Myrtiller (*Vaccinium myrtillus* L.), sa fleur préférée.

L'absence totale de cette espèce dans les Pyrénées-Orientales peut s'expliquer par ses exigences écologiques. En effet, on ne peut y trouver le type de biotope à *jonellus*; la hêtraie-sapinière y est en général installée sur sol calcaire (Pays de Sault, par exemple) et le Myrtiller ne se trouve qu'à trop haute altitude, à l'étage du Pin à crochets (*Pinus uncinata* Miller ex Mirbel) (Massif des Puig Carlit et Péric, par exemple).

Il semble bien que *jonellus* soit également absent des Pyrénées Centrales. Par contre il existe dans les hautes collines de Bigorre et de Navarre mais sous la forme de la sous-espèce cantabrique *yarrowianus*. Comme pour *Bombus cryptarum*, qu'on trouve dans les mêmes biotopes mais qui est plus abondant et moins sténotopique, on constate que la population nord-européenne (eurosibérienne?) n'a pas atteint les Pyrénées.

Pyrobombus (Pyrobombus) pyrenaeus (Pérez, 1879)

Taxonomie

La sous-espèce nominale *pyrenaeus* (Pérez) se trouve dans les Pyrénées. Le lectotype ô de *Bombus pyrenaeus* Pérez, 1879, a été revu en 1984 au MNHNP (présente désignation), étiquettes: 1) *Barèg*, 2) *MUSEUM PARIS COLL. PEREZ 1915*, 3) *Pyrrhob. pyrenaeus (Pérez) ô Tkalců det. Lectotype Bombus pyrenaeus Pérez.* 4) (rouge) *LECTOTYPE*, 5) *Rasmont det. 1984 Pyrobombus pyrenaeus pyrenaeus (Pérez).*

Dans les Alpes, seule se trouve la sous-espèce *tenuifasciatus* (Vogt, 1909). Cette sous-espèce, de robe en général sombre, se caractérise par une très grande variabilité (Delmas, 1976, 1981). Les spécimens les plus clairs ont une coloration proche de celle de la sous-espèce nominale.

Distribution. Carte 31. Sur le territoire considéré, *Pyrobombus pyrenaeus* n'existe que dans les hauts massifs pyrénéens et alpins.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1850m; maximum: 2590m; moyenne: 2015m; déviation standard: 172m; 26 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est une espèce de l'étage subalpin qui, par conséquent, ne se trouve pas dans le Massif Central. On ne la trouve que dans les carrés où la température moyenne de juillet descend en dessous de 10°C ce qui correspond à ceux dont l'altitude dépasse 1800 m.

Pyrobombus (Pyrobombus) brodmannicus (Vogt, 1909)

Taxonomie

Seule la ssp. *delmasi* (Tkalců, 1973) se trouve sur le territoire considéré. La ssp. nominale ne se trouve qu'au Caucase. Dans les montagnes du nord-est de l'Anatolie existe une sous-espèce (non décrite) de coloration proche de *delmasi*.

Distribution. Carte 32. *Pyrobombus brodmannicus* ne se trouve que sur les pentes ensoleillées des Alpes du sud, où prospèrent *Cerinthe glabra* Miller et *Cerinthe minor* L, dont il butine les fleurs. On ne l'a jamais encore observé dans les Pyrénées où il n'y a pas de grands peuplements de ces Cérinthes. En dehors des Alpes du sud, *Pyrobombus brodmannicus* n'est connu que des hautes montagnes du nord-est de l'Anatolie et du Caucase (Reinig, 1971; Tkalců, 1973, 1974b, Özbek, 1983).

Altitude dans les Alpes. Minimum: 1360m; maximum: 2100m; moyenne: 1879m; déviation standard: 149m; 102 observations (fig. 1).

Pyrobombus (Pyrobombus) monticola (Smith, 1849)

Taxonomie

Ce taxon fut longtemps considéré comme synonyme de *lapponicus* (Fabricius, 1793). Svensson (1979a) a démontré que le *lapponicus* auct. comporte deux espèces distinctes qui coexistent en Scandinavie. *Pyrobombus lapponicus* (Fabricius) sensu stricto n'existe que dans la région arctique alors que dans les massifs montagneux du sud de l'Europe, seul *Pyrobombus monticola* (Smith) est présent. On trouvera des discussions intéressantes sur la distribution de ces espèces dans Pittioni (1942, 1943), Reinig (1965, 1966) et Pekkarinen (1982).

Dans les Pyrénées n'existe que la sous-espèce endémique *rondoui* (Vogt, 1909). La sous-espèce *hypsophilus* (Skorikov, 1913) est la seule présente dans les Alpes. Cette sous-espèce est de coloration très variable.

Distribution. Carte 33. *Pyrobombus monticola* est une espèce subalpine répandue dans les hautes montagnes des massifs alpin et pyrénéen. Svensson (1979a) signale cette espèce au Massif Central (sur une carte peu précise) mais on ne l'y a pas retrouvée.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1400m; maximum: 2650m; moyenne: 2131m; déviation standard: 259m; 39 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Espèce de l'étage subalpin. Elle semble un peu plus euryhypse que les autres espèces subalpines comme le montrent l'altitude minimale de capture assez basse (1400m) et la déviation standard relativement grande. Il est donc bien possible que cette espèce puisse se trouver aux points les plus hauts du Massif Central. Comme *Pyrobombus pyrenaeus* et *Bombias mendax*, on la trouve dans les carrés où la température moyenne de juillet descend au-dessous de 10°C et donc où l'altitude dépasse 1800m.

Sous-genre *Melanobombus* Dalla Torre, 1880

Pyrobombus (Melanobombus) lapidarius (L., 1758)

Taxonomie

Lectotype ♀ (désigné par Day, 1979; London Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien à l'interprétation traditionnelle de ce taxon.

Deux sous-espèces existent dans le territoire étudié: ssp. *lapidarius* (L.) (Europe au nord des Pyrénées); ssp. *decipiens* (Pérez, 1890)(1) (péninsule ibérique et sud de la péninsule italique). Le lectotype ♂ de *Bombus decipiens* Pérez, 1879, a été revu en 1984 au MNHNP (présente désignation), étiquettes: 1) ♂ v s3, 2) Aout S3 v. Perez Aragnouet ♂, 3) *Pyrrhob. (Lapidariob.) lapidarius decipiens* (Pérez) ♂ Tkalců det. Lectotype *Bombus lapidarius v. decipiens* Pér. 4) (rouge) LECTOTYPE, 5) Rasmont det. 1984 *Pyrobombus lapidarius decipiens* (Pérez). Ce type a été assez mal choisi par Pérez lui-même car on ne trouve que rarement cette sous-espèce claire au nord des Pyrénées dans les environs du *locus typicus*. De plus, c'est un mâle, sexe chez lequel la coloration ibérique claire est assez peu distincte.

Distribution. Cartes 34 et 35. *Pyrobombus lapidarius* est, avec *Pyrobombus pratorum* et *Megabombus pascuorum*, une des espèces les plus ubiquistes et les plus abondantes. On le trouve presque partout en abondance sauf dans la région méditerranéenne dont il est absent. La sous-espèce *decipiens* (Pérez) (carte 35) remplace la sous-espèce nominale dans la péninsule ibérique. Elles s'hybrident de part et d'autre des Pyrénées.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 21m; maximum: 2690m; moyenne: 752m; déviation standard: 453m; 381 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. La carte 35 montre que c'est la trouée cerdane qui sert de voie d'accès à la ssp. ibérique *decipiens* vers le versant nord des Pyrénées. Toutefois, le phénotype *lapidarius* s.s. semble diffuser bien plus au-delà des Pyrénées vers le sud que ne le fait à l'inverse, le phénotype *decipiens* vers le nord.

---

1 - *Bombus lapidarius* v. *decipiens* a été décrit par Pérez (1890: 22) et non Pérez (1879), contrairement à ce qu'a noté Rasmont (1983b).

C'est une des quatre espèces les plus abondantes dans la région avec *Megabombus pascuorum, M. ruderarius* et *Bombus terrestris*. On la trouve presque partout sauf dans les zones où la température moyenne de juillet dépasse 22°C, ou dont l'altitude descend en-deçà de 200m. Dans la plaine languedocienne, on ne l'a trouvée qu'à Béziers et Montpellier. Bien qu'on l'ait trouvée jusqu'à 2690m, elle devient rare au-delà de 1600m d'altitude.

Pyrobombus (Melanobombus) sicheli (Radoszkowski, 1859)

Taxonomie

Il est certain que les populations du sud des Alpes et des Pyrénées sont consubspécifiques (ssp. *flavissimus* Tkalců, 1974b) alors que la population des Alpes de l'est est plus sombre (ssp. *alticola* (Kriechbaumer, 1873)). La ssp. *flavissimus* du sud des Alpes et des Pyrénées se reconnaît chez les ♀ aux épimérites 1 couvertes de pelage clair et chez les ♀ au pelage de la face qui est mélangé de poils clairs ainsi qu'à la bande claire abdominale qui s'étend jusque sur les 3/4 du tergite 2 sans intermixion de poils noirs au milieu. Chez la ssp. *alticola* de l'est des Alpes (de l'est de la Suisse à l'Autriche), les ♀ ont les épimérites 1 couvertes de pelage noir alors que les ♀ ont le pelage de la face tout noir et la bande abdominale claire qui ne s'étend que jusqu'au 1/3 du tergite 1 avec intermixion de poils noirs au centre de ce dernier. En France, on ne trouve donc que la ssp. *flavissimus* Tkalců.

La sous-espèce nominale habite la Sibérie.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1513m; maximum: 2100m; moyenne: 1942m; déviation standard: 180m; 11 observations (tableau II, fig. 1).

Distribution. Carte 36. *Pyrobombus sicheli* se trouve à l'étage subalpin des Alpes et des Pyrénées.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est, avec *Megabombus mesomelas*, le plus abondant des bourdons subalpins. C'est aussi, avec cette espèce, l'espèce subalpine dont l'altitude moyenne de récolte est la plus faible. On ne la trouve que dans les carrés où l'altitude dépasse 1800m ce qui correspond à ceux où la température moyenne de juillet descend en dessous de 10°C.

Sous-genre *Cullumanobombus* Vogt, 1911

Ce sous-genre a bénéficié d'une révision complète par Panfilov (1951).

Pyrobombus (Cullumanobombus) cullumanus (Kirby, 1802)

Taxonomie

On reconnaît traditionnellement trois sous-espèces: ssp. *cullumanus* (Kirby) de distribution médio-atlantique; ssp. *serrisquama* (Morawitz, 1888) des steppes boisées d'Europe orientale et d'Asie centrale et des plateaux steppiques d'Espagne; ssp. *apollineus* (Skorikov, 1910) des steppes d'altitude de la région arménio-perse. Les trois taxons ont une préférence nette pour les biotopes très ouverts et sont morphologiquement très proches. Ils constituent sans nul doute un groupe monophylétique. Il est malheureusement très difficile d'établir s'ils ont atteint un isolement génétique de niveau spécifique. Les trois taxons ont une aire disjointe,

sont assez sténotopiques et toujours rares. Dans le Massif de l'Elburz (nord de l'Iran) on trouve ici et là *apollineus* et *serrisquama* ensemble sans qu'ils semblent s'hybrider mais on a si peu de matériel qu'il est difficile de se faire une opinion précise.

En Europe Occidentale, *serrisquama* et *cullumanus* sensu stricto n'ont jamais été trouvés ensemble. La seule région où une telle rencontre serait possible est le nord de l'Espagne mais en fait, la coexistence de *cullumanus* s.s. et de *serrisquama* dans l'une ou l'autre station paraît improbable à la lumière des données actuelles. Dans la péninsule ibérique, *cullumanus* s.s. est connu des provinces de Navarra (Isaba, Rincon de Belagua, XN7954, 1200m, 14.VII.1982, 1 ♀ sur *Trifolium pratense* L., rec. Rasmont), de Huesca (Zuriza, Hoya del Portillo de Larra, XN8354, 1768m, 13.VII.1982, 1 ♀ sur *Carduus carlinoides* Gouan, rec. Rasmont; Ornosa, 1984), et de Gerona (Ornosa, 1984, 1986a) entre 1200 et 2300m d'altitude (Ornosa, 1984); *serrisquama* est connu des provinces de Leon, Teruel, Valladolid et Zaragoza (Ornosa, 1984) et de Soria, Burgos, Palencia (Yarrow , *in litt.* 1981: "*It is definitely a steppe species and occurs with* laesus *in the most arid pents of provinces of Teruel, Zaragoza, Soria, Burgos and Palencia*").

Il semble que ce soient deux taxons écologiquement allopatriques de telle sorte que même dans le cas où les deux espèces se trouveraient dans une même région, elles y occuperaient des biotopes bien différents et disjoints. L'auteur pense donc comme Skorikov (1922), Panfilov (1951) et Yarrow (1954, *in litt.* 1981) qu'il s'agit de deux bonnes espèces au contraire de l'opinion de Kruseman (1959), Tkalců (1969a), Løken (1973), Reinig (1971), Rasmont (1982) et Ornosa (1984, 1986a).

Pyrobombus (Cullumanobombus) serrisquama (Morawitz) n'a pas été trouvé dans le Languedoc-Roussillon (carte 38). Seul *Pyrobombus cullumanus* sensu stricto y existe.

Distribution. Carte 37. *Pyrobombus cullumanus* sensu stricto est strictement limité à l'Europe Occidentale. La distribution indiquée par Skorikov (1922) indiquait seulement les régions proches de la Mer du Nord (Angleterre, Pays-Bas, nord de l'Allemagne, Danemark, sud de la Suède).

Cette espèce est en très forte régression dans le nord de son aire de distribution. Elle ne semble plus exister en Angleterre (Alford, 1975), en Scandinavie, au Danemark (Løken, 1973), en Allemagne, au Pays-Bas (den Boer, in litt.) et en Belgique (Rasmont, 1982). Les captures récentes les plus septentrionales sont: 1 ♀, Loir-et-Cher, Chambord, CN87, 3.VI.1963, rec. F. Leclant; 1 ♀, Puy-de-Dôme, Fontenille, EL04, 4.VI.1974 (Reinig, 1976). Delmas (1976) cite encore (sans date mais récolte postérieure à 1945): 1 ♀, Indre, Issoudun, DN20. L'espèce a donc régressé de près de 2000 km vers le sud .

Les stations de la vallée de la Loire sont maintenant les plus nordiques connues et de ce fait la distribution indiquée par Skorikov (1922) ne correspond plus du tout à la réalité actuelle. L'espèce n'existe plus à ce jour que dans l'extrême nord de l'Espagne et dans le sud-ouest de la France.

De plus, *cullumanus* n'est plus abondante que dans l'Aveyron, sur les Causses de Lanhac, du Comtal et du Larzac et semble-t-il aussi à l'est des Pyrénées en Cerdagne. D'autres régions, on ne dispose que de spécimens isolés.

L'espèce vicariante *Pyrobombus serrisquama* (carte 38) n'existe, en Europe Occidentale, que dans la péninsule ibérique. Il ne semble pas atteindre la France. Sa présence n'y est toutefois pas impossible.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 550m; maximum: 1600m; moyenne: 805m; déviation standard: 248m; 51 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Il est difficile de cerner les préférences écologiques de cette espèce. En Angleterre, elle semblait préférer les terrains calcaires. En Scandinavie, Danemark, Allemagne, Pays-Bas et Belgique, elle se trouvait plutôt sur les terrains sablonneux. La région des Causses en Aveyron, où elle se trouve encore à l'heure actuelle, est calcaire de même que les stations d'Isaba et de Zuriza à l'ouest des Pyrénées espagnoles.

Dans le Massif Central, *P. cullumanus* a été trouvé entre 550m (Causse de Lanhac, DK82) et 1000m (Pradelles, EK65). Dans les Pyrénées, il a été capturé entre 920m (Ribas de Fresser, DG38; Camprodon, DG48) et 1600m (Eyne, DH20). Il a une fidélité de 10/14 (71%) aux carrés où la température moyenne de janvier est comprise entre 1°C et 2°C (tous les carrés sauf DG38, DG48, EK55 et EK65 où la température moyenne de janvier est comprise entre -5°C et 0°C). Il montre aussi une fidélité de 11/14 aux carrés où la température moyenne de juillet varie entre 15°C et 18°C (tous les carrés sauf DK62, DK72 et DK82 où cette température est comprise entre 18°C et 20°C).

Sous-genre *Kallobombus* Dalla Torre, 1880

Le sous-genre *Kallobombus* Dalla Torre est placé par Ito (1985) avec les sous-genres *Alpinobombus* Skorikov, *Subterraneobombus* Vogt et *Rhodobombus* Dalla Torre dans le "groupe" *Alpinobombus*.

Pyrobombus (Kallobombus) soroeensis (Fabricius, 1793)

Taxonomie

Une seule sous-espèce est connue dans les Pyrénées: ssp. *lectitatus* (Kruseman, 1958). Elle y est très constante de coloration bien qu'on puisse trouver de temps en temps chez les ô une intermixion de poils roux à l'extrémité de l'abdomen qui est normalement blanc.

Dans le Massif Central, la situation est bien plus complexe. On y trouve quatre formes de coloration qui correspondent à au moins trois sous-espèces: une forme à deux bandes jaunes et extrémité de l'abdomen blanche, tout à fait semblable à la ssp. *lectitatus* des Pyrénées; une forme noire avec l'extrémité de l'abdomen blanche, la ssp. *soroeensis* sensu stricto commune sous cette forme en Europe de l'Est; une forme noire avec l'extrémité rouge, la ssp. *proteus* (Gerstaecker, 1869) commune à l'ouest de l'Europe Centrale et dans les Balkans; une forme à deux bandes jaunes (plus étroites et d'un jaune plus vif que chez *lectitatus*) à laquelle on n'a jamais donné de statut spécifique et qu'on ne trouve que dans le Massif Central et le sud des Alpes. Cette dernière forme n'est pas traitée séparément de *proteus* dans les cartes. Les quatre formes s'hybrident couramment et on peut les trouver toutes ensemble dans beaucoup de localités. Il est difficile de faire abstraction de ces sous-espèces, ne serait-ce que pour éviter les erreurs de détermination: la ssp. *lectitatus* ressemble fort à *Bombus magnus* Vogt, la ssp. *proteus* (Gerstaecker) ressemble à *Pyrobombus lapidarius* (L.) et à *P. cullumanus* (Kirby), la quatrième forme rappelle *Pyrobombus pratorum* (L.); seule la ssp. *soroeensis* (Fabricius) est immédiatemment reconnaissable.

Dans le nord de la France et la Belgique, deux sous-espèces coexistent: la ssp. *soroeensis* (Fabricius) et la ssp. *proteus* (Gerstaecker, 1869).

Récemment, Ornosa (1983) a décrit une nouvelle sous-espèce, *ancaricus*, de la Sierra de los Ancares et des Monts Cantabriques. Cette sous-espèce se reconnaît très bien à son très large collare jaune gris ("laiton") qui s'étend jusque bien en dessous des tegulae, à ses tergites 1 et 2 couverts de pelage de même

couleur ainsi qu'à son pelage orangé aux tergites 4 et 5. Elle semble s'hybrider largement avec la ssp. *lectitatus* (Kruseman, 1958) dans les Picos de Europa. Des carrés U.T.M. UN37, UN47, UN57, l'auteur a examiné 29 *ancaricus*, 61 *lectitatus* et 11 spécimens d'apparence hybride. Dans la Sierra de Ancares, *ancaricus* semble la sous-espèce dominante: du carré PH 74, on a examiné 43 *ancaricus*, 2 *lectitatus* et 11 spécimens d'apparence hybride (coll. Reinig, ZSM). La dispersion de cette nouvelle sous-espèce semble bien centrée sur la Sierra de los Ancares. L'auteur n'en a jamais vu des Pyrénées, ni d'autre part en France *a fortiori*. Le Professeur R. Delmas (*com. pers.*) possède quelques rares exemplaires de *P. soroeensis* des Pyrénées-orientales à l'extrémité abdominale rouge mais ceux-ci rappellent plutôt les *proteus* à bandes jaunes du Massif Central. *P. soroeensis ancaricus* ne se trouve donc probablement pas en France.

Distribution. Cartes 39, 40, 41 et 42. *Pyrobombus soroeensis* n'est répandu que dans les montagnes et en haute Belgique. Il n'a été trouvé qu'en trois points des côtes atlantiques. En France, en Belgique et dans les régions limitrophes, la sous-espèce nominale semble avoir à peu près la même distribution que la sous-espèce *proteus* qui est la plus répandue partout sauf dans les Pyrénées. La sous-espèce nominale ne se manifesterait donc dans le territoire étudié que comme une aberration. Dans les Pyrénées, la sous-espèce *lectitatus* est très répandue et l'espèce y est bien plus abondante que partout ailleurs. Cette abondance particulière de *soroeensis* dans les Pyrénées pourrait, par exemple, s'expliquer par l'absence d'une espèce concurrente. La seule espèce habituellement syntopique de *soroeensis* et qui soit absente des Pyrénées est *Bombus cryptarum*. Il serait intéressant de vérifier comment et dans quelle mesure les deux espèces peuvent se concurrencer. Les sous-espèces *lectitatus* et *proteus* se trouvent ensemble et s'hybrident dans le Massif Central. La sous-espèce cantabrique *ancaricus* (Ornosa) n'a pas été trouvée sur le territoire étudié.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 575m; maximum: 2600m; moyenne:1281m; déviation standard: 382m; 285 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est une espèce très abondante en Languedoc-Roussillon dès qu'on pénètre dans l'étage montagnard et jusqu'à la limite supérieure de l'étage subalpin. On la trouve partout où la température moyenne de juillet descend en dessous de 18°C, ce qui correspond à une altitude supérieure à 800m. Dans beaucoup d'endroits on la trouve avec *Bombus lucorum* (L.) auquel elle ressemble beaucoup, surtout dans les Pyrénées. *P. soroeensis* descend moins bas que *B. lucorum* en altitude et monte plus haut. Dans les Pyrénées, la ressemblance de la ssp. *lectitatus* avec *Bombus magnus* Vogt est saisissante, de telle sorte que ces espèces ne sont pas reconnaissables sur le vif.

Genre *Megabombus* Dalla Torre, 1880

Ce genre correspond fort précisément dans la région ouest-paléarctique à la "section" *Odontobombus* de Krüger (1917), c'est-à-dire qu'il réunit toutes les espèces à langue moyenne à longue et chez lesquelles l'extrémité distale postérieure du mésobasitarse se termine en épine. Ito (1985) juge ce genre assez hétérogène et en sépare les sous-genres *Subterraneobombus* Vogt et *Rhodobombus* Dalla Torre qu'il raccroche au groupe *Alpinobombus* Skorikov (avec les sous-genres *Kallobombus* Dalla Torre et *Alpinobombus* Skorikov sensu stricto). Si cette nouvelle classification semble assez raisonnable sur base des

génitalia, les femelles des sous-genres réunis dans le "groupe" *Alpinobombus* sont à ce point différentes qu'il est impossible de leur trouver des caractères diagnostiques communs.

Sous-genre *Megabombus* Dalla Torre, 1880, sensu stricto

De toutes les espèces de ce sous-genre présentes en France continentale, une seule n'a pas été trouvée dans le Languedoc-Roussillon, *Megabombus argillaceus* (Scopoli, 1763). Il est possible toutefois qu'on puisse trouver cette espèce dans la vallée du Rhône, puisqu'on l'a trouvée tout près, dans la Drôme (Les Pilles, près de Nyons).

Megabombus (Megabombus) argillaceus (Scopoli, 1763)

Taxonomie

Cette espèce est très proche de *Megabombus ruderatus* sur le plan morphologique. Certains auteurs ont considéré que les différences entre ces deux taxons étaient au plus d'ordre subspécifique (Pérez, 1879; Frey-Gessner, 1898-1899; Vogt, 1909; Schmiedeknecht, 1930; Reinig, 1939a; Williams, *in litt.*). Au contraire, Skorikov (1922, 1931), Moczar (1953), Tkalcŭ (1969), Reinig (1970, 1981), Delmas (1976), Rasmont (1983b) et Rasmont, Adamski & De Bast (*en préparation*) considèrent ces taxons comme deux bonnes espèces. Obrecht & Scholl (*en préparation* et *in litt.*) confirment que les deux espèces diffèrent par leur enzymogramme.

On trouve ici et là des reines d'*argillaceus* qui ont un peu de pelage blanc au tergite 5, ce qui pourrait faire penser à de possibles hybrides *ruderatus* x *argillaceus*. Delmas (1976) pense qu'il s'agit là de spécimens "intercastes", de petites reines ayant, par allométrie, quelques caractères d'ouvrières, mais que ces individus pourraient être aussi le résultat d'hybridations accidentelles et marginales. On a maintenant examiné plusieurs de ces spécimens "intermédiaires", tous d'une taille normale (donc pas des "intercastes"). Mais de surcroît, certains de ces spécimens "intermédiaires" proviennent du sud de l'Anatolie, où *ruderatus* n'existe pas. Cela montre que ces reines à pelage blanc au tergite 5 peuvent toutes s'inclure dans la gamme normale de variabilité de l'espèce, sans qu'hybridation ou allométrie n'aient à intervenir.

Distribution. Carte 43. *Megabombus argillaceus* a une distribution restreinte en France aux Alpes du sud. Elle semble surtout abondante dans la Drôme, dans les Alpes-de-Haute-Provence, les Hautes-Alpes et les Alpes-Maritimes. On la trouve aussi dans le sud de la Suisse (Valais, Tessin). Comme Delmas (1976) l'a souligné, *ruderatus* et *argillaceus* semblent s'exclure mutuellement. Dans le sud-est de la France, *argillaceus* se trouve à plus haute altitude moyenne que *ruderatus* (*ruderatus eurynotus* dans le sud-est de la France: altitude minimale = 8m, maximale = 1500m, moyenne = 380m, déviation standard = 269m, 176 observations). Ce remplacement en altitude se manifeste très bien en Provence et sur la Côte d'Azur. Dans le département du Var, on ne trouve que *ruderatus eurynotus* sauf dans le Camp militaire de Canjuers à partir de 800m d'altitude. Dans la vallée du Verdon, en aval du Grand Canyon, on ne trouve que *ruderatus eurynotus*, juste en amont de celui-ci, à Castellane, où Obrecht & Scholl (*in litt.*) ont trouvé les deux espèces. A partir de St-André-les-Alpes, quelques kilomètres en amont de Castellane, et jusque près des sources du Verdon à la Foux d'Allos, seul *argillaceus* subsiste. Le même remplacement

existe dans la vallée du Var. Sur la Côte d'Azur, seul *ruderatus* existe alors qu'à partir d'Entrevaux et en amont jusqu'aux sources du Var, on ne trouve qu'*argillaceus*.

M. argillaceus n'a jamais été trouvé sur la rive droite du Rhône, ni même dans sa vallée. La localité la plus occidentale de l'espèce est Les Pilles (Drôme) dans la vallée de l'Aygues; on y trouve aussi *ruderatus*. Nulle part en France, *argillaceus* n'atteint le niveau de la mer.

Altitude dans le sud-est de la France. Minimum: 350m; maximum: 1800m; moyenne: 945m; déviation standard: 370m; 44 observations (fig. 1).

Megabombus (Megabombus) ruderatus (Fabricius, 1775)

Taxonomie

Deux sous-espèces existent dans le territoire étudié: ssp. *ruderatus* (Fabricius) sensu stricto, aux soies corbiculaires rousses, qu'on trouve à Madère (Locus typicus), aux Açores, en Afrique du Nord et dans la péninsule ibérique; ssp. *eurynotus* (Dalla Torre, 1882) du reste de l'Europe Occidentale et Centrale continentale. La forme *bolivari* Quilis, 1927: 35, de la péninsule ibérique, doit être considérée comme une variété extrême de coloration de la sous-espèce nominale dans laquelle tous les poils noirs sont remplacés par des roux. Il n'y a pas lieu de la citer comme une sous-espèce comme le fait Ornosa (1986a). Il est à noter qu'une telle tendance au rufinisme se rencontre conjointement chez trois espèces dans la péninsule ibérique: *Bombus terrestris* (auct.), *Bombus magnus* Vogt et *Megabombus ruderatus* (Fabricius).

Distribution. Cartes 44 et 45. *Megabombus ruderatus* est surtout fréquent dans les régions méditerranéennes et subméditerranéennes. Il est absent de Bretagne et des Pyrénées Occidentales. On l'a vu plus haut, il est remplacé dans beaucoup d'endroits des Alpes du sud par *argillaceus*. *M. ruderatus* semble en forte régression dans le nord de la France et plus encore en Belgique.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 8m; maximum: 1159m; moyenne: 249m; déviation standard: 231m; 78 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. La carte 45 montre bien l'introgression du rufinisme de la ssp. *ruderatus* sensu stricto par-delà les Pyrénées dans le territoire de la ssp. *eurynotus* (Dalla Torre). Comme dans le cas des sous-espèces de *Pyrobombus lapidarius* (L.), l'introgression du nord vers le sud semble plus importante que dans le sens contraire.

C'est une espèce nettement thermophile. A quelques exceptions près, on ne la trouve que dans les carrés où la température moyenne de juillet dépasse 18°C ce qui correspond à peu près à une altitude inférieure à 800m. En Cerdagne, l'espèce a été trouvée à plus haute altitude mais en faible quantité relative. Cette région bénéficie d'un climat exceptionnellement ensoleillé. De plus, c'est une région qui semble propice aux mouvements de populations comme en témoignent les introgressions génétiques qu'on y observe chez plusieurs espèces de bourdons. Bien que *Megabombus ruderatus* ait été trouvé bien à l'intérieur de la zone de sécheresse de Lumaret, on ne l'a guère observé sur la côte ni là où

sécheresse et faible humidité du sol se combinent. L'espèce abonde surtout dans les régions irriguées ou dans les végétations ripicoles à *Arundo donax* L.

Megabombus (Megabombus) hortorum (L., 1761)

Taxonomie

Lectotype ♀ de cette espèce (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien à l'interprétation traditionnelle de ce taxon.

On sépare ici cette espèce de *Megabombus asturiensis* Tkalců tout comme Rasmont (1983b).

Distribution. Carte 46. *Megabombus hortorum* semble répandu partout sauf dans les plaines de la région méditerranéenne. C'est une des espèces les plus abondantes de la région.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 150m; maximum: 2450m; moyenne: 896m; déviation standard: 503m; 177 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. C'est une espèce très répandue dès que l'on quitte la zone de sécheresse de Lumaret (1978) et la région dont la température moyenne de juillet ne descend pas en dessous de 22°C. On l'a pourtant trouvée ici et là à l'intérieur de la zone de sécheresse, à Perpignan, Montpellier, St-Martin-de-Crau. On la trouve à plus basse et à plus haute altitude que *Bombus lucorum* (L.) que l'on découvre souvent aux mêmes endroits. Avec *Pyrobombus pratorum* (L.), *Megabombus hortorum* (L.) est l'espèce la plus euryhypse de la région étudiée. La déviation standard très élevée de l'altitude des captures ne fait que traduire ce phénomène.

Megabombus (Megabombus) asturiensis Tkalců, 1974b

Taxonomie

Pour la détermination de cette espèce, voir Rasmont (1983b).

Le statut de cette espèce est très discuté. Rasmont (1983b) l'a proposée comme une bonne espèce endémique de la péninsule ibérique. Yarrow (*in litt.*) confirme cet opinion en remarquant qu'*asturiensis* et *hortorum* se trouvent ensemble dans une grande partie du nord de l'Espagne sans qu'on puisse observer de spécimen d'apparence hybride. Pittioni (1938b), Tkalců (1974b), Ornosa (1984, 1986b) et Castro (*in litt.*) considèrent ce taxon comme une simple sous-espèce d'*hortorum*. Il serait nécessaire de disposer de données plus abondantes, notamment éthologiques, sur ce taxon pour trancher.

Distribution. Carte 47. *Megabombus asturiensis* n'existe que dans les Pyrénées et les Monts Cantabriques.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Aucune observation de l'altitude de cette espèce en Languedoc-Roussillon.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *M. asturiensis* est bien plus abondant vers l'ouest de la péninsule ibérique que dans les Pyrénées (Rasmont, 1983b;

Castro, *in litt.* 1986). On n'a trouvé que 3 spécimens en Cerdagne (coll. Delmas). Il n'est pas possible de caractériser les préférences écologiques de cette espèce sur la base d'un aussi faible effectif.

Megabombus (Megabombus) gerstaeckeri (Morawitz, 1882)

Taxonomie

Tkalcû (1969a) a séparé cette espèce de *Megabombus consobrinus* (Dahlbom, 1832), de la taïga. Løken (1973) reconnaît le bien-fondé des idées de Tkalcû tout en observant la grande ressemblance morphométrique de ces deux espèces. Obrecht & Scholl (*en préparation*) observent de nettes différences enzymologiques entre *consobrinus* et *gerstaeckeri*. Ces deux taxons sont de toute façon très proches et de distributions allopatriques. Ils sont tous deux oligolectiques de plantes du genre *Aconitum* L. Pour *Megabombus consobrinus* (Dahlbom), la relation est clairement établie avec *Aconitum septentrionale* Koelle (Løken, 1949, 1950, 1961, 1973; Pekkarinen, 1979; Mjelde, 1983).

Distribution. Carte 48. *Megabombus gerstaeckeri* est très localisé. Trois régions marquent sa préférence: le Massif du Carlit dans les Pyrénées-Orientales, les Hautes Pyrénées à l'est du Parc national des Pyrénées, la région des cols d'Allos et de la Cayolle ainsi que la région du Col de Vars dans les Alpes du sud.

Il s'agit d'une espèce qu'on récolte assez peu. Une bonne raison pour cela est qu'elle est très tardive: on trouve les femelles à partir du 15 juillet, les ouvrières en août, les premiers mâles vers le 15 août. Son régime alimentaire est évidemment responsable de cette phénologie car les Aconits sont de floraison tardive. On ne constate pas une spécialisation aussi étroite que celle observée en Scandinavie de *M. consobrinus* pour *Aconitum septentrionale* Koelle. On a en effet observé *M. gerstaeckeri* sur *Aconitum napellus* (L.) Reichenbach et sur *Aconitum vulparia* Reichenbach. On ne l'a pas vu sur *Aconitum anthora* L. On pourrait se demander si *gerstaeckeri* ne butinerait pas d'autres Ranunculaceae à symétrie bilatérale (genres *Delphinium* et *Consolida* par exemple) s'il en avait l'occasion. Au nord du Col de la Cayolle (sud des Alpes), l'auteur a pu vérifier cela dans un vaste peuplement de *Delphinium elatum* L., *Aconitum napellus* et *A. vulparia*. *M. gerstaeckeri* y choisissait exclusivement les Aconits, au contraire de *hortorum* qui butinait indifféremment ces deux genres et encore d'autres plantes.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1800m; maximum: 2000m; moyenne: 1900m; déviation standard: 105m; 10 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Les stations se concentrent en Cerdagne et dans ses environs immédiats. Cette dispersion ne doit pas cacher sa forte localisation. 88 spécimens sur les 110 récoltés proviennent du Vallon d'Eyne (DH20 et DG29) en Cerdagne. Dans cette station riche en Aconits (*A. vulparia* et *A. napellus*), *gerstaeckeri* est très abondant. Ailleurs en Cerdagne, il est très rare, même là où les Aconits abondent. Cette forte localisation se vérifie de même à l'échelle de toute la France: on y a récolté *gerstaeckeri* dans 15 carrés, c'est donc une espèce rare. Mais encore, 145 spécimens sur un total de 170 (85 %) proviennent de 4 carrés (DH20 dans les Pyrénées; LP13, LP19 et LQ10 dans les Alpes). Mieux, plus de la moitié des *gerstaeckeri* relevés de la France et des

régions limitrophes ont été capturés dans le Vallon d'Eyne, un site privilégié assurément.

Les préférences climatiques semblent celles de tous les bourdons subalpins: température moyenne de juillet inférieure à 10°C et donc altitude au-delà de 1800m.

Sous-genre *Subterraneobombus* Vogt, 1911

Ito (1985) place ce sous-genre hors de son groupe *Megabombus* dans son groupe *Alpinobombus*.

Megabombus (Subterraneobombus) subterraneus (L., 1758)

Taxonomie

Lectotype ♀ de cette espèce (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien à l'interprétation traditionnelle de ce taxon.

Trois sous-espèces existent sur le territoire étudié: ssp. *latreillellus* (Kirby, 1802) surtout dans le Massif Central; ssp. *tectosagorum* (Kruseman, 1958) surtout dans les Pyrénées; ssp. *liguriensis* **nov.** sur la rive gauche du Rhône.

La ssp. *latreillellus* se caractérise par un collare, un scutellare et une bande abdominale jaune paille avec une extrémité abdominale blanche. La ssp. *tectosagorum* en diffère par une des bandes jaunes plus étendue et avec une nuance verdâtre et par un fort développement des cils de poils clairs au bord postérieur des tergites 2 et 3. Ici et là, on trouve quelques rares spécimens très sombres, surtout chez les mâles. Il s'agit de la forme *borealis* Schmiedeknecht, 1878, qui résulte peut-être d'une introgression de gènes de la ssp. *liguriensis* **nov.** mais peut-être aussi de mutations occasionnelles.

Entre les sous-espèces *latreillellus* et *tectosagorum*, la différence est faible et surtout on a l'impression, comme pour *Bombus magnus* Vogt, d'une cline allant des populations ibériques très claires jusqu'aux populations de *latreillellus* sombres que l'on trouve en Angleterre ou en Belgique. Ce n'est pourtant qu'aux environs du sud du Massif Central qu'une certaine hésitation peut se faire entre les deux taxons. La différence d'apparence entre les spécimens extrêmes de cette cline est beaucoup plus flagrante que dans le cas de *B. magnus* Vogt; c'est pourquoi on suggère ici de conserver le statut de sous-espèce à ces deux formes de coloration.

La sous-espèce dont la description suit est nouvelle pour la science.

***Megabombus subterraneus liguriensis* ssp. nov.**

(=*Bombus subterraneus subterraneus*; Reinig, 1970: 19)

Alpes maritimes, Alpes ligures, nord des Apennins (voir carte 51).

Reinig (1970: 19) n'a pas donné de nom au *Megabombus subterraneus* sombre du nord des Apennins auquel il accorde pourtant le statut d'une bonne sous-espèce: "*In diesem stark disjunkt bewohnten Areal ist mithin die auf der Balkan-Halbinsel und in Mitteleuropa lediglich als Aberration im Bereich der hellen auftretende dunkle Form wie in Süd-Skandinavien die allein vorkommende, hat also hier* [in den nördlichen Apenninen] *wie dort den Charakter einer Subspecies*". Cette population du nord des Apennins est reconnaissable à sa coloration très différente de celle de la ssp. *latreillellus* (Kirby, 1802). Il est bien apparent qu'elle est proche de la ssp. *subterraneus* du sud de la Scandinavie mais elle en est séparée par un large territoire où on ne trouve que *latreillellus* avec, ici et là, quelques rares individus aberrants de couleur sombre

(ab. *germanicus* Friese, 1905; ab. *borealis* Schmiedeknecht, 1878). Il est à noter que l'on trouve aussi ces individus sombres aberrants, surtout des mâles, dans le Massif Central et les Pyrénées. La population du nord des Apennins se distingue de la ssp. nominale par sa coloration encore plus sombre, presque entièrement noire.

♀. Morphologie semblable à celle des ssp. *subterraneus* et *latreillellus*. Pelage entièrement noir avec seulement l'extrémité des poils des tergites 4 à 5 rousse. Quelques poils clairs sur les côtés des tergites 2 et 3.

☿. Comme les ♀ mais les poils des tergites 4 à 5 plus roux.

L'aspect général de certaines ♀ et ☿ rappelle le *Megabombus humilis appeninus* (Vogt, 1909) sympatrique ou le *M. muscorum pereziellus* (Skorikov, 1922) de Corse.

♂. Morphologie comme celle des autres sous-espèces de *subterraneus*. Pelage de la tête noir. Pelage du thorax noir avec collare et scutellare brun très sombre. Pelage des tergites 1 à 3 noir avec une frange de poils brun sombre à l'apex. Moitié antérieure des tergites 4 et 5 avec pelage noir, moitié postérieure avec pelage brun sombre. Tergite 6 et 7 avec pelage noir. Pelage des sternites brun foncé.

Variations: ♀ et ☿. La gamme de variation des femelles de *M. subterraneus* d'Italie a été illustrée par Reinig (1970: 19, Abb. 10). Tous les intermédiaires existent entre l'absence totale de poils clairs sur le thorax et la présence d'un collare et d'un scutellare brun sombre ("chocolat") bien développés. La couleur du pelage des tergites 4 et 5 varie du quasi-noir au brun-tabac. Ce n'est que dans les localités où l'on trouve ensemble les ssp. *liguriensis* et *latreillellus* que l'on peut trouver les collare et scutellare "chocolat" associés aux tergites 4 et 5 brun-tabac. On n'y observe pas d'intermédiaire entre les formes à tergites anaux blancs et celles à tergites anaux brun-tabac. Les *latreillellus* y sont toujours d'une coloration très constante. Lorsque l'on se réfère aux schémas de coloration de Reinig (1970: 19, Abb. 10), il est remarquable qu'aucune transition n'existe entre les deux types de coloration des figures de droite (bandes "chocolat" et tergites anaux bruns / bandes jaunes et tergites anaux blancs). Une bonne hypothèse serait que le caractère sombre/clair soit monogénique.

♂. On retrouve grosso-modo la même gamme de variation que chez les ♀ et ☿ avec pour restriction qu'il n'existe pas de ♂ aussi noir que l'holotype ♀.

Holotype: ♀ Italie, Liguria: Monte Maggiorasca (UTM: NQ43), 1600-1800 m, 17.VII.1963, leg. et coll. Reinig (Zoologische Staatssammlung München).

Paratype: même localité, 15 ♀, 2 ☿, 1 ♂ (allotype); Liguria: Santo Stefano d'Aveto (NQ33), 1200 m, 17.VII.1962, 5 ☿, Monte Penice (NQ25) 200-1400 m, 18.VII.1962, 3 ♀, 27 ☿; idem, 1300 m, 18.VI.1964, 2 ♀, 9 ☿; Toscana: Monte Amiata (QN06), 1500-1700 m, 29.VI.1959, 2 ♂; Monte Falterona (QP16), 1400-1650 m, 22.VI.1960, 4 ♀, 1 ♂; Abbadia San Salvatore (QN15), 850 m, 8.VII.1960, 2 ☿; Pescima (QN05), 1000 m, 13-14.II.1962, 2 ☿; idem, 1700 m, 14.VII.1962, 9 ♂; Alta San Egidio (QN49), 1050 m, 18.VI.1963, 1 ♀; Marchia: San Romualdo (UJ30), près de Fabriano, 950 m, 18.VI.1962, 1 ♀, tous leg. et coll. Reinig (Zoologische Staatssammlung München). France, Alpes-Maritimes: Péone, Plan Vial (LP3289), 13.VIII.1983, 1 ♀, leg. et coll. Rasmont (Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à Gembloux).

Distribution. Cartes 49, 50 et 51. *Megabombus subterraneus* semble surtout fréquent dans les montagnes du territoire étudié. Il évite les régions méditerranéennes et subméditerranéennes. A part dans les Pyrénées, il semble absent de la France à l'ouest du méridien 0° (Greenwich). Il est en forte régression au nord du km 5500 (49°40' latitude nord, en Belgique). La sous-espèce *latreillellus* est la plus fréquente dans la plus grande partie de la région, sauf dans les Pyrénées où elle est remplacée par *tectosagorum*. La sous-espèce *liguriensis* ne se trouve que dans les Alpes du sud, probablement comme une introgression de gènes des Alpes Ligures. La forme sombre d'apparence proche de *liguriensis* se trouve ici et là dans tout le territoire étudié.

Selon Pekkarinen *et al.* (1981), cette espèce serait en expansion en Finlande grâce à l'extension récente des cultures de trèfle (*Trifolium pratense* L.). A l'opposé, elle est en forte régression en Angleterre (Alford, 1975) et en Belgique. Dans ces deux derniers pays, les cultures fourragères ont fort régressé à la suite de la mécanisation agricole.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 150m; maximum: 2650m; moyenne: 1100m; déviation standard: 420m; 39 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *M. subterraneus* est observé dans les carrés dont la température moyenne de juillet est comprise entre 10°C et 21°C, une fourchette très large. Il semble préférer une altitude comprise entre 800m et 1200m, mais cette exigence semble assez vague puisqu'on peut le trouver plus bas dans le Quercy et dans la Vallée du Rhône. Une seule chose nette: il évite rigoureusement la zone de sécheresse de Lumaret (1978). Les carrés dans lesquels l'espèce fait partie des espèces dominantes (plus de 3% des effectifs locaux) sont tous dans la zone où la température moyenne de juillet est comprise entre 15°C et 18°C (altitude entre 800 et 1200m).

Megabombus (Subterraneobombus) distinguendus (Morawitz, 1869)

Taxonomie

Cette espèce est très facile à identifier et ne présente qu'une très faible variabilité.

Distribution. Carte 52. *Megabombus distinguendus* (Morawitz, 1869) n'a pas été observé en Languedoc-Roussillon. La récolte la plus méridionale de cette espèce est dans l'Ain (Vallée de la Valserine, GM10). Cette espèce se présente dans le territoire étudié en deux populations d'apparence isolées: une population du Jura, déjà citée par Delmas (1976) et une population de la région belge (Ball, 1914, 1920). La population du Jura est assez prospère pour autant que l'on puisse juger sur le faible nombre de spécimens qu'on y a enregistrés. Par contre la population de la région belge semble éteinte. Les trois dernières récoltes proviennent de Beersel (ES92) près de Bruxelles (1 ♀ 1.VIII.1954 leg. R. Rasmont), d'Antwerpen (ES97, 1 ♀ 8.IV.1971 leg. K. Janssens) et de Mazy (FR19) près de Namur (1 ♀ 20.IV.1971).

Sous-genre *Rhodobombus* Dalla Torre, 1880

Comme le sous-genre précédent, Ito (1985) réunit ce sous-genre au groupe *Alpinobombus*.

Megabombus (Rhodobombus) pomorum (Panzer, 1805)

Taxonomie

Cette espèce est facile à identifier et ne présente qu'une faible variabilité sur le territoire considéré.

Distribution. Carte 53. *Megabombus pomorum* ne semble plus abondant qu'en deux régions; le Massif Central où il abonde (Delmas, 1976) et le sud-ouest des Alpes (Alpes-de-Haute-Provence et Hautes-Alpes). Toutes les localités de la Belgique et des environs sont anciennes. La plus récente observation date de 1950 (Pays-Bas, Limbourg, Heerlen (GS04) 1 ♀ 22.VIII.1950 Naturhistorisch Museum, Maastricht). L'espèce est absente des Pyrénées et n'atteint nulle part la région atlantique. L'espèce a aussi disparu depuis longtemps d'Angleterre (Alford, 1975).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 575m; maximum: 1100m; moyenne: 963m; déviation standard: 189m; 13 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Megabombus pomorum* (Panzer) ne s'y trouve que dans le Massif Central. Pourtant, il ne manque pas de biotopes qui lui seraient favorables dans les Pyrénées. Comme pour *Bombus cryptarum* (Fabricius) et *Pyrobombus jonellus* (Kirby), il est probable que cette espèce, d'origine balkanique, soit arrivée trop tard lors du réchauffement post-glaciaire pour pouvoir franchir le Seuil de Naurouze et passer du Massif Central aux Pyrénées.

M. pomorum se trouve dans les carrés où l'altitude dépasse 800 m et où la température moyenne de juillet est comprise entre 15°C et 18°C (Rasmont *et al.*, 1987a). D'après Delmas (1976) et Rasmont, Delmas & Leclant (*sous presse*), c'est l'espèce la plus précoce au Larzac où elle abonde. L'espèce a une abondance très variable dans l'espace et 4 carrés de la carte (DK80, EJ16, EJ25 et EK20) totalisent 400 captures soit 66.7 % des 604 spécimens récoltés.

Megabombus (Rhodobombus) mesomelas (Gerstaecker, 1869)

Taxonomie

C'est une espèce très peu variable dans le territoire considéré.

Distribution. Carte 54. *Megabombus mesomelas* est une espèce très abondante dans les hautes montagnes des Alpes et des Pyrénées.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1800m; maximum: 2700m; moyenne: 1991m; déviation standard: 232m; 28 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le languedoc-Roussillon. C'est la plus abondante des espèces subalpines. C'est aussi, avec *Pyrobombus sicheli*, celle dont l'altitude moyenne de récolte est la plus basse. Comme toutes les autres espèces subalpines, on ne trouve *mesomelas* que dans les carrés où l'altitude dépasse 1800m ce qui correspond à ceux où la température moyenne de juillet descend en dessous de 10°C (Rasmont *et al.*, 1987b).

Sous-genre *Thoracobombus* Dalla Torre, 1880

Ce sous-genre exclusivement paléarctique est très riche en espèces (environ 30 espèces). Ito (1985), dans l'introduction de son ouvrage, en sépare les espèces des sous-genres *Mucidobombus* Krüger et *Eversmannibombus* Skorikov que Tkalců (1972) avait considérés comme synonymes de *Thoracobombus* Dalla Torre. Dans la conclusion de son travail, Ito (op. cit.) confirme *in fine* les vues de Tkalců et raccroche à nouveau ces deux taxons au sous-genre *Thoracobombus* Dalla Torre.

Megabombus (Thoracobombus) sylvarum (L., 1761)

Taxonomie

Lectotype ♀ (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il correspond bien à l'interprétation spécifique traditionnelle de ce taxon.

Megabombus sylvarum (L.) est une espèce polytypique mais, alors que certaines sous-espèces sont très tranchées par leur coloration et par leur distribution géographique (*daghestanicus* (Radoszkowski, 1877) de la région arménio-perse; *citrinofasciatus* (Vogt, 1909) de l'Anatolie et *rogenhoferi* (Dalla Torre, 1882) du sud de l'Italie et de la Sicile), il n'en va pas de même pour d'autres taxons proposés comme sous-espèces.

Dans les Pyrénées-Orientales, Kruseman (1958) distingue une sous-espèce, *narbonensis* (Kruseman, 1958), à bandes plutôt jaunes. Cette sous-espèce *narbonensis* est restée longtemps énigmatique car il était impossible de trouver dans les Pyrénées de nouveaux spécimens sensiblement différents des *sylvarum* clairs du reste de la France. En fait, les seuls spécimens résolument jaunâtres que l'on ait pu trouver sont ceux qui butinent les *Taraxacum* spp. et dont le pelage se colore en jaune de manière indélébile. Dans la région du locus typicus de *narbonensis* (Holotype ♀, Mont-Louis, 10-17.VI.1949), les grands prés à *Taraxacum* abondent et sont intensément visités par les bourdons en mai et juin. L'opinion de l'auteur, mûrement discutée avec le

Professeur R. Delmas est que *narbonensis* (Kruseman) n'est qu'un synonyme nouveau de *sylvarum* (L.) sensu stricto.

Par habitude (depuis Vogt, 1909), on distingue une sous-espèce grisée du nord de l'Europe (ssp. *sylvarum* sensu stricto) d'une sous-espèce à bandes verdâtres du sud de l'Europe (ssp. *distinctus* (Vogt, 1909)). Cette distinction *sylvarum* s.s. - *distinctus* est en fin de compte très floue. Il n'est d'ailleurs pas possible de déterminer si le type d'*Apis sylvarum* Linné, 1761, est consubspécifique de l'une ou de l'autre. Le matériel de toute l'Europe examiné jusqu'ici ne permet pas de distinguer autre chose que des spécimens décolorés à des degrés divers par le soleil ou par la conservation en musée. On propose donc la mise en synonymie de *distinctus* (Vogt, 1909) avec *sylvarum* (L., 1761).

Dans le Languedoc-Roussillon, en plus de la forme à bande gris-jaune, on trouve une forme presque tout à fait noire avec l'extrémité de l'abdomen rousse; c'est *nigrescens* (Pérez, 1879). L'auteur considère cette forme comme une bonne sous-espèce car elle semble dominante à l'ouest des Pyrénées (Delmas, 1976). En Languedoc-Roussillon, les individus qu'on observe çà et là sont probablement le fruit de l'introgression vers l'est de gènes mélanisants de cette ssp. *nigrescens* (Pérez). Kruseman (1958) considérait *nigrescens* comme une bonne espèce mais on ne trouve aucune particularité morphologique, éthologique ou écologique qui permette de confirmer cette opinion. Le lectotype ♀ de *Bombus silvarum* var. *nigrescens* Pérez (présente désignation) se trouve au MNHNP; étiquettes: 1) *MUSEUM PARIS COLL J. PEREZ 1915*, 2) *Megab. (Agrob.) silvarum f. nigrescens (Pérez) ♀ Tkalců det. Lectotype B. silvarum var. nigrescens Pérez*, 3) *Rasmont det. 1984 Megabombus sylvarum nigrescens (Pérez).*

Distribution. Cartes 55 et 56. ***Megabombus sylvarum*** est fort répandu sauf en Bretagne et dans la région méditerranéenne. Dans les Pyrénées, le Massif Central et ici et là en France on trouve la ssp. *nigrescens* (carte 56). Il semble en forte régression au nord du km 5500 (49°40' latitude nord), notamment dans le nord de la Belgique. Les cartes d'Alford (1975) et IBRA (1980) donnent aussi l'impression d'une forte régression dans les îles Britanniques. Par contre en Finlande, elle est en nette expansion vers l'ouest au départ de la région du Lac Ladoga (Pekkarinen *et al.*, 1981).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 150m; maximum: 2200m; moyenne: 774m; déviation standard: 357m; 139 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Espèce abondante en Languedoc-Roussillon, elle y fréquente souvent les mêmes endroits que *Pyrobombus lapidarius* (L.) mais en moins grand nombre. On la trouve presque partout sauf dans les zones où la température moyenne de juillet dépasse 21°C ou dont l'altitude est inférieure à 200m. On ne l'a trouvée qu'en deux points de la plaine languedocienne et elle ne pénètre guère la zone de sécheresse de Lumaret (1978). L'altitude moyenne de cette espèce est à peu près la même que pour *Pyrobombus lapidarius* (774m) mais avec une déviation standard plus faible. Elle est rare en deçà de 200m d'altitude et au-delà de 1400m bien qu'on l'ait observé jusqu'à 2200m.

Les cartes 55 et 56 montrent que la distribution de la ssp. *nigrescens* (Pérez) n'est pas bien circonscrite dans le Languedoc-Roussillon. Elle semble toutefois un peu plus abondante dans la région des Causses. Au total, elle constitue moins de 10% des captures de *Megabombus sylvarum* (L.) de la région.

Megabombus (Thoracobombus) veteranus (Fabricius, 1793)

Taxonomie

Espèce très peu variable sur le territoire considéré.

Distribution. Carte 57. *Megabombus veteranus*, bien qu'ayant une très large distribution (de la Bretagne à l'ouest jusqu'à l'Oussouri à l'est (Panfilov, 1982), est une espèce rare dans beaucoup de pays (Schmiedeknecht, 1930; Knechtel, 1955; May, 1959). Il semble abondant ici et là en U.R.S.S. (Panfilov, 1982). On l'a aussi trouvé en nombre dans quelques localités de Bretagne, de Normandie, du Massif Central et des Alpes du Nord. Il était jadis une des espèces les plus abondantes de Belgique (Rasmont & Mersch, *sous presse*) mais il s'y est maintenant raréfié d'une façon considérable. En Finlande, les populations de *veteranus* semblent plutôt stables (Pekkarinen *et al.*, 1981) ou même en extension (Pekkarinen & Teräs, 1986).

L'espèce n'existe, ni dans le sud-ouest de la France, ni dans les régions méditerranéennes ou subméditerranéennes, ni dans les Alpes du sud. On ne l'a pas non plus trouvée dans les Vosges ni dans des biotopes apparemment favorables de la vallée du Rhin pourtant bien explorée par Kratochwil (1983, 1984) et Steffny *et al.* (1984).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1000m; maximum: 1150m; moyenne: 1019m; déviation standard: 50m; 16 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Les localités où a été trouvé *Megabombus veteranus* dans le Massif Central sont les stations les plus méridionales connues de l'espèce. On l'y a observée surtout là où l'altitude dépasse 1000m et où la température moyenne de juillet est inférieure à 15°C.

Megabombus (Thoracobombus) ruderarius (Müller, 1776)

Taxonomie

Deux sous-espèces dans le Languedoc-Roussillon: la ssp. *ruderarius* sensu stricto et la ssp. *montanus* (Lepeletier, 1836). La sous-espèce *montanus* (Lepeletier) montre une coloration très constante proche de celle d'autres taxons de la région ibérique, *B. mendax latofasciatus* (Vogt), *P. p. pyrenaeus* (Pérez) et *P. sicheli flavissimus* Tkalcû. Cette sous-espèce *montanus* (Lepeletier) se trouve seule dans les Monts Cantabriques mais, dans les Pyrénées, *montanus* et *ruderarius* cohabitent partout. On ne remarque pas de caractère morphologique différentiel et, ici et là, on trouve quelques spécimens de coloration intermédiaire ce qui laisse supposer que les deux taxons peuvent s'hybrider et sont conspécifiques. Kruseman (1958), sur base de différences morphologiques non précisées entre les génitalia de *ruderarius* et de *montanus*, élève ce dernier au rang d'espèce. Delmas (1976) tient les deux taxons comme conspécifiques mais fait remarquer que les spécimens d'apparence hybride sont bien plus rares que ne le laisserait supposer une libre hybridation. D'autre part, la grande variabilité habituelle de *ruderarius* sensu stricto gène la perception qu'on pourrait avoir d'un phénomène d'hybridation naturelle. En effet, il n'est pas rare de trouver des spécimens très clairs de *ruderarius* partout en Europe Occidentale. Et ces derniers ressemblent fort aux taxons interprétés comme hybrides *montanus* x *ruderarius*. La très faible proportion d'hybrides naturels apparents est donc encore probablement biaisée par excès. Tout cela suggère que des mécanismes d'isolement, au moins partiel, existent entre *montanus* et *ruderarius*. Toutefois, en raison de l'absence d'observations éthologiques décisives

et pour bien marquer leur étroite parenté, on continue ici à ranger *montanus* parmi les sous-espèces de *ruderarius*. Le lectotype ♀ de *Bombus montanus* Lepeletier (présente désignation) se trouve au MNHNP; étiquettes: 1) (manuscrite, de la main de Lepeletier?) *montanus*, 2) (rouge) *TYPE*, 3) *Megab. (Agrob.) ruderarius montanus (LEP.) ♀ Tkalců det. Lectotype Bombus montanus Lepel.*, 4) (rouge) *LECTOTYPE*, 5) *Rasmont det. 1984 Megabombus ruderarius montanus (LEPELETIER).*

Distribution. Cartes 58, 59 et 60. *Megabombus ruderarius* existe presque partout. Il est absent de la région méditerranéenne et peu courant dans l'ouest de la France. La sous-espèce *montanus*, peut-être une bonne espèce, coexiste avec la ssp. *ruderarius* dans les Pyrénées.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 260m; maximum: 2407m; moyenne: 1219m; déviation standard: 451m; 186 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Megabombus ruderarius* (Müller) se trouve surtout dans les carrés où la température moyenne de juillet n'atteint pas 20°C bien qu'on l'ait trouvé à l'occasion dans des endroits plus chauds près de Toulouse. L'altitude moyenne des captures de la ssp. *ruderarius* est de 1147m et de 1565m pour la ssp. *montanus*. L'altitude minimale de capture et l'altitude maximale sont aussi plus élevées chez cette dernière sous-espèce.

Megabombus (Thoracobombus) inexspectatus (Tkalců, 1963)

Megabombus inexspectatus est une espèce rare décrite récemment (Tkalců, 1963). Tout ce qu'on connaît de cette espèce (c'est-à-dire bien peu!) a été exposé par Tkalců (1963, 1965), Yarrow (1970) et Delmas (1976). Yarrow (1970) émet l'hypothèse que cette espèce serait un parasite inquilin obligatoire, probablement de *M. ruderarius*. Hélas, depuis lors aucune observation éthologique n'est venue confirmer cette hypothèse.

Distribution. Carte 61. Cette espèce a été capturée en de nombreux points des Alpes et des Monts Cantabriques (Tkalců, 1963, 1965; Yarrow, 1970) mais elle n'est connue que depuis peu des Pyrénées aragonaises (Ornosa, 1984). Elle est probablement très rare et localisée dans les Pyrénées car ni l'auteur ni le Professeur R. Delmas ne l'y ont jamais trouvée malgré de très abondantes récoltes. Elle n'est pas encore connue du flanc nord des Pyrénées. Sa présence est possible dans les Pyrénées orientales. La station relevée à Andorre par le Dr. W.F. Reinig (Yarrow, 1970) est due à une erreur d'étiquette (Reinig, *com. pers.*)

Altitude dans les Alpes. Minimum: 1200m; maximum: 2400m; moyenne: 1664m; déviation standard: 239m; 66 observations (tableau II, fig. 1).

Megabombus (Thoracobombus) muscorum (L., 1758; sensu Fabricii, 1775)

Taxonomie

Lectotype ♀ de l'espèce (désigné par Day, 1979; Linnean Society, London) revu par l'auteur en 1986. Il ne correspond pas à l'interprétation traditionnelle de ce taxon; ce que Richards (1935), Løken (1973) et Day (1979) avaient déjà fait remarquer. Ce lectotype est consubspécifique de *Megabombus humilis*

staudingerioides Reinig, 1976. Richards et Løken et la quasi-totalité des autres auteurs ont opté pour la conservation du sens traditionnel adopté pour la première fois par Fabricius (1775). A la défense de cette option, il faut remarquer que le matériel de Linné a été fort perturbé de telle sorte qu'il n'y a aucune certitude qu'il s'agisse du matériel sélectionné par Linné lui-même. Comme preuve de cette perturbation on trouve des erreurs d'identification flagrantes parmi le matériel typique de certaines espèces. Le paralectotype d'*Apis lucorum* L. comprend par exemple 1 ô de *Megabombus muscorum* (sensu Fabricii) et 1 ♀ de *M. pascuorum floralis* (Gmelin); de même comme paralectotype d'*Apis hypnorum* L. se trouve 1 ♀ de *Bombus cryptarum cryptarum* (Fabricius). Il est bien évident que de telles erreurs de classification ne peuvent provenir de Linné ni d'un de ses collaborateurs tel que Fabricius puisque ces auteurs étaient très attentifs aux différences de coloration des taxons. Or, les colorations de *lucorum, muscorum* et *floralis* sont totalement différentes. De plus, il est impossible que Linné ait pu réunir *hypnorum* et *cryptarum* sur la base de leur coloration.

Day (1979) lui, préconise l'utilisation du binôme "sensu Linnaei": "*Despite past nomenclatural difficulties, and the correct use by nineteenth- century Scandinavian authors of the name muscorum for the species represented by the Linnaean specimen, Løken has opted to maintain current usage, following Richards. She gives distribution maps and lists of material studied which indicate that the true* B. muscorum (=B. humilis) *is common in Uppland (type-locality of* A. muscorum*), and that the presence in Uppland of* B. muscorum *sensu Løken and others is based on at most four records. It is indeed unfortunate that a revision which is otherwise so authoritative should miss the opportunity to establish usage which would be both stable and correct. (...)* B. laevis *Vogt, 1909, may be next available name for the species currently known as* B. muscorum." Cette opinion est difficile à suivre. D'une part elle va à l'encontre de la tradition établie par presque tous les auteurs (**sauf** justement certains auteurs scandinaves du 19ème siècle, et ce n'est encore pas bien établi d'après Pekkarinen, *in litt.*) et donc elle introduit une source de perturbation et d'erreur, ce qui est contraire à l'esprit du Code international de Nomenclature zoologique. D'autre part, il est très difficile de trouver un nom valable pour désigner le traditionnel *muscorum* (sensu Fabricii). Day propose *laevis* Vogt à cet usage. Ce taxon a été décrit par Vogt (1909) pour désigner une sous-espèce à pelage ras de *M. muscorum* du Caucase. Malgré le très abondant matériel de la région caucasienne examiné par l'auteur, il n'y a jamis reconnu le *Megabombus muscorum* (sensu Fabricii) avec certitude. Par contre *M. laesus* (Morawitz) y présente une coloration très proche de *muscorum* et un pelage fort ras. Par ailleurs les femelles de *laesus* et de *muscorum* sont difficiles à séparer à l'aide des seuls caractères morphologiques. L'auteur soupçonne donc *Bombus laevis* Vogt d'être synonyme de *Megabombus laesus* (Morawitz). *Megabombus sladeni* (Vogt, 1911) serait un binôme bien plus vraisemblable mais il resterait à trouver un nom pour la sous-espèce continentale puisque *sladeni* (Vogt) ne désigne que la sous-espèce du Mainland des îles Britanniques. On le constate, le respect de l'opinion de Day (1979) entraînerait de toute évidence une grave instabilité dans la nomenclature de cette espèce et ne pourrait que créer la confusion dans ce groupe d'espèces dont la taxonomie est déjà intrinsèquement difficile.

Une solution élégante serait d'annuler la désignation actuelle du lectotype (ce ne pourrait être fait que par une décision de la Commission internationale de Nomenclature zoologique) et de choisir comme nouveau lectotype le mâle qui se trouve, manifestement par erreur, dans la série typique d'*Apis lucorum* (L.). Du fait que la détermination des mâles est bien plus facile que celle des femelles dans le sous-genre *Thoracobombus*, la fiabilité de la détermination du lectotype serait ainsi bien mieux assurée.

On continuera donc ici à désigner comme *Megabombus muscorum* (L.; sensu Fabricii) le taxon traditionnellement connu comme tel depuis Fabricius.

Dans les Pyrénées-Orientales, Kruseman (1958) reconnaît une sous-espèce spéciale, *volcarum* (Kruseman, 1958). Le matériel de la région ne présente aucune particularité notable et ne montre aucun isolement géographique. On considère donc ici *volcarum* (Kruseman, 1958) comme synonyme de *Megabombus muscorum muscorum* (L.; sensu Fabricii).

Distribution. Carte 62. On l'a vu, *Megabombus muscorum* ne semble répandu qu'aux alentours immédiats des côtes. Cela n'empêche pas qu'on puisse trouver quelques très rares individus ici et là jusque bien loin des mers. Il semble avoir fort régressé au nord du km 5500 (49°40' latitude nord, en Belgique notamment). Il semble très bien se maintenir bien plus au nord, en Irlande, en

Ecosse, en Scandinavie (Løken, 1973; Alford, 1975; IBRA, 1980). La sous-espèce *scyllonius* (Richards, 1935) se trouve à l'Ile d'Ouessant et dans les îles Anglo-Normandes.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 15m; maximum: 200m; moyenne: 77m; déviation standard: 107m; 3 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Megabombus muscorum* (L.; Fabricius) se présente ici très nettement comme une espèce de basse altitude. Elle semble la plus fréquente dans la zone de sécheresse de Lumaret (1978), là où la température moyenne de juillet dépasse 22°C et où l'altitude ne dépasse guère 200m. Toutefois, la très vaste distribution de cette espèce vers le nord de l'Europe (jusqu'au nord de l'Ecosse, de la Scandinavie et de l'U.R.S.S.) montre que la température moyenne ne peut pas être un facteur limitant de sa distribution. La comparaison des cartes d'Alford (1975), IBRA (1980) et de cartes climatiques des îles Britanniques (White & Smith, 1982) pourrait faire croire que l'abondance de l'espèce est corrélée à la pluviosité moyenne mais pourtant, en Languedoc-Roussillon, c'est la zone de sécheresse que l'espèce fréquente le plus volontiers. Dans les îles Britanniques, *muscorum* semble le plus abondant dans les régions les plus venteuses, cela semble aussi vrai en Scandinavie. En Languedoc-Roussillon, les zones que *muscorum* fréquente sont là aussi fort affectées par les grands vents (Tramontane, Mistral, vent marin, etc...). Cela se vérifie aussi en Bretagne ou sur le littoral atlantique de la France, où l'espèce abonde. En fait, les zones littorales sont presque partout les plus affectées par les vents mais d'autres facteurs pourraient encore intervenir dans la distribution de *muscorum*: faiblesse de la couche de neige, humidité de l'air, dispersion d'embruns, etc... Il est aussi possible que *muscorum* ne se maintienne qu'en absence de l'une ou l'autre espèce concurrente de bourdons. A la défense de cette dernière idée, remarquons que les stations de *muscorum* en Languedoc-Roussillon sont toutes situées dans la région la plus pauvre en bourdons, une région où il est possible de récolter une journée entière sans voir un seul bourdon. Dans trois carrés où un seul spécimen de bourdon a été capturé, il s'agissait précisément de *Megabombus muscorum*. Dans quatre autres carrés, pour deux spécimens récoltés, un des deux est un *muscorum*. Cela tend à confirmer l'hypothèse que cette espèce ne se maintient que là où les autres bourdons sont rares. Pourtant, sur les côtes atlantiques de la France, où *muscorum* est assez fréquent, cela n'empêche pas qu'on trouve aussi d'autres espèces de bourdons en abondance.

Megabombus (Thoracobombus) humilis (Illiger, 1806)

Taxonomie

Selon l'opinion de Day (1979), cette espèce devrait s'appeler *Megabombus muscorum* (L.) L'auteur est en désaccord avec lui sur ce point (voir plus haut *M. muscorum*).

De nombreuses sous-espèces ont été décrites pour cette espèce. On trouve d'excellentes études sur ces taxons infraspécifiques dans Krüger (1940), Vogt (1947), Løken (1973) et Reinig (1970, 1976).

Sur le territoire du Languedoc-Roussillon, on ne trouve que 3 sous- espèces: la ssp. *quasimuscorum* (Vogt, 1909), de loin la plus répandue dans presque toute la France et le nord de l'Espagne; la ssp. *staudingerioides* Reinig, 1976, abondante dans le nord de l'Europe occidentale et centrale et dans le sud de la Scandinavie.; une troisième forme, non décrite et qui appartient au groupe d'*aurantiacus* (Dalla Torre, 1882) ne se trouve qu'en Ardèche, en faible proportion. Il s'agit peut-être d'une ancienne sous-espèce apparue à l'occasion d'un isolat passé et qui serait en voie de "dilution" à l'heure actuelle. Comme cette dernière forme n'existe nulle part en population majoritaire, il est préférable de ne pas lui accorder le statut de sous-espèce.

Distribution. Cartes 63 à 69. *Megabombus humilis* est une espèce assez répandue à peu près partout. Elle semble pourtant avoir fort régressé au nord du km 5500 (49°40' nord, Belgique, Allemagne). Dans les îles Britanniques elle semble régresser de la même façon que *sylvarum* (Alford, 1975; IBRA, 1980).

La distribution des ssp. *humilis* (=*notomelas*) (carte 64), *staudingerioides* (carte 65), *sordidus* (carte 66) et de l'exerge *tristis* (Seidl)[1](carte 69) ne sont illustrées qu'à titre indicatif car ces taxons n'ont pas toujours été identifiés; leurs limites taxonomiques sont d'ailleurs encore à établir. La sous-espèce *quasimuscorum* (carte 67) est, de loin, la plus répandue en France à l'exclusion des Alpes et des environs de la Belgique. La ssp. *paraurantiacus* (carte 68) est fort répandue sur le versant français des Pyrénées Occidentales. On a encore trouvé quelques spécimens de l'exerge *aurantiacus* (Vogt) (carte 68) à l'est du Massif Central et dans les Alpes.

Notes sur le Languedoc-Roussillon. *Megabombus humilis* (Illiger) se trouve à peu près aux mêmes endroits et dans les mêmes proportions que *M. sylvarum* (L.). L'altitude fréquentée par l'espèce est à peu près la même que pour *sylvarum*. Elle semble toutefois descendre moins volontiers dans les plaines toulousaine et languedocienne.

Megabombus (Thoracobombus) pascuorum (Scopoli, 1793)

Taxonomie

Cette espèce très polytypique (Krüger, 1928, 1931; Rasmont, 1983c) présente quatre formes de coloration dans le territoire du Languedoc-Roussillon. Ces quatre formes sont considérées d'ordinaire comme de bonnes sous-espèces parce qu'elles ont une distribution géographique bien circonscrite et qu'elles s'hybrident entre elles aux zones de contact. Il s'agit des ssp. *floralis* (Gmelin, 1790), *maculatus* (Vogt, 1909), *rufocitrinus* (Krüger, 1931) et *freygessneri* (Vogt, 1909). La sous-espèce *floralis* est le taxon le plus abondant dans toute l'Europe Centrale au sens le plus large. Elle n'atteint pas les Pyrénées vers le sud-est de son aire de distribution. La ssp. *rufocitrinus* s'étend sur tout le nord-est de la péninsule ibérique, la Catalogne au sens le plus large (Roussillon y compris) (Ornosa, 1984). La ssp. *freygessneri* est le taxon le plus fréquent dans toute la France centrale. Ces deux dernières sous-espèces sont assez proches mais, si chez *freygessneri* le pelage du dessus du gastre est verdâtre, il est jaune-citron lumineux chez *rufocitrinus*. Ce caractère disparaît vite en collection (quelques années). Il est donc utile de prendre des notes sur la coloration lors de la récolte. Les ♀ de *rufocitrinus* se reconnaissent aussi souvent au pelage du tergite 5 qui est roux (verdâtre chez *freygessneri*) et qui conserve cette nuance en collection. La ssp. *maculatus* se trouve dans les Pyrénées, en Aquitaine, en Languedoc, en Provence, sur la Côte-d'Azur, dans les Alpes françaises, le Valais et le Tessin. Vogt (1909), Krüger (1928, 1931) et Rasmont (1983b, 1983c) séparent une ssp. *maculatus* (Vogt) occidentale d'une ssp.

---

1 - Une exerge est un taxon de la systématique évolutive qui peut se définir comme un groupe monophylétique de sous-espèces (Bernardi, 1980; Rasmont, 1983b, 1983c).

intermedius (Vogt, 1909) plus orientale. Delmas (1976) réunit ces deux taxons sous le nom de *maculatus*. La seule différence entre les deux formes, la présence de soies noires aux côtés des tergites de *maculatus*, apparaît en effet comme une simple variété sans signification géographique particulière. En conséquence, il faut considérer *intermedius* comme un simple synonyme de *maculatus* (Vogt). Dans le reste de la région étudiée ici, on trouve les ssp. *kruegerianus* Rasmont, 1983c (îles de la Manche), *pascuorum* (Scopoli, 1763) (nord de l'Italie), *moorselensis* (Ball, 1914) (Benelux). Ornosa (1984) reconnaît encore la ssp. *rufostriatus* (Krüger, 1928), au nord-ouest de la péninsule ibérique, qu'on pourrait trouver au sud-ouest de notre carte. La ssp. *dusmeti* (Vogt, 1909) du centre de la péninsule ibérique pourrait peut-être aussi être observée à la marge inférieure de la carte.

Distribution. Cartes 70 à 78. *Megabombus pascuorum* est l'espèce de bourdons la plus répandue. On l'a trouvée à peu près partout et en abondance sauf dans la plaine littorale méditerranéenne (Languedoc, Camargue) dont il est absent. La distribution des sous-espèces *pascuorum* (carte 71), *freygessneri* (carte 72), *kruegerianus* (carte 73), *maculatus* (carte 74) et *rufocitrinus* (carte 75) est donnée à titre indicatif. Tous les spécimens n'ont pas pu être déterminés jusqu'au niveau subspécifique, notamment parce que les vieux spécimens de collections sont trop décolorés pour cela. La ssp. *floralis* (carte 76), la plus abondante en Belgique, est remplacée vers le sud de manière clinale par les sous-espèces de l'exerge *pascuorum*. Elle atteint le Massif Central et les Alpes, mais pas les Pyrénées. La ssp. *moorselensis* (carte 78) est localisée à la Belgique, à l'extrême nord de la France et, en dehors du territoire d'étude, aux seuls Pays-Bas (De Ruijter & Wiebes, 1975).

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 58m; maximum: 1700m; moyenne: 631m; déviation standard: 352m; 521 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Il s'agit ici d'une espèce quasi-ubiquiste. On la trouve presque partout où un couvert forestier, même léger, existe. Elle ne fréquente pas la zone dont la pluviosité annuelle est inférieure à 600 mm, ce qui correspond à peu près à la zone de sécheresse de 2 mois par an dont l'altitude est inférieure à 100m. Cette région que *pascuorum* évite est aussi celle où le couvert forestier est le plus faible. Malgré cela, *Megabombus pascuorum* (Scopoli) se maintient en plaine en population prospère dans l'agglomération de Montpellier (carte 72), .

En montagne, on ne le capture d'ordinaire pas à l'étage subalpin (et au-delà).

Megabombus (Thoracobombus) mucidus (carte 72), (Gerstaecker, 1869)

Taxonomie

La sous-espèce *mollis* (Pérez, 1879) est la seule présente dans les Pyrénées. Les populations très claires des Alpes françaises et des Apennins semblent bien plus proches de cette sous-espèce pyrénéenne que de la sous-espèce nominale sombre des Alpes du nord et de l'est. On ne trouve donc en France et en Italie que la ssp. claire *mollis*. Seules les populations très sombres du nord et de l'est des Alpes doivent être raccrochées à la ssp. *mucidus* sensu stricto.

Le lectotype ♂ de *Bombus mollis* Pérez, revu par l'auteur (présente désignation) se trouve au MNHNP et correspond bien à l'interprétation traditionnelle de ce taxon. Etiquettes: 1) *Monne*, 2) rondelle de couleur orange, 3) génitalia extraits et collés sur un carton, 4) *MUSEUM PARIS COLL. J. PEREZ 1915*, 5)

Megab. (Agrob.) mucidus f. mollis (Pér.) Tkalců det. ô Lectotypus Bombus mollis Pérez, 6) (rouge) LECTOTYPE, 7) Rasmont det. 1984 Megabombus mucidus mollis Pérez.

Distribution. Carte 79. *Megabombus mucidus* est une espèce de l'étage subalpin des Alpes et des Pyrénées.

Altitude en Languedoc-Roussillon. Minimum: 1800m; maximum: 2407m; moyenne: 2152m; déviation standard: 254m; 4 observations (tableau II, fig. 1).

Notes sur le Languedoc-Roussillon. Espèce typiquement subalpine. On ne la trouve qu'au-delà de 1800m d'altitude dans la zone où la température moyenne de juillet est inférieure à 10°C. Elle semble y fréquenter surtout l'étage pseudoalpin (pâturages d'altitude) et ne se trouve guère dans les sous-bois. Elle accompagne souvent *Megabombus mesomelas* (Gerstaecker) dont elle est presque impossible à différencier sur le vif.

Megabombus (Thoracobombus) laesus (Morawitz, 1875)

Taxonomie

Les populations d'Europe et d'Afrique du Nord appartiennent à la ssp. *mocsaryi* (Kriechbaumer, 1877) à tache notale noire. La sous-espèce nominale, à tache notale rousse, est restreinte au sud de l'U.R.S.S. et à la région arménio-perse (Skorikov, 1931; Reinig, 1939a). Comme pour *Pyrobombus serrisquama* (Morawitz, 1888), il y a un large hiatus entre l'aire occidentale de cette espèce (Afrique du Nord, Espagne, Midi de la France) et l'aire orientale (région pontique au sens large, Balkans). L'espèce ne semble pas exister en Italie.

Distribution. Carte 80. *Megabombus laesus* n'existe que dans l'extrême sud du territoire étudié.

Altitude au Languedoc-Roussillon. Minimum: 820m; maximum: 820m; moyenne: 820m; déviation standard: 0m; 14 observations (tableau II, fig. 1).

Megabombus laesus (Morawitz) semble rare dans le sud du Languedoc-Roussillon, de même qu'en altitude et le long des côtes. Sa distribution dans la région ne semble circonscrite par aucune isotherme ou isohypse. En Europe de l'Est, *M. laesus* remonte d'ailleurs très au nord jusqu'au-delà du 50ème parallèle (Ruszkowski *et al.*, 1980). On remarque par contre une fidélité de 18/21 (86%) aux sols calcaires jurassiques ou crétacés.

Megabombus laesus (Morawitz) ne se trouve que dans les biotopes très ouverts (Pittioni & Schmidt, 1942; Reinig, 1972). Il est particulièrement abondant au Larzac (Rasmont, Delmas & Leclant, *sous presse*). La capture exceptionnelle d'un spécimen isolé au Col de la Perche (1600m) en Cerdagne (DH20; Delmas, 1976) montre que des contacts avec les importantes populations ibériques sont possibles par-delà les Pyrénées et donc que la population du sud de la France n'en est probablement pas isolée génétiquement.

4. Les plantes alimentaires des bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes

Le nectar constitue la source énergétique normale du régime alimentaire des bourdons. Tous les imagos l'utilisent pour leur propre alimentation tandis que les ♀ et ♀ le récoltent pour nourrir les larves. Le pollen est leur unique source de protéines. Les ♂ n'en transportent jamais, n'en récoltent pas et ne semblent pas en manger. Les ♀ collectent le pollen pour la nourriture des larves tandis que les ♀, en plus, en consomment une quantité non négligeable, probablement pour la formation de leurs ovaires (Heinrich, 1979). Les bourdons dépendent donc entièrement des fleurs pour leur alimentation et ils sont étroitement impliqués dans les processus de pollinisation de nombreuses plantes. Un lien symbiotique existe entre les bourdons et certaines espèces de plantes, dont entre autres de nombreuses espèces cultivées.

Ce lien a fait l'objet d'innombrables publications, à commencer par celle de Sprengel (1793) et celles de Darwin (1841, 1876). Il n'est pas possible de citer tous les travaux parus depuis sur ce sujet. Dans la région étudiée, les travaux analytiques ont été relativement peu nombreux: Leclercq (1960), Kratochwil (1983, 1984), Steffny *et al.* (1984). Cavro (1950) et Ornosa (1984) donnent chacun un inventaire de fleurs butinées mais sans analyse. Des articles traitant de la pollinisation de diverses plantes cultivées dans la région établissent le rôle des bourdons (Taseï, 1976, 1978; Pesson & Louveaux, 1984; Delbrassinne & Rasmont, *sous presse*). On fera souvent référence à de récents et très complets travaux d'analyse des fleurs butinées par les bourdons de Finlande (Ranta, 1981; Pekkarinen, 1984; Teräs, 1985). L'ouvrage de Heinrich (1979) est aussi très important pour une bonne compréhension des besoins trophiques des bourdons.

On essayera ici de retrouver les choix de fleurs que font les différentes espèces de bourdons. Par la suite, on définira les affinités entre les espèces sur la base de ces préférences alimentaires

Pour chaque bourdon, il a semblé utile de présenter l'inventaire complet des espèces végétales butinées en France, en Belgique et dans les régions limitrophes (Annexes XV et XVI). Un tel inventaire est long, ennuyeux et peut paraître superflu mais pour les bourdons oligolectiques, l'intérêt d'une telle liste est évident. C'est moins apparent pour les espèces très polylectiques comme, par exemple, *Bombus terrestris*. Mais c'est pour les botanistes qu'une liste complète des fleurs butinées peut trouver le plus grand intérêt, délivrant ainsi une première estimation des insectes pollinisateurs de l'un ou l'autre taxon végétal mal connu. On a respecté la nomenclature de la *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964, 1968, 1972, 1976, 1980) et du "*Code informatisé de la Flore d'Europe*" (Brisse, Rasmont, de Ruffray & Gaspar, *sous presse*).

Dans cette liste complète des taxons végétaux butinés, se trouvent ici et là des plantes pas du tout entomophiles, des Pinaceae ou des Graminae par

exemple. Les bourdons y faisaient alors des récoltes de pollen ou d'exsudats extra-floraux.

Il est indispensable de faire une analyse séparée pour chaque sexe. Les mâles ne consomment pas de pollen, ils ne sortent guère en même temps que les reines fondatrices, n'ont pas les mêmes besoins et pour ces raisons ne fréquentent peut-être pas les mêmes espèces végétales. On envisagera tout d'abord les préférences alimentaires des mâles, puis celles des femelles, celles des ouvrières et enfin, celles de toutes les castes confondues.

Pour chaque caste de bourdons, on a établi deux dendrogrammes d'une matrice de distance basée sur la matrice de corrélation (méthode du lien moyen et méthode de Ward). A titre d'essai, on a essayé de bâtir en plus de semblables dendrogrammes à partir de la matrice de distance contruite sur base de la matrice de données brutes mais ceci n'a pas donné de résultats satisfaisants en raison, semble-t-il, des trop fortes différences d'effectifs des différentes espèces de bourdons.

L'analyse en composantes principales permet d'établir la relation entre les groupes constitués grâce aux dendrogrammes et les plantes préférées par les espèces de ces groupes.

Remarquons que, dans la méthode choisie, on étudie la matrice de corrélation entre espèces de bourdons. De ce fait, dans l'analyse en composantes principales, les espèces de bourdons sont considérées comme des variables et donc, les composantes principales sont des combinaisons linéaires de celles-ci.

4.1. Préférences alimentaires des mâles

La **composante 1** (Annexes III, IV et V) explique à elle seule 57% de la variance. L'estimation des valeurs estimées des composantes montre très clairement que ce sont les bourdons inféodés aux Compositae qui ont le plus grand poids dans cette composante.

La **composante 2** explique 12% de la variance. Ce sont ici les bourdons corrélés positivement aux Rosaceae, Ericaceae et Onagraceae et négativement aux Compositae qui pèsent sur cette composante.

La **composante 3** explique 8% de la variance. Cette composante comporte surtout les espèces corrélées positivement aux Ericaceae et aux Onagraceae et négativement aux Rosaceae.

La **composante 4** explique 7% de la variance (bourdons corrélés positivement aux Labiatae et aux Leguminosae et négativement aux Ericaceae et Compositae).

La **composante 5** explique 5% de la variance (bourdons corrélés positivement aux Onagraceae et aux Labiatae et négativement aux Leguminosae).

La **composante 6** explique 3,5% de la variance (bourdons corrélés positivement aux Ranunculaceae, Labiatae, Ericaceae et Scrophulariaceae et négativement aux Onagraceae, Dipsacaceae et Leguminosae).

Les **composantes 7 et 8** expliquent chacune 2,6% de la variance. Composante 7: bourdons corrélés positivement aux Ranunculaceae, Dipsacaceae et Umbelliferae et négativement aux Labiatae. Composante 8: bourdons corrélés positivement aux Dipsacaceae, Labiatae et Ericaceae et négativement aux Ranunculaceae, Leguminosae et Onagraceae.

Les dendrogrammes permettent de constituer des groupes d'espèces de bourdons en fonction de leur corrélation aux plantes alimentaires.

Les deux méthodes de groupement donnent les sept mêmes groupes, même si ceux-ci ne sont pas représentés selon une hiérarchie identique.

Un grand groupe (1) réunit toutes les espèces dont les mâles sont fortement corrélés à la première composante, et donc aux Compositae: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. bohemicus, Ps. campestris, Ps. maxillosus, C. confusus, B. lucorum* sensu lato, *P. lapidarius, P. sicheli, P. soroeensis, M. argillaceus, M. ruderatus, M. distinguendus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. veteranus, M. muscorum, M. humilis* et *M. mucidus*.

Proche de ce groupe dans les deux dendrogrammes, et donc aussi fort lié aux Compositae, un groupe de cinq espèces (2) se caractérise par une forte corrélation supplémentaire à la composante 4 (positive) et à la composante 5 (négative): *B. terrestris, M. hortorum, M. subterraneus, M. ruderarius, M. pascuorum*. Cela démontre une dépendance aux Leguminosae et aux Labiatae, en plus des Compositae.

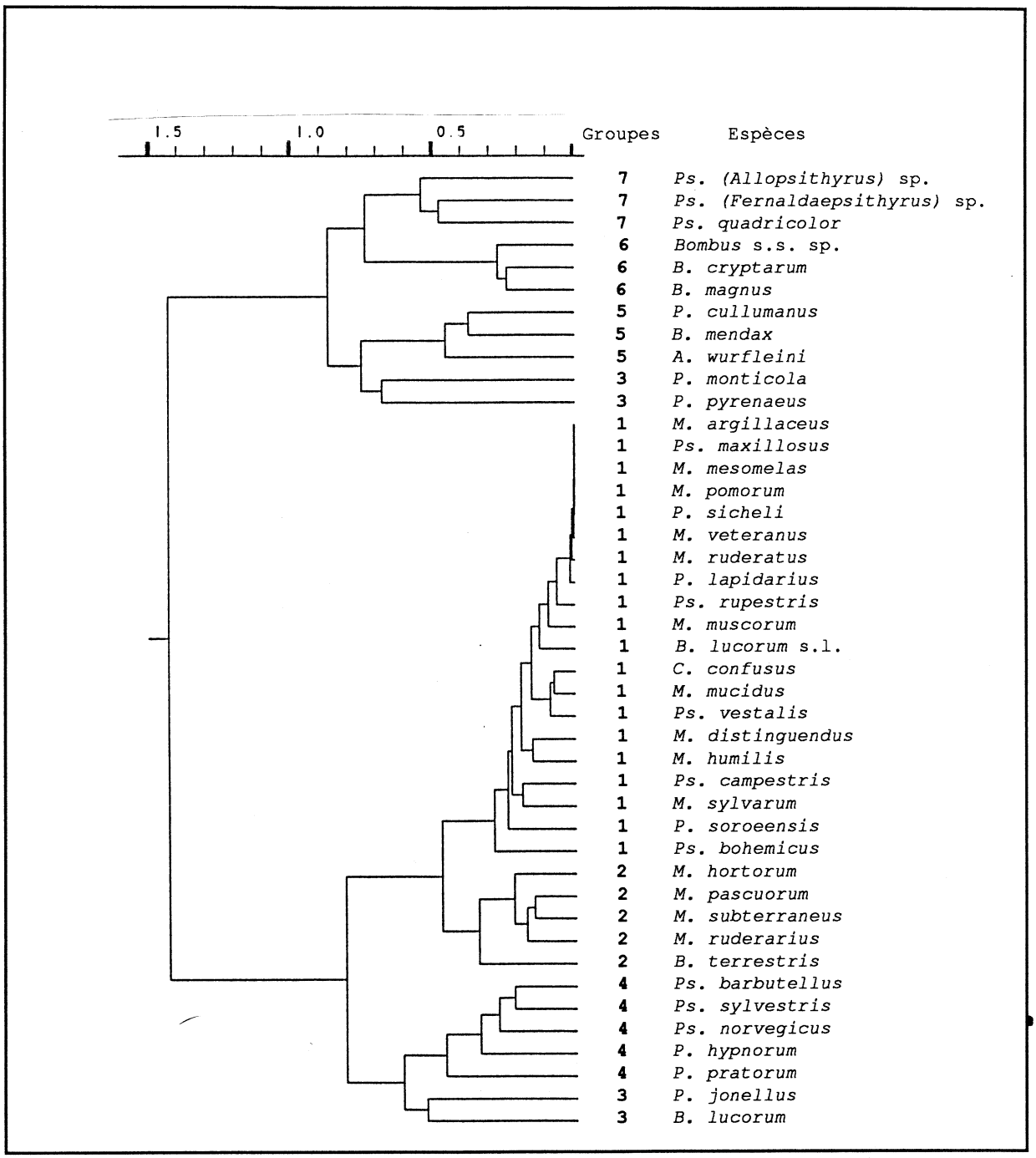
Un troisième groupe fort hétérogène (3)(cette hétérogénéité est fort visible sur la figure 3a) est encore lié aux Compositae. Mais les espèces qui le constituent sont aussi fortement liées à d'autres composantes. *P. jonellus* est en plus lié aux composantes 2, 3 et 5, ce qu'on peut expliquer par son choix des Ericaceae et des Rosaceae. *P. monticola* est lui assez peu lié aux Compositae mais bien aux composantes 3, 5 et 6. Ce qui peut surtout s'expliquer par son goût pour *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). *B. lucorum* est lié, non seulement à la première composante (Compositae) mais aussi à la composante 7 (positivement) et à la composante 8 (négativement). Dans les deux dernières composantes, *lucorum* montre une participation très grande, cela peut s'expliquer par son goût observé pour les Ranunculaceae et les Umbelliferae. *P. pyrenaeus* n'a fait l'objet que de peu d'observations, la plupart sur Dipsacaceae.

Un quatrième groupe (4) réunit les espèces liées positivement aux composantes 1 et 2 et négativement à la composante 3: *Ps. barbutellus, Ps. sylvestris, Ps. norvegicus, P. hypnorum* et *P. pratorum*. Il s'agit d'espèces surtout liées aux Compositae et aux Rosaceae et aussi aux Ericaceae.

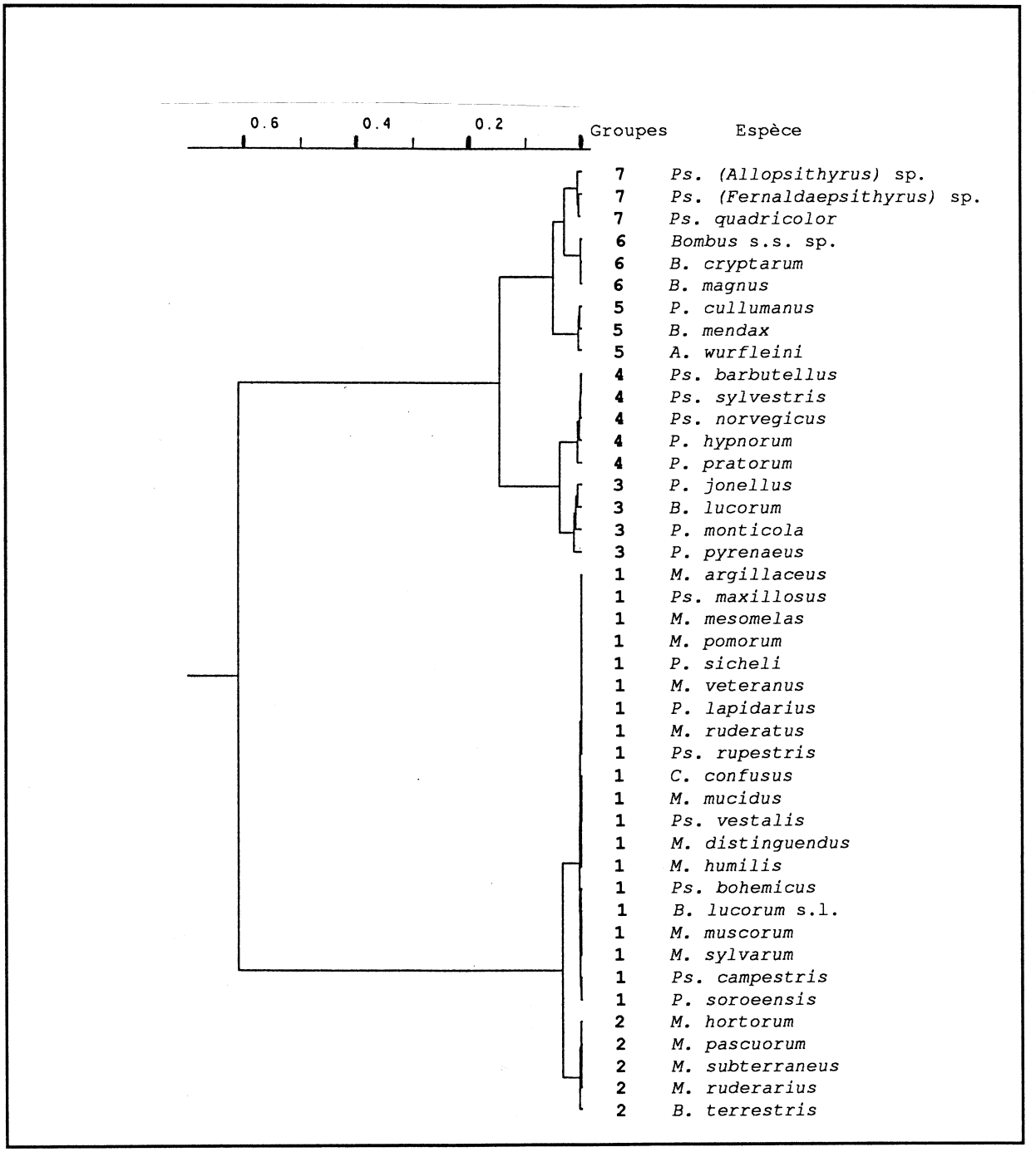
Un cinquième groupe (5) réunit *P. cullumanus, B. mendax* et *A. wurfleini*, des espèces pour lesquelles on n'a que peu de données. Elles ont en commun

Figure 2
Dendrogramme de la matrice de corrélation entre mâles de bourdons

a. méthode du lien moyen



b. méthode de Ward



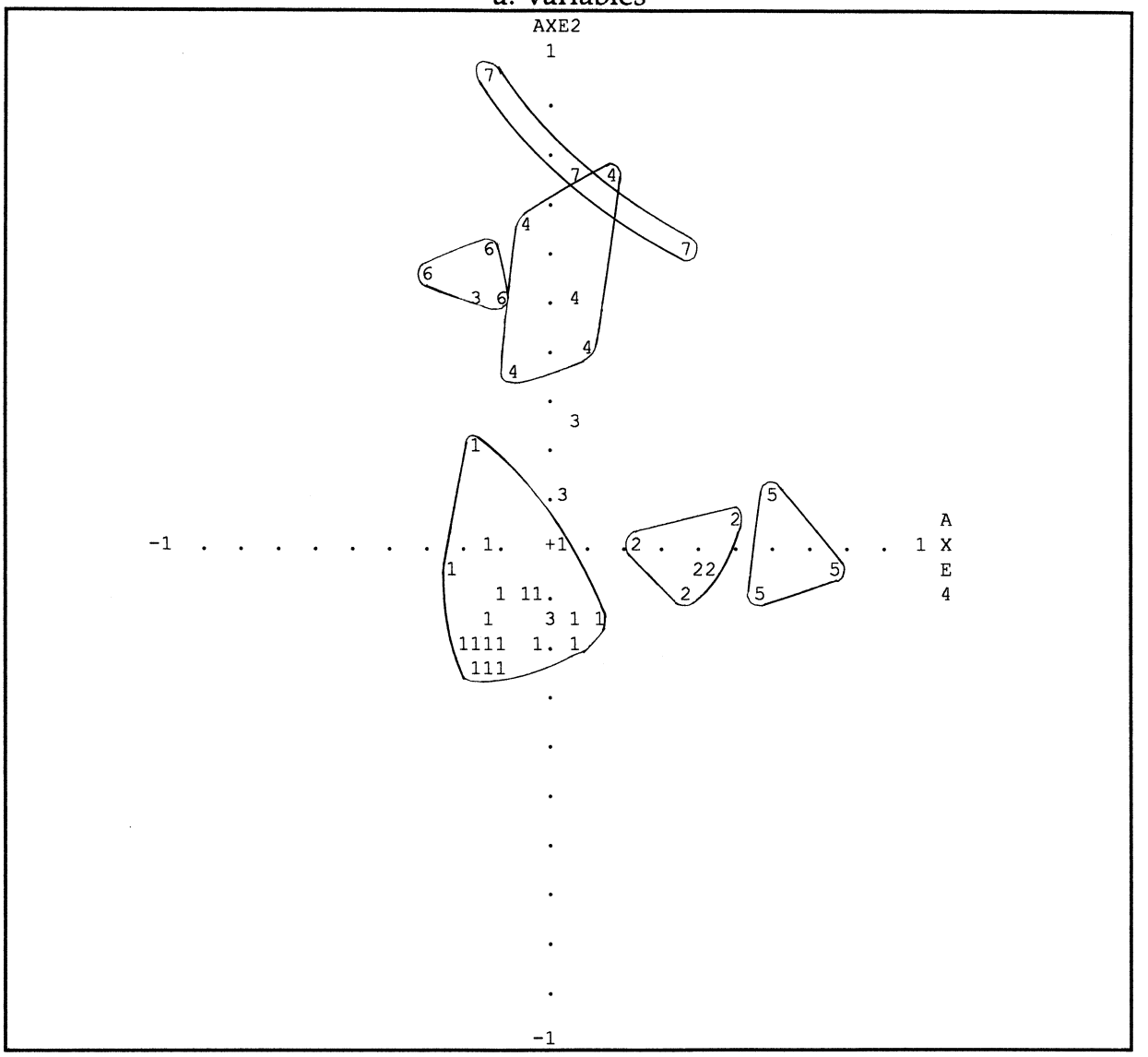
d'avoir été observées sur Labiatae. Il est curieux de constater que les mâles de *wurfleini*, espèce à langue très courte, ne butinent que sur des fleurs à corolles longues.

Un sixième groupe (**6**) réunit des espèces du genre *Bombus* s.s.: *Bombus* s.s. sp., *B. cryptarum* et *B. magnus*. Ils sont liés aux composantes 2 et 3 du fait de leur goût presque exclusif pour les Ericaceae.

Le septième et dernier groupe (**7**) réunit *Allopsithyrus* sp., *Fernaldaepsithyrus* sp. et *Ps. quadricolor*. Ces taxons pour lesquels on n'a que peu de données sont surtout liés à la composante 2 et négativement ou très peu à la composante 3. Ceci traduit un seul point commun: on les a trouvés sur Rosaceae.

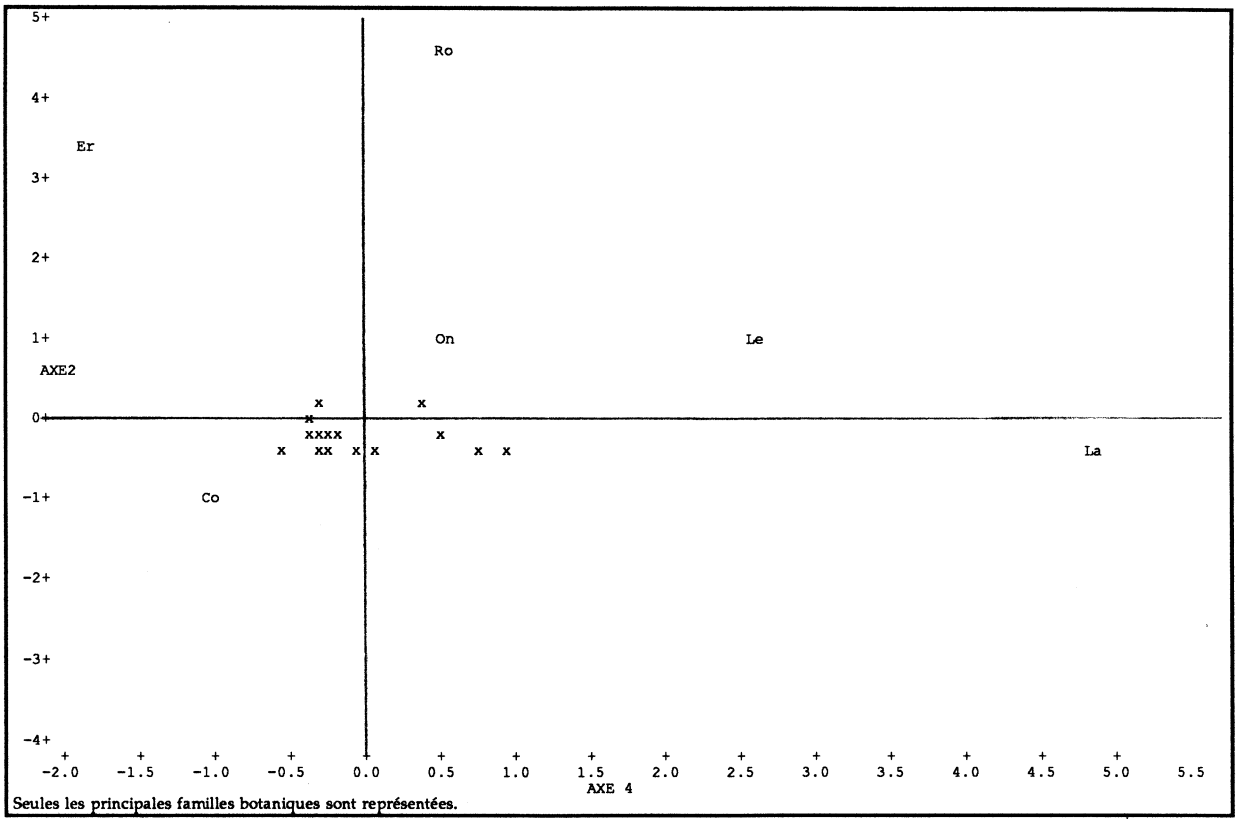
Figure 3
Analyse en composantes principales sur base de la matrice de corrélation entre mâles de Bourdons. Représentation graphique des composantes 2 et 4.

a. variables



Groupe 1: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. bohemicus, Ps. campestris, Ps. maxillosus, C. confusus, B. lucorum* sensu lato, *P. lapidarius, P. sicheli, P. soroeensis, M. argillaceus, M. ruderatus, M. distinguendus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. veteranus, M. muscorum, M. humilis, M. mucidus.*
Groupe 2: *B. terrestris, M. hortorum, M. subterraneus, M. ruderarius, M. pascuorum.*
Groupe 3: *B. lucorum, P. jonellus, P. pyrenaeus, P. monticola.*
Groupe 4: *Ps. barbutellus, Ps. sylvestris, Ps. norvegicus, P. hypnorum, P. pratorum.*
Groupe 5: *B. mendax, A. wurfleini, P. cullumanus.*
Groupe 6: *Bombus* s.s. sp., *B. cryptarum, B. magnus.*
Groupe 7: *Allopsithyrus* sp., *Fernaldaepsithyrus* sp., *Ps. quadricolor.*

b. Valeurs estimées des composantes.



Co= Compositae; Er= Ericaceae; Le= Leguminosae; La= Labiatae; On= Onagraceae; Ro= Rosaceae; x = toutes les autres familles botaniques.

4.2. Préférences alimentaires des reines

La **première composante** (Annexes VI, VII et VIII) explique 44% de la variance. L'estimation des facteurs montre que ce sont les bourdons qui se nourrissent surtout sur les Leguminosae qui pèsent sur cette composante.

La **composante 2** explique 21% de la variance. Elle est liée surtout aux bourdons qui se nourrissent sur les Ericaceae mais aussi inversément liée aux butineurs de Leguminosae.

La **composante 3** explique 10% de la variance. Elle est liée aux bourdons qui butinent surtout les Labiatae mais aussi les Boraginaceae et les Compositae. Elle est inversément liée aux espèces qui butinent les Leguminosae.

La **composante 4** explique 6,1% de la variance. Elle est positivement liée aux Bourdons à Rosaceae et inversément liée aux bourdons à Boraginaceae.

La **composante 5** explique 5,7% de la variance. Elle est négativement et fortement liée aux espèces butineuses de Compositae et positivement liée aux butineuses de Rosaceae.

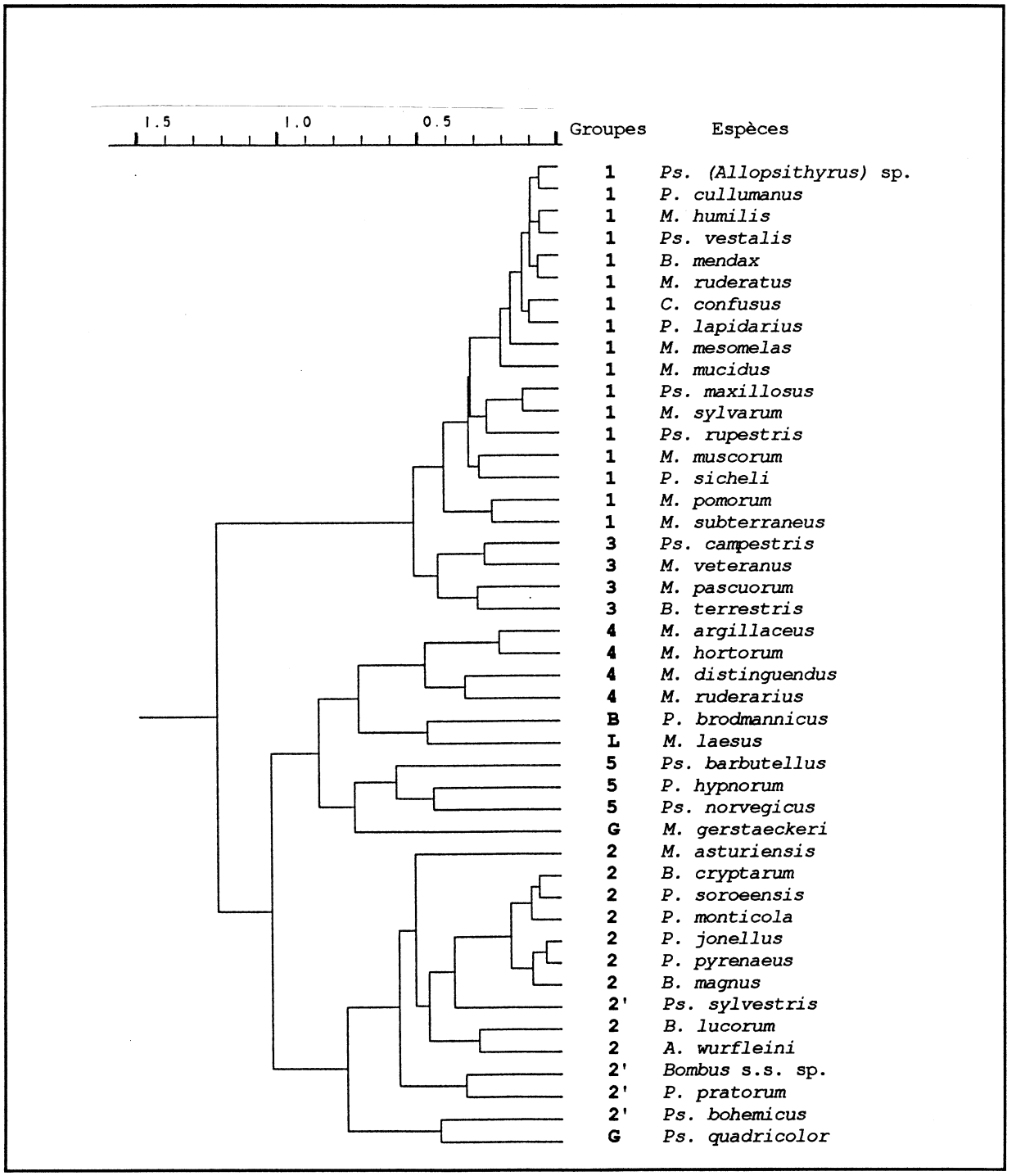
La **composante 6** explique 4,5% de la variance. Elle est liée positivement aux Rosaceae, aux Boraginaceae et aux Compositae et négativement aux Labiatae et aux Scrophulariaceae.

La **composante 7** explique 2,9% de la variance. Elle est liée positivement aux Scrophulariaceae et négativement aux Ranunculaceae.

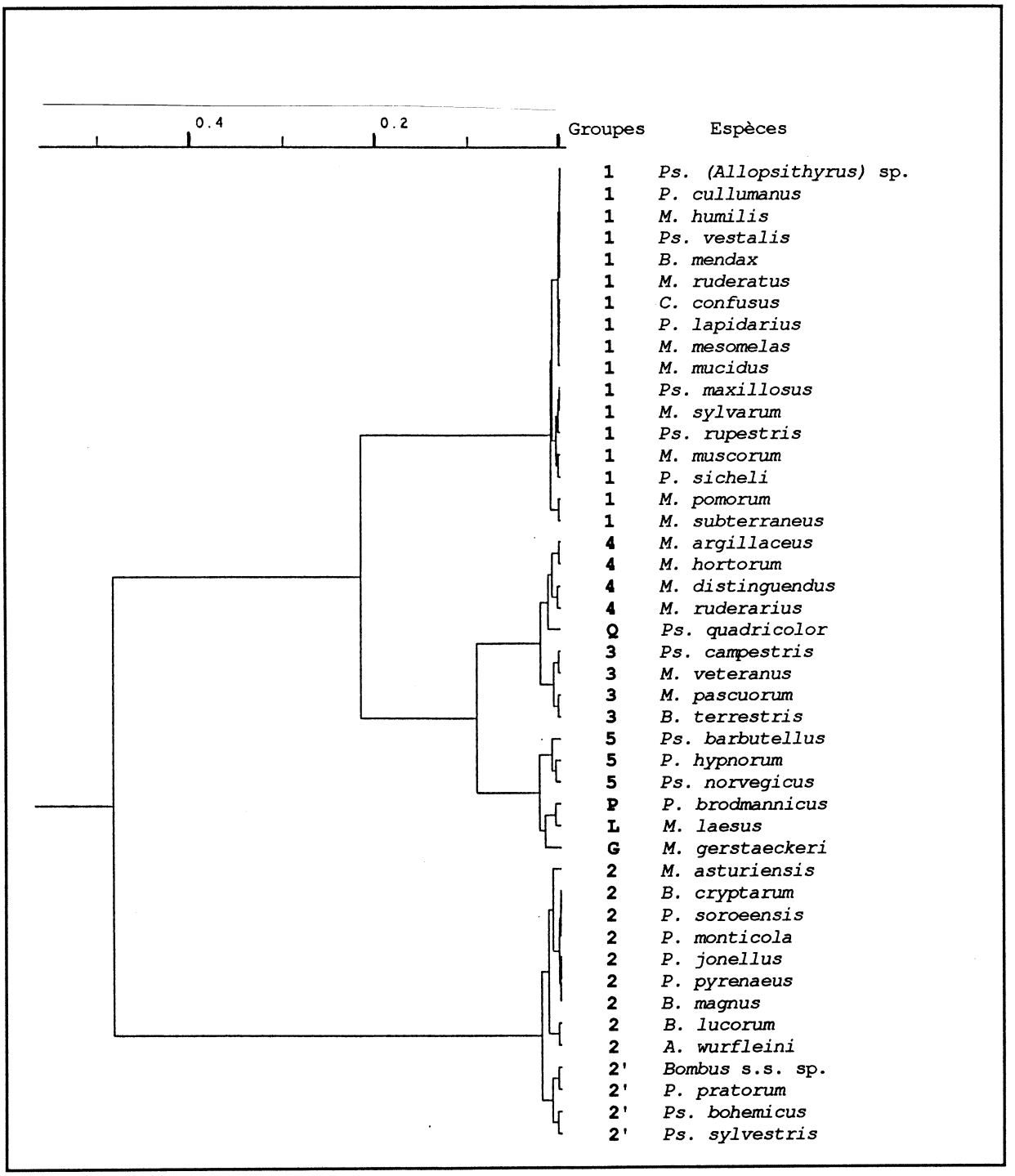
La **composante 8** n'explique plus que 2,5% de la variance. Elle est très fortement liée aux Ranunculaceae et aux Scrophulariaceae.

Figure 4
Dendrogramme de la matrice de corrélation entre reines de bourdons

a. méthode du lien moyen



b. méthode de Ward



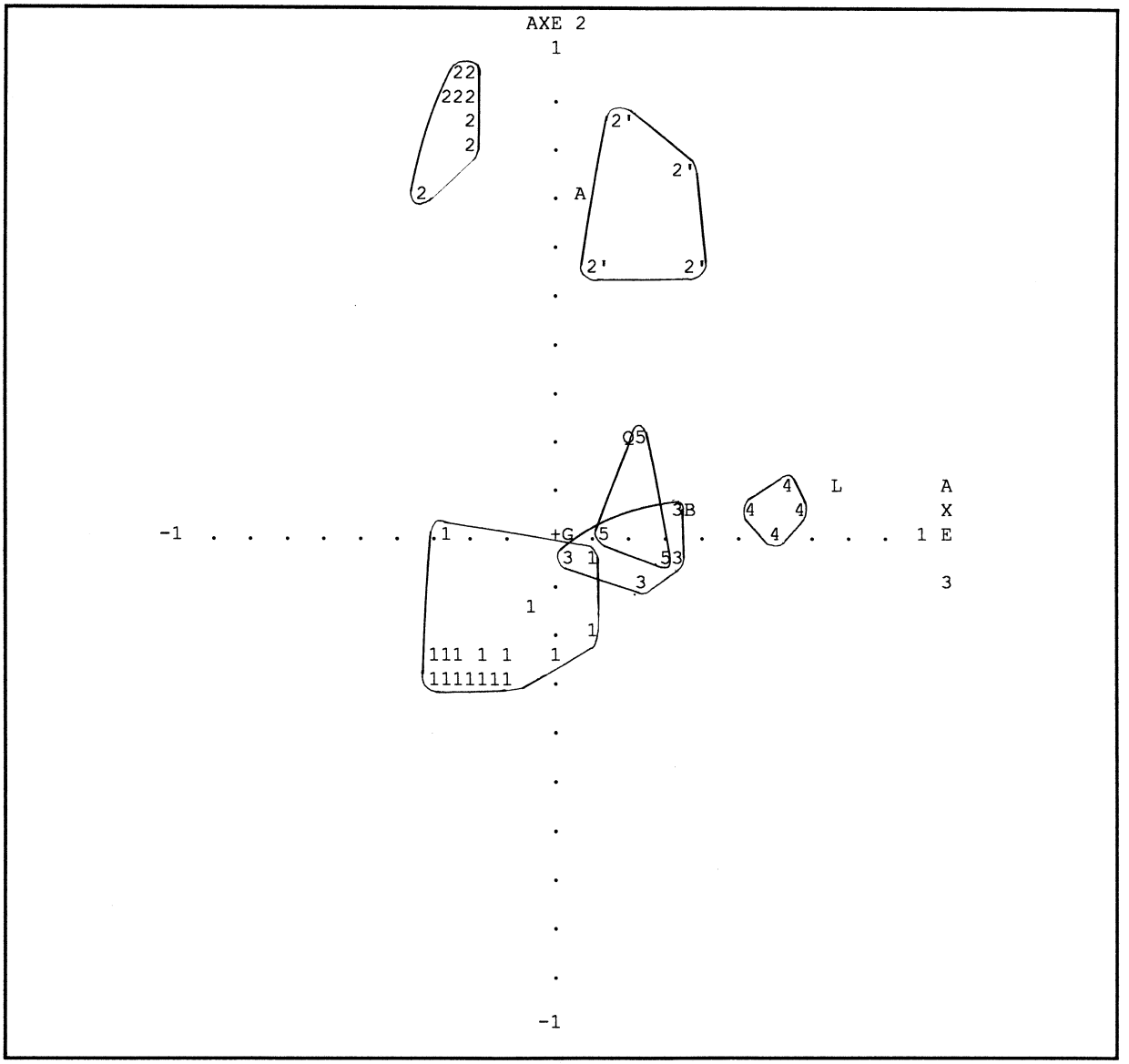
On retrouve les 6 mêmes groupes dans les deux types de dendrogrammes, même si, comme pour les mâles, la hiérarchie n'est pas identique. Quelques espèces changent de groupe d'un dendrogramme à l'autre. La représentation graphique de certaines composantes principales permet d'associer ces espèces critiques à l'un ou l'autre groupe.

Un premier grand groupe (**1**) réunit les espèces dont les reines, fortement corrélées à la composante 1, butinent principalement les Leguminosae. Ce groupe comporte 17 espèces: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. maxillosus, Allopsithyrus* sp., *C. confusus, B. mendax, P. lapidarius, P. sicheli, P. cullumanus, M. ruderatus, M. subterraneus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. muscorum, M. humilis, M. mucidus.* Dans ce groupe, il est à noter que *M. pomorum* et *M. subterraneus* sont en plus très liées à la composante 7 (Scrophulariaceae).

Un deuxième groupe important réunit 12 espèces fortement liées à la composante 2 (Ericaceae): *Ps. sylvestris, Bombus* s.s. sp., *B. cryptarum, B. magnus, B. lucorum, A. wurfleini, P. monticola, P. jonellus, P. pyrenaeus, P. pratorum, P. soroeensis* et *M. asturiensis.* Sans nul doute, *M. asturiensis* n'est pas à sa place dans ce cortège d'espèces à langue plutôt courte. Le très faible nombre d'observations de cette espèce peut expliquer cette situation bizarre. La représentation graphique des composantes 2 et 3 montre que ce groupe 2 peut être subdivisé en deux sous-groupes, un sous-groupe (sous-groupe **2**) lié négativement à la deuxième composante et un autre, lié positivement à celle-ci (sous-groupe **2'**). Le sous-groupe **2** est presque exclusivement lié aux Ericaceae alors que le sous-groupe **2'** l'est en plus aux Labiatae ou aux Compositae.

Figure 5
Analyse en composantes principales sur base de la matrice de corrélation entre reines de bourdons. Représentation graphique des composantes 2 et 3.

a. Variables: espèces de bourdons



Groupe 1: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. maxillosus, Allopsithyrus sp., C. confusus, B. mendax, P. lapidarius, P. sicheli, P. cullumanus, M. ruderatus, M. subterraneus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. muscorum, M. humilis, M. mucidus.*

Groupe 2.

Sous-groupe 2: *B. lucorum, B. cryptarum, B. magnus, A. wurfleini, P. jonellus, P. pyrenaeus, P. monticola, P. soroeensis, M. asturiensis*

Sous-groupe 2': *Ps. bohemicus, Ps. sylvestris, Bombus* s.s. sp., *P. pratorum.*

Groupe 3: *Ps. campestris, B. terrestris, M. veteranus, M. pascuorum.*

Groupe 4: *M. argillaceus, M. hortorum, M. distinguendus, M. ruderarius.*

Groupe 5: *Ps. barbutellus, Ps. norvegicus, P. hypnorum.*

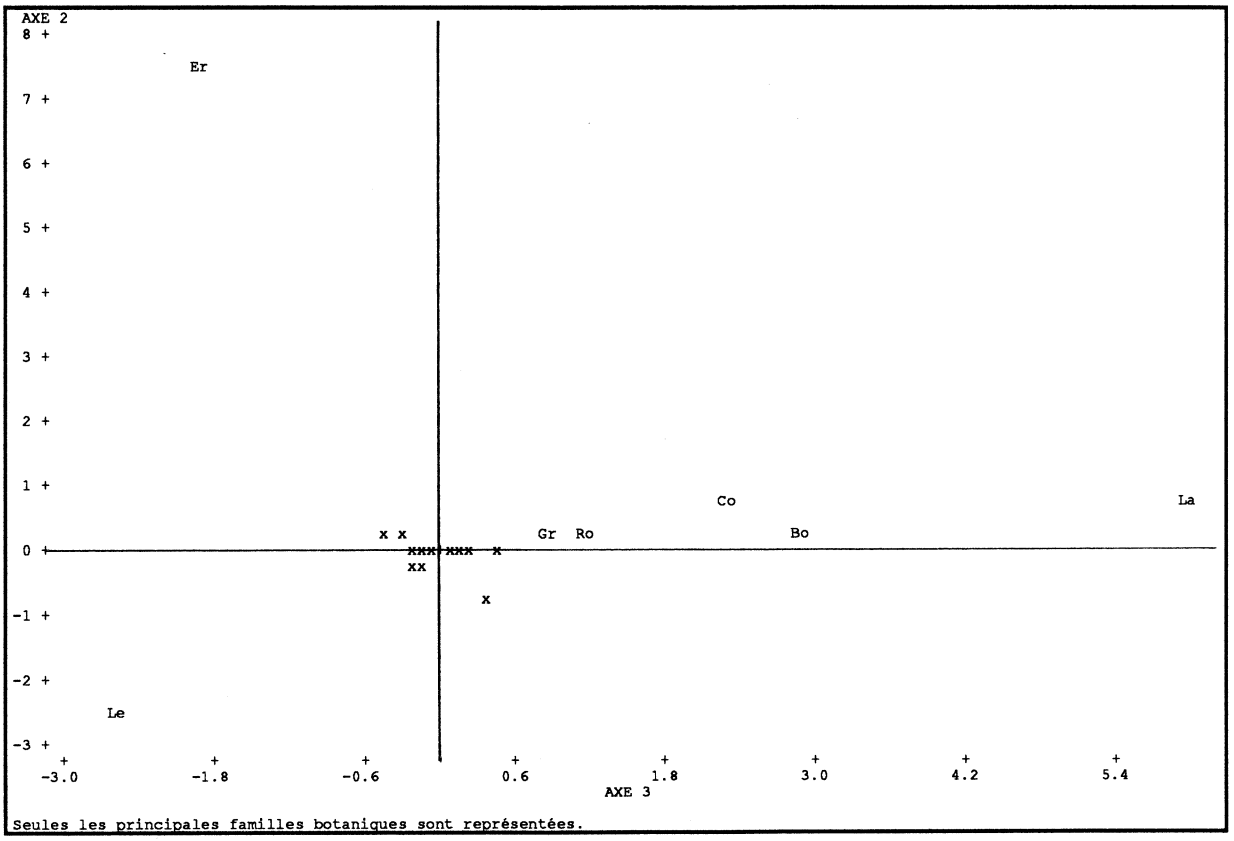
Q: *Ps. quadricolor.*

L: *M. laesus.*

G: *M. gerstaeckeri.*

B: *P. brodmannicus.*

b. Valeurs estimées des composantes.



Le=Leguminosae; La=Labiatae; Er=Ericaceae; Bo=Boraginaceae; Co=Compositae; Ro=Rosaceae; Gr=Grossulariaceae; En grisé: toutes les autres familles botaniques.

Un troisième groupe réunit des espèces qui, bien que très liées à la composante 1 (Leguminosae) sont aussi liées à d'autres familles botaniques: *Ps. campestris* et *M. veteranus* (liés aux Compositae); *B. terrestris* et *M. pascuorum* (très polylectiques et liés à bien d'autres familles).

Un quatrième groupe rassemble des espèces liées à la composante 3 (Labiatae) avant la composante 1 (Leguminosae): *M. argillaceus, M. hortorum, M. distinguendus et M. ruderarius.* Cette dernière espèce est de plus, très liée (négativement) à la composante 4 et donc aux Boraginaceae.

Un cinquième groupe réunit des espèces corrélées positivement à la fois à la composante 4 et à la composante 6: *Ps. barbutellus, Ps. norvegicus* et *P. hypnorum.* Ce qui ne peut bien s'expliquer que si ces espèces sont inféodées aux Rosaceae, aux Compositae et aux Grossulariaceae.

Il faut encore, bien entendu, créer un groupe pour chacune des espèces oligolectiques: *P. brodmannicus,* nettement oligolectique du genre *Cerinthe* (Boraginaceae) et *M. gerstaeckeri,* oligolectique du genre *Aconitum* (Ranunculaceae). La relation de chacune des deux espèces aux composantes liées à ces familles botaniques n'exprime que cet oligolectisme.

Certaines espèces restent difficiles à grouper. C'est le cas de *M. laesus* pour lequel on n'a que très peu de données. C'est aussi le cas pour *Ps. quadricolor* que les deux dendrogrammes placent différemment. Cette espèce est liée avant tout négativement au facteur 5 (Compositae) mais aussi à la composante 1 (Leguminosae).

4.3. Préférences alimentaires des ouvrières

La **première composante** (Annexe IX, X et XI) explique 51% de la variance. Cette composante est constituée des bourdons butineurs de Leguminosae.

La **composante 2** explique 15% de la variance. Elle est fort liée positivement aux bourdons de Compositae et liée négativement à ceux qui visitent les Leguminosae.

La **composante 3** (12 % de la variance) est fort liée aux espèces à Ericaceae.

La **composante 4** (7,5% de la variance) explique les bourdons liés aux Boraginaceae.

La **composante 5** (4,1% de la variance) est surtout liée négativement aux bourdons de Labiatae mais aussi positivement à ceux de Boraginaceae.

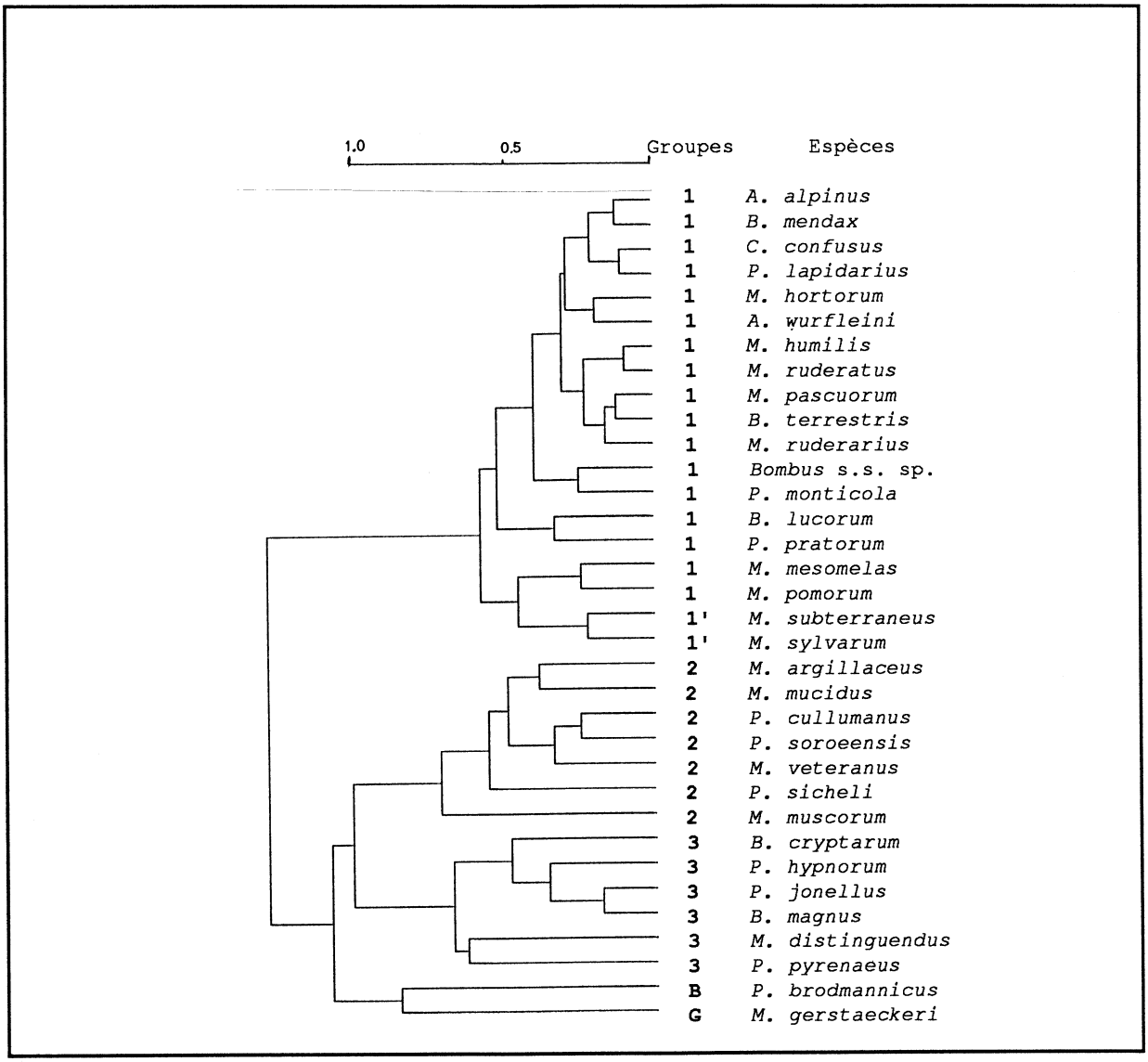
La **composante 6** (3,1% de la variance) est fort liée aux butineurs de Ranunculaceae et un peu moins aux butineurs d'Onagraceae.

La **composante 7** (3,0% de la variance) est, *grosso-modo*, l'inverse de la composante 6.

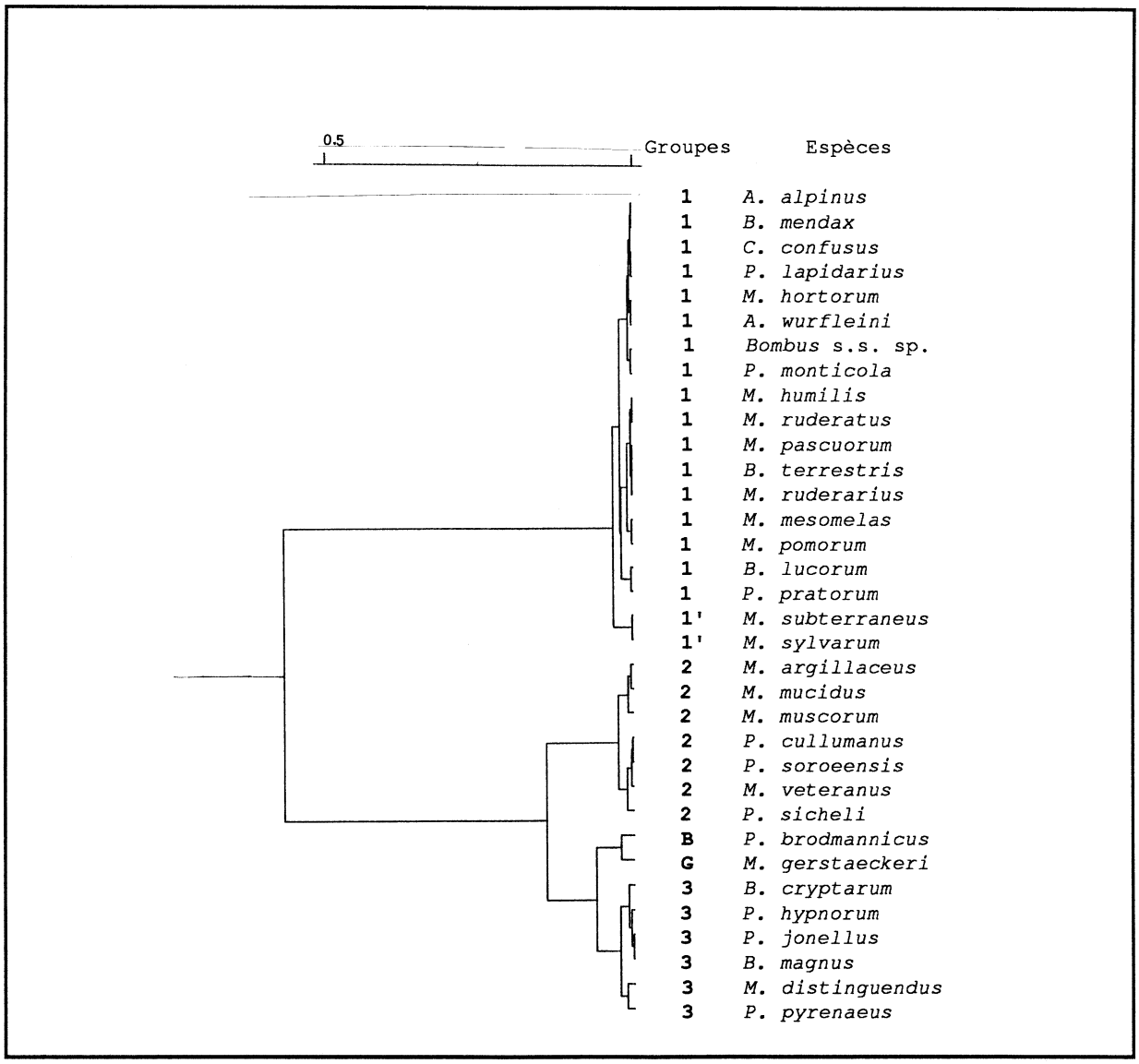
La **composante 8** (1,6% de la variance) est surtout liée aux bourdons visiteurs de Rosaceae.

Figure 6
Dendrogramme de la matrice de corrélation entre ouvrières de bourdons

a. méthode du lien moyen



b. méthode de Ward



Cinq groupes se détachent dans les deux dendrogrammes bien que la hiérarchie entre groupes ne soit pas identique. Ces groupes se distinguent aussi assez bien sur les représentations graphiques de certaines composantes principales.

Le groupe 1 rassemble les 19 espèces inféodées aux Leguminosae: *B. mendax, C. confusus, Bombus* s.s. sp., *B. terrestris, B. lucorum, A. wurfleini, A. alpinus, P. pratorum, P. monticola, P. lapidarius, M. ruderatus, M. hortorum, M. subterraneus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. ruderarius, M. humilis* et *M. pascuorum*. Parmi ces espèces, *M. sylvarum* et *M. subterraneus* se distinguent par un goût prononcé pour les Boraginaceae (surtout *Echium vulgare* L.) et donc une forte corrélation avec la composante 4. Groupons ces deux espèces en un sous- groupe spécial (Sous-groupe 1').

Le groupe 2 réunit 7 espèces liées positivement à la composante 2 et négativement à la composante 3 ce qui indique qu'ils butinent surtout les Compositae: *P. sicheli, P. cullumanus, P. soroeensis, M. argillaceus, M. veteranus, M. muscorum* et *M. mucidus.*

Le groupe 3 est constitué d'espèces fort liées à la composante 3 (Ericaceae): *B. cryptarum, B. magnus, P. hypnorum, P. jonellus, P. pyrenaeus* et *M. distinguendus. P. pyrenaeus* se distingue par un goût particulier pour les Onagraceae (*Epilobium angustifolium* L.) et *P. hypnorum,* pour les Rosaceae. Cela s'observe très bien par leur forte liaison respective aux composantes 7 et 8.

Les groupes 4 et 5 sont monobasiques et consacrés, respectivement, à *P. brodmannicus* (Boraginaceae) et à *M. gerstaeckeri* (Ranunculaceae).

Figure 7
Analyse en composantes principales sur base de la matrice de corrélation entre ouvrières de Bourdons. Représentation graphique des composantes 1 et 2 et des composantes 2 et 3.

Groupe 1: *B. mendax, C. confusus, Bombus* s.s. sp., *B. terrestris, B. lucorum, A. wurfleini, A. alpinus, P. pratorum, P. monticola, P. lapidarius, M. ruderatus, M. hortorum, M. pomorum, M. mesomelas, M. ruderarius, M. humilis, M. pascuorum.*

Sous-groupe 1': *M. sylvarum, M. subterraneus.*

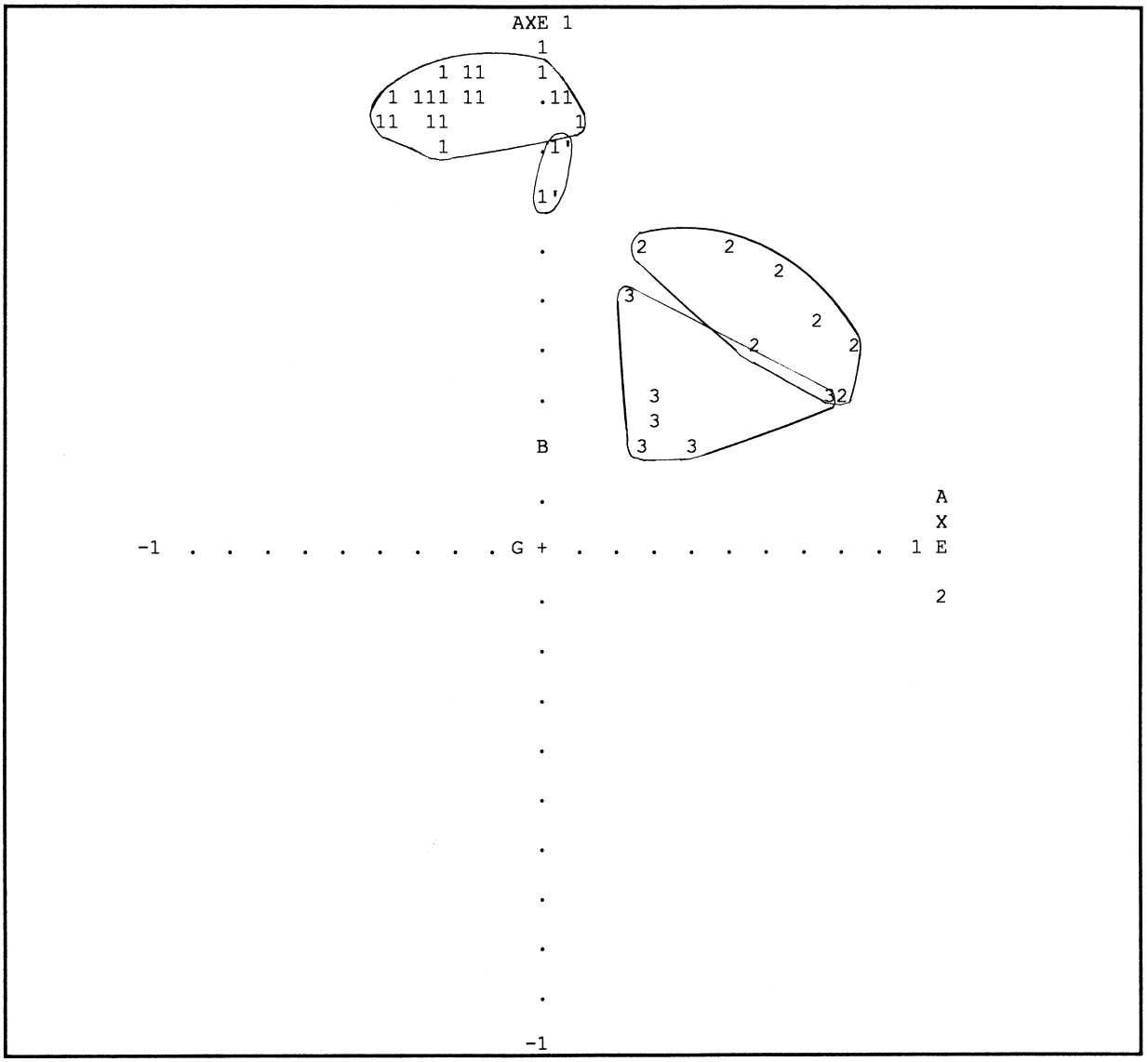
Groupe 2: *P. sicheli, P. cullumanus, P. soroeensis, M. argillaceus, M. veteranus, M. muscorum, M. mucidus.*

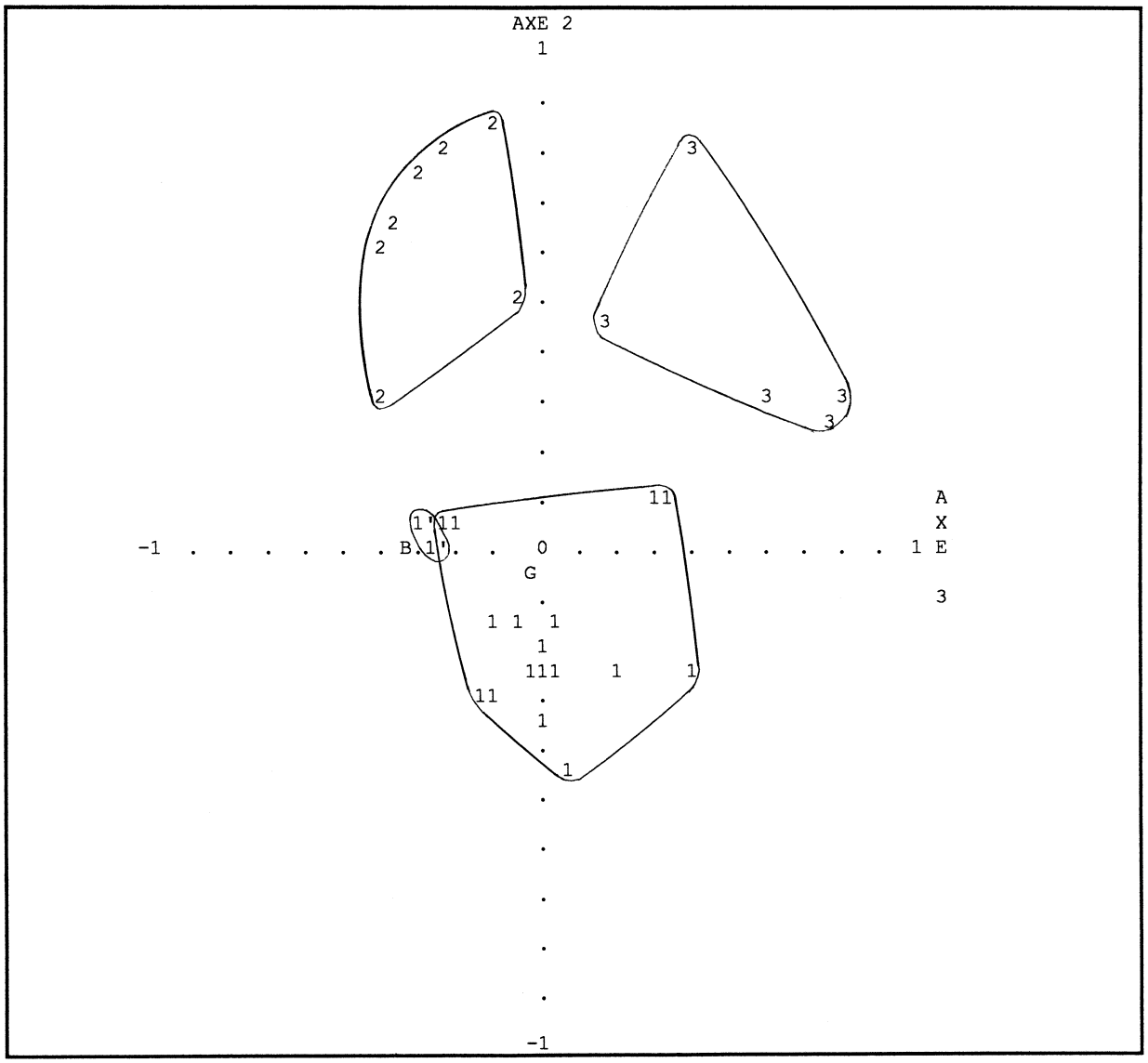
Groupe 3: *B. cryptarum, B. magnus, P. hypnorum, P. jonellus, P. pyrenaeus, M. distinguendus.*

B: *P. brodmannicus*

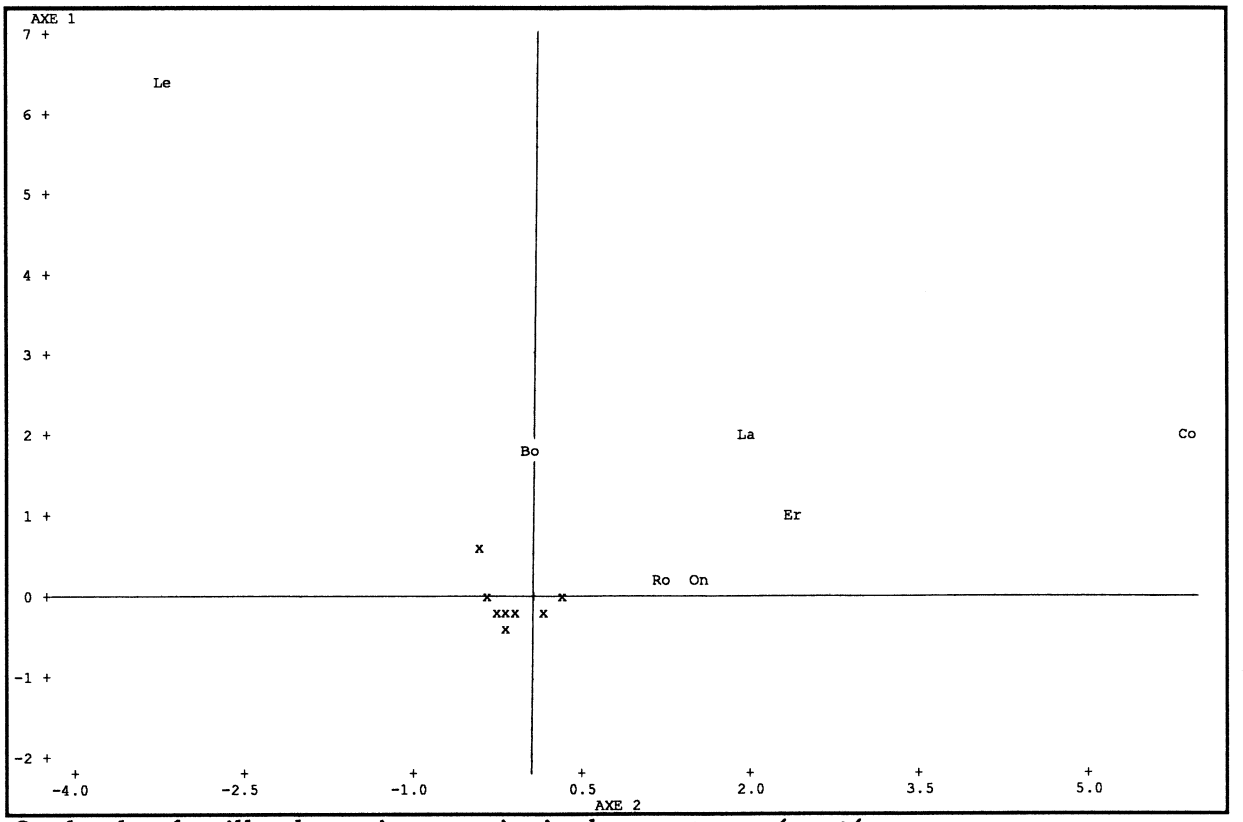
G: *M. gerstaeckeri*

a. variables: espèces de bourdons



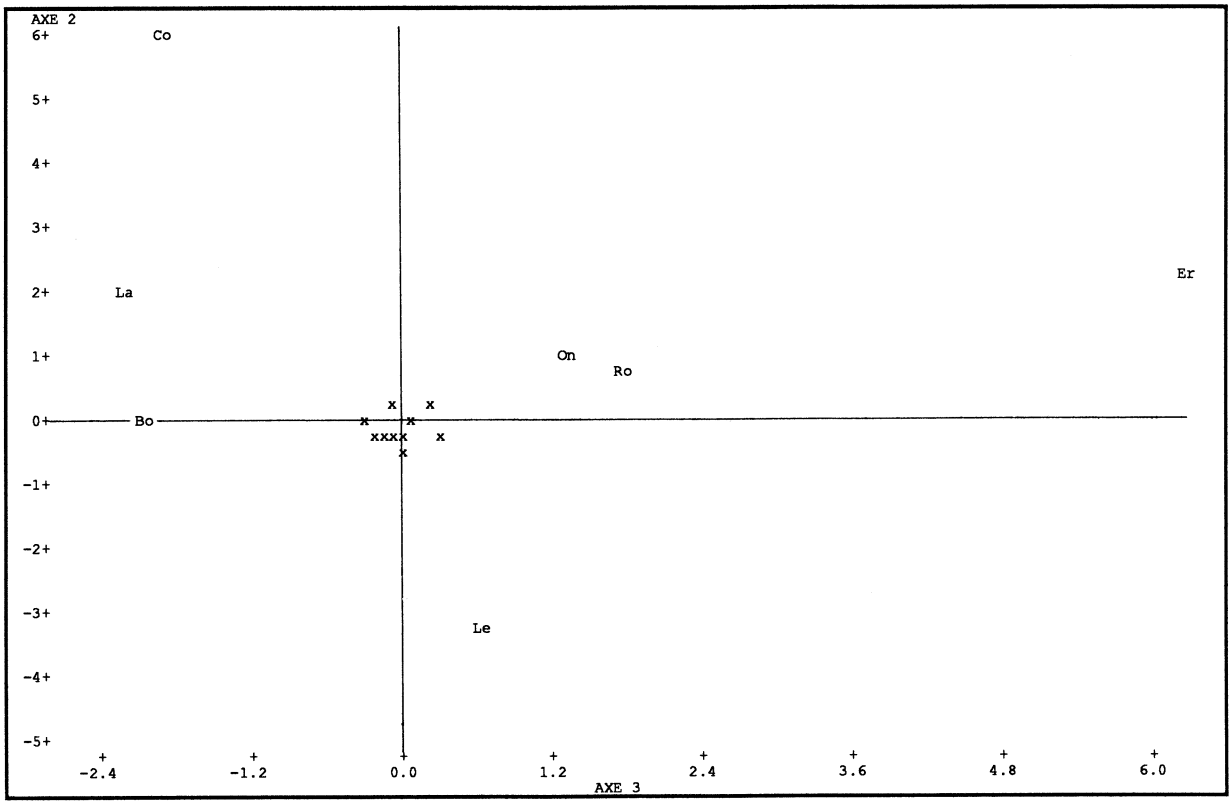

AXE 2
1
-1
B
G
0
1
AXE 3
-1

b. Valeurs estimées des composantes. Composantes 1 et 2



Seules les familles botaniques principales sont représentées.
Co= Compositae; Er= Ericaceae; Le= Leguminosae; La= Labiatae; On= Onagraceae; Ro= Rosaceae; En grisé: toutes les autres familles botaniques.

Composantes 2 et 3



4.4. Préférences alimentaires globales des bourdons

Il serait absurde d'analyser globalement les choix alimentaires des différentes castes de bourdons. Nous avons vu en effet que ces choix sont divergents. Le plus grand intérêt d'une telle analyse consiste en une synthèse des trois chapitres précédents. Sans plus de commentaires, les tableaux de l'annexe XIII suffisent à cette présentation synthétique.

4.5. Discussion

Plantes favorites

Le tableau III résume l'importance respective des principales familles botaniques dans l'alimentation des différentes castes de bourdons. Pour certaines espèces, le nombre d'observations est si faible qu'on ne peut guère tirer de

conclusions. Il n'est donc pas possible de discuter des taxons suivants: *Allopsithyrus* sp., *Ps. maxillosus, Fernaldaepsithyrus* sp., *Ps. norvegicus, B. aff. lucorum, A. alpinus, M. asturiensis, M. laesus.*

Il est bien évident qu'un petit nombre de familles botaniques concentre les préférences alimentaires des bourdons: les Leguminosae, les Compositae, les Ericaceae, les Labiatae, les Rosaceae, les Boraginaceae, les Ranunculaceae (ici, presque exclusivement les genres *Aconitum* et *Delphinium*), les Onagraceae (surtout *Epilobium angustifolium* L.) et, dans une moindre mesure, Grossulariaceae, Umbelliferae, Dipsacaceae et Scrophulariaceae. Parmi ces familles, ce sont les Leguminosae, les Compositae et les Ericaceae qui supportent l'essentiel des besoins alimentaires des bourdons.

Les Compositae, pour être précis les Carduae, semblent d'une grande importance dans l'alimentation des mâles de presque toutes les espèces de bourdons. C'est surtout chez les *Psithyrus*, les *Bombus* s.s. et les *Pyrobombus* s.s. qu'on trouve des espèces dont les ô butinent abondamment d'autres plantes en plus des Compositae. Seuls les ô de *B. cryptarum* et *magnus* ne dépendent guère de cette famille botanique.

Particularités spécifiques

Malgré une morphologie et des besoins trophiques différents, les espèces du genre *Psithyrus* semblent fréquenter à peu près les mêmes espèces végétales que leur hôte habituel. C'est le cas pour *Ps. rupestris* (parasite de *P. lapidarius*), *Ps. vestalis* (parasite de *B. terrestris*), *Ps. bohemicus* (parasite des *B. lucorum, cryptarum* et *magnus*), *Ps. campestris* (parasite de *M. pascuorum*) et *Ps. sylvestris* (parasite de *P. pratorum*). Pour *Ps. quadricolor* (parasite de *P. soroeensis*), c'est moins net mais on a relativement peu de données pour cette espèce. *Ps. barbutellus* est le seul de ce genre à butiner des espèces végétales différentes de son hôte habituel, *M. hortorum*. Notons encore que les ô des sous-genres *Allopsithyrus* et *Fernaldaepsithyrus* semblent particulièrement abondants sur les fleurs de *Rubus* spp., tout comme les ô de *P. pratorum* et *hypnorum*.

Tableau III
Familles de fleurs alimentaires préférées des bourdons.

Ce résumé est bâti d'après les groupements déduits de la comparaison des dendrogrammes et de l'analyse en composante principale qui précèdent.

	Leguminosae	Compositae	Ericaceae	Rosaceae	Boraginac.	Labiatae	Ranunculac.	Onagrac.	autres familles
Ps.rupestris	♀	♂							
Ps.vestalis	♀	♂							
Ps.bohemicus		♂ ♀				♀			
Ps.campestris	♀	♂ ♀							
**Allopsithyrus* sp.	♀			♂					
Ps.barbutellus		♂ ♀	♂	♂ ♀					Grossular. ♀
**Ps.maxillosus*	♀	♂							
**Fernaldaepsithyrus*				♂					
Ps.quadricolor	♀	♀		♂					
Ps.sylvestris		♂ ♀	♂ ♀	♂		♀			
**Ps.norvegicus*		♂ ♀	♂	♂ ♀					Grossular. ♀
C.confusus	♀ ☿	♂							
B.mendax	♀ ☿					♂			
Bombus s.s. sp.	☿	♀	♂ ♀			♀			
B.terrestris	♂ ♀ ☿	♂ ♀				♂			
**B.lucorum* s.l.		♂							
B.lucorum	☿	♂	♀				♂		Umbellifer. ♂
B.cryptarum			♂ ♀ ☿						
B.magnus			♂ ♀ ☿						
A.wurfleini	☿		♀			♂			
**A.alpinus*	☿								
P.hypnorum		♂ ♀	♂ ☿	♂ ♀ ☿					Grossular. ♀
P.pratorum	☿	♂ ♀	♂ ♀	♂		♀			
P.jonellus		♂	♂ ♀ ☿	♂					
P.pyrenaeus		♂	♀ ☿					☿	Dipsacacac. ♂
P.brodmannicus					♀ ☿				
P.monticola	☿	♂	♀					♂	
P.lapidarius	♀ ☿	♂							
P.sicheli	♀	♂ ☿							
P.cullumanus	♀	☿				♂			
P.soroeensis		♂ ☿	♀						
M.argillaceus	♀	♂ ☿				♀			
M.ruderatus	♀ ☿	♂							
M.hortorum	♂ ♀ ☿	♂				♂ ♀			
**M.asturiensis*			♀						
M.gerstaeckeri							♀ ☿		
M.subterraneus	♂ ♀ ☿				☿	♂			Scrophular. ♀
M.distinguendus	♀	♂				♀			
M.pomorum	♀ ☿	♂							Scrophular. ♀
M.mesomelas	♀ ☿	♂							
M.sylvarum	♀ ☿	♂			☿				
M.veteranus	♀	♂ ♀ ☿							
M.ruderarius	♂ ♀ ☿	♂			♀	♂ ♀			
M.muscorum	♀	♂ ☿							
M.humilis	♀ ☿	♂							
M.pascuorum	♂ ♀ ☿	♂ ♀				♂			
M.mucidus	♀	♂ ☿							
**M.laesus*									

* = moins de 10 spécimens observés

Dans le genre *Bombus* s.s., *terrestris* est le plus polylectique mais avec une appétence particulière pour les Leguminosae et les Compositae. Dans la plupart de ses stations, *terrestris* n'a pas l'occasion de rencontrer, et donc de choisir, les Ericaceae. Là où il rencontre cette famille, il en butine volontiers les fleurs (par exemple *Erica arborea* L. ou *Arbutus unedo* L., Rasmont, 1985). *B. lucorum* est lui aussi très polylectique avec une préférence pour les Leguminosae, les Compositae et les Ericaceae. Par contre *B. cryptarum* et *B. magnus* semblent plus oligolectiques avec une préférence marquée pour les Ericaceae. Cela pourrait s'expliquer par l'habitat de ces espèces qualifiées par Rasmont (1984) d'"éricophiles sténotopiques". Delbrassinne & Rasmont (*sous presse*) ont toutefois montré que *B. cryptarum* peut fréquenter des biotopes sans Ericaceae et butiner activement le Colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* DC).

Chaque sexe de *Alpigenobombus wurfleini* montre des préférences différentes. Les ô semblent apprécier surtout les Labiatae, les ♀, les Ericaceae et les ♀ les Leguminosae (mais aussi les Scrophulariaceae, les Labiatae et les Ranunculaceae). Malgré ses pièces buccales très courtes, cette espèce semble ainsi préférer les fleurs à corolle longue dont elle perce le tube au moyen de ses mandibules spéciales. Elle ne semble pas apprécier les fleurs à corolles courtes qui lui épargneraient cet effort supplémentaire. Dans les biotopes fréquentés par *wurfleini*, ce genre de fleurs à corolles courtes ne manquent pourtant pas.

Les espèces du sous-genre *Pyrobombus* semblent fort polylectiques et peu liées aux Leguminosae. Cela semble aussi vrai pour les ô. Seul *P. brodmannicus* est nettement oligolectique des Boraginaceae du genre *Cerinthe* L. L'auteur n'a pas d'observation précise sur les fleurs butinées par les ô de cette espèce dont on n'a que très peu de spécimens. Le Dr. I.H.H. Yarrow (*in litt.*) explique la rareté en collection des mâles de cette espèce par une phénologie spéciale. Ils ne seraient visibles qu'aux toutes premières heures de la journée avant toutes les autres espèces d'Abeilles et donc, avant l'arrivée des apidologues sur le terrain!

P. soroeensis se trouve à peu près sur les mêmes espèces végétales que les *Pyrobombus* s.s.. On remarque que c'est une des rares espèces de bourdons à butiner les Campanulaceae (ce qui a déjà été observé par Hulkkonen, 1928; Løken, 1949; Ruszkowski, 1970) mais cette famille végétale ne fournit pas pour autant une part importante de son alimentation.

Confusibombus confusus, Bombias mendax, Pyrobombus cullumanus, les espèces du sous-genre *Melanobombus* et la grande majorité des espèces du genre *Megabombus* semblent adopter un même choix: les ô butinent les Compositae et les ♀, les Leguminosae. Selon l'espèce, les ouvrières butinent l'une ou l'autre de ces deux familles végétales. *M. hortorum, M. ruderarius* et *M. pascuorum* apprécient en plus les Labiatae. Les Boraginaceae, dont surtout *Echium vulgare* L., attirent en particulier les ♀ de *M. subterraneus* et *M. sylvarum* ainsi que les ♀ de *M. ruderarius*. *M. pascuorum* est fort polylectique et butine encore bien d'autres plantes.

Megabombus gerstaeckeri est oligolectique du genre *Aconitum* L. (Ranunculaceae) tout comme l'espèce vicariante du nord de l'Europe

Megabombus consobrinus (Dahlbom) (Løken, 1949, 1950, 1961, 1973; Pekkarinen, 1979; Mjelde, 1983).

Polylectisme et oligolectisme

Le polylectisme prend des valeurs différentes selon le niveau de classification botanique que l'on considère. Si l'on compte le nombre de familles botaniques butinées, c'est *P. pratorum* qui est l'espèce la plus polylectique (52 familles visitées), suivie de *B. terrestris* (49 familles), *M. pascuorum* (46 familles), *B. lucorum* (36 familles), *P. lapidarius* et *M. hortorum* (35 familles), *P. hypnorum* (34 familles), *M. ruderarius* (20 familles), etc... (Tableau VII, chapitre 5.). Si l'on considère le nombre de taxons spécifiques butinés, cet ordre est un peu modifié: *M. pascuorum* (333 taxons butinés), *B. terrestris* (312 taxons), *P. pratorum* (248 taxons), *P. lapidarius* (203 taxons), *M. hortorum* (174 taxons), *B. lucorum* (172 taxons), *M. ruderarius* (114), *P. hypnorum* (109 taxons), etc... Les huit espèces les plus polylectiques sont les mêmes quel que soit le niveau de la taxonomie botanique considéré. Ces huit espèces sont aussi des espèces répandues dans le nord de l'Europe et en montagne. Certaines espèces répandues sont relativement oligolectiques. C'est le cas de *M. sylvarum* (12 familles, 69 taxons), de *M. humilis* (14 familles, 77 taxons), de *M. ruderatus* (14 familles, 68 taxons) et de *P. soroeensis* (17 familles, 68 taxons). A l'opposé, *P. hypnorum* paraît fort polylectique malgré que ce soit une espèce plutôt localisée.

On peut proposer une classification en distinguant:

- **espèces polylectiques** (plus de 20 familles et plus de 100 taxons visités), *B. terrestris, B. lucorum, P. hypnorum, P. pratorum, P. lapidarius, M. hortorum, M. ruderarius, M. pascuorum;*

- **espèces mésolectiques** (de 10 à 20 familles et plus de 20 taxons visités), *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. bohemicus, P. sylvestris, B. cryptarum, B. magnus, A. wurfleini, P. pyrenaeus, P. monticola, P. sicheli, P. soroeensis, M. subterraneus, M sylvarum, M. muscorum, M. humilis;*

- **espèces quasi-oligolectiques** (moins de 10 familles et moins de 20 taxons visités), *Ps. campestris, Allopsithyrus sp., Ps. quadricolor, Ps. flavidus, Ps. norvegicus, C. confusus, B. mendax, P. jonellus, P. cullumanus, M. distinguendus* (30 taxons butinés!), *M pomorum, M. mesomelas, M. veteranus, M. mucidus, M. laesus;*

- **espèces oligolectiques strictes** (dépendance trophique marquée d'un genre botanique qui totalise la majorité des visites), *P. brodmannicus, M. gerstaeckeri.* On utilise ici le terme "oligolectique" par tradition mais il semblerait que "monolectique" soit plus approprié.

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus par Teräs (1985: 41) en Finlande, on remarque que les espèces du groupe polylectique correspondent à celles qu'il a observées sur plus de 20 familles et plus de 50 espèces botaniques (tableau IV). Seul *M. ruderarius* disparaît du groupe le plus polylectique chez

Teräs. Les résultats présents et ceux de cet auteur convergent malgré des méthodes de travail et une région bien différentes.

Leclercq (1960), dans la région liégeoise, trouve que *P. pratorum* manifeste un "*caractère conservateur et médiocrement explorateur*". Cette impression peut provenir du fait que, dans la station étudiée par cet auteur, le nombre d'espèces de Rosaceae, Ericaceae (familles préférées de *pratorum* et *hypnorum*) était bien plus faible que celui de Leguminosae, Labiatae et Compositae (appréciées de *terrestris, lapidarius, pascuorum* et *hortorum*).

Steffny *et al.* (1984) montrent aussi *pratorum* comme l'espèce la moins polylectique de la station qu'ils ont étudiée dans le Kaiserstuhl (vallée du Rhin). Mais ces auteurs ont concentré leur étude sur un biotope plutôt ouvert et thermophile où, là encore, les fleurs préférées d'*hypnorum* et de *pratorum* sont rares (pas de *Rubus*, de *Rosa* ou d'Ericaceae). Au contraire, les plantes préférées de *M. sylvarum* et de *M. humilis* (Leguminosae et Compositae) y sont abondantes et diversifiées. Cela peut expliquer que ces espèces y paraissent plus polylectiques que *hypnorum* et *pratorum*.

Tableau IV
Nombre de familles et d'espèces botaniques visitées par les bourdons (observations de la littérature).

	Teräs, 1985		Leclercq, 1960	Steffny *et al.*, 1984
	Nombre familles	Nombre espèces	Nombre espèces	Nombre espèces
B. lucorum	32	94	?	10
B. terrestris	--	--	91*	15
M. pascuorum	30	96	106	21
P. pratorum	29	72	40	5
P. lapidarius	26	74	61	11
P. hypnorum	21	56	44	2
M. hortorum	21	52	45	13
P. soroeensis	18	47	--	--
M. veteranus	14	36	--	--
P. jonellus	12	20	--	--
M. ruderarius	10	26	--	--
M. sylvarum	7	12	--	19
M. distinguendus	5	9	--	--
M. humilis	--	--	--	11

* Leclercq (1960) n'a pas distingué *B. lucorum* de *B. terrestris*.

Il est difficile d'assurer que l'échelle de polylectisme proposée est très réaliste pour les espèces rares. Le nombre d'observations est encore bien trop faible pour certaines d'entre elles. Pour les espèces abondantes, par contre, il est probable que cette échelle fournisse une bonne image de la réalité.

Il paraît simpliste de n'expliquer ces choix de plantes que sur la base exclusive de la longueur du proboscis comme l'ont fait Knuth (1906, cité par Ranta & Lundberg, 1980), Hulkkonen (1928), Brian (1957), Heinrich (1976b) et Pekkarinen (1979). Ranta (1981), Pyke (1982), Pekkarinen (1984), Harder (1985) et Teräs (1985) montrent que, si la longueur de leur proboscis influence leur choix, bien d'autres critères interviennent. Pour des espèces "*voleuses de nectar*" comme les *Bombus* s.s. et *Alpigenobombus wurfleini*, la relation longueur de corolle / longueur du proboscis est brisée. On constate aussi que les mâles d'un grand nombre d'espèces de bourdons butinent les Compositae malgré des longueurs de proboscis très différentes d'une espèce à l'autre (Pekkarinen, 1979, et Teräs (1985) donnent la taille moyenne du proboscis d'un grand nombre d'espèces de bourdons). Certaines Légumineuses comme *Trifolium pratense* L. sont visitées par les ♀ comme par les ♀ de beaucoup de bourdons malgré une longueur de proboscis bien différente chez ces castes. Comme Teräs (1985: 53), on remarque que les ♀, bien qu'ayant une langue de longueur intermédiaire entre les ♀ et les ♀, butinent des fleurs à corolle plus courte qu'elles dans beaucoup de cas.

Les bourdons semblent choisir tout simplement les fleurs sympatriques "butinables" (c'est-à-dire dont la longueur de corolle est compatible avec la morphologie des pièces buccales) les plus abondantes dans le biotope. A la défense de cette idée, remarquons que les bourdons de landes et de forêts (par exemple *B. cryptarum, B. magnus, P. hypnorum, P. jonellus* et *P. soroeensis*) butinent volontiers les Ericaceae et les *Rubus*. Les espèces de lisières ou terrains ouverts, elles, butinent plutôt les Légumineuses et les Composées. De plus, malgré leur langue plutôt courte, les *Psithyrus* semblent butiner les mêmes familles végétales que leur hôte, ce qui s'explique bien s'ils doivent partager avec lui les mêmes ressources végétales dans les mêmes biotopes. Teräs (1985: 49) remarque que 15 plantes très abondantes totalisent deux tiers des visites de bourdons qu'il a observées. Il ajoute que les *Psithyrus* se concentrent encore plus nettement sur ces plantes que les autres bourdons. Cet auteur remarque toutefois que *M. hortorum* choisit plutôt des plantes peu abondantes à corolles longues. Cela peut peut-être expliquer la différence de régime alimentaire entre cette espèce et son hôte *Psithyrus barbutellus*.

Sur la seule analyse des préférences alimentaires, il est difficile de déterminer si c'est la nécessité de trouver la plante nourricière qui détermine l'aire de distribution du bourdon ou si, à l'inverse, c'est la distribution qui induit un régime alimentaire adapté aux plantes les plus abondantes. Il est toutefois bien net que chaque espèce de bourdon a des fleurs favorites (tableau V). Teräs (1985: 48) fait remarquer que l'abondance particulière d'une des fleurs favorites peut faire augmenter de manière sensible les populations locales des bourdons inféodés: "*The high numbers of* B. lapidarius *and* B. lucorum *wich occurred in area L were caused by their preference for pollen visits to* Rosa *sp.,...*" Il est difficile d'imaginer que pour ces deux espèces très polylectiques, la simple présence d'une fleur favorite permette l'augmentation de la population locale. Il est plus vraisemblable que la plante favorite concentre les visites des colonies d'un large territoire. Ce phénomène est très apparent dans les champs de *Trifolium pratense*. La distance de vol des bourdons semble pouvoir être grande, (jusqu'à plusieurs km d'après de Jonghe, *com. pers.* et Séquaris, *com. pers.*, 3 km

d'après Ghys, 1948, et au moins 5 km d'après Heinrich, 1979) aussi la concentration des visites sur une ressource attractive doit-elle être très forte.

Tableau V
Fleurs favorites de certaines espèces de bourdons.

Données citées surtout par Teräs (1985) et résumé des données originales.

***Psithyrus* spp:** *Cirsium* spp. (pour les ô: May, 1938; Haeseler, 1972; Teräs, 1976; Barrow, 1983); *Knautia arvensis* (Teräs, 1985).

Autres Bombinae ô: *Cirsium* spp. (May, 1938; Haeseler, 1972; Teräs, 1976; Barrow, 1983).

***Ps. bohemicus*:** ♀ *Vaccinium myrtillus, Taraxacum* spp.; ô Carduae.

***Ps. sylvestris*:** *Rubus idaeus, Vaccinium myrtillus.*

***C. confusus*:** *Trifolium pratense.*

***B. mendax*:** *Trifolium* spp.

***Bombus* s.s. spp:** *Papaver orientale, Lupinus luteus, Phaseolus vulgaris, Clarckia elegans, Collinsia bicolor, Echinops sphaerocephalus* (Leclercq, 1960).

***B. lucorum*:** *Salix* sp., *Rosa* sp. (Teräs, 1985); *Calluna vulgaris* (Brian, 1951; Yalden, 1983); *Vicia cracca, Trifolium pratense, Vaccinium myrtillus.*

***B. cryptarum*:** *Vaccinium myrtillus, Calluna vulgaris.*

***B. magnus*:** *Vaccinium myrtillus, Erica herbacea.*

***A. wurfleini*:** *Vaccinium myrtillus, Trifolium pratense, Anthyllis vulneraria.*

***P. hypnorum*:** *Cotoneaster simonsii, Rubus* spp., *Veronica spicata, Campanula rapuncoides* (Leclercq, 1960); *Epilobium angustifolium, Rubus idaeus* (Løken, 1954; Hasselrot, 1960; Ruszkowski, 1969); *Rubus idaeus* (Delmas, 1976); *Salix* sp., *Rubus* sp. (Teräs, 1985); *Rubus* spp., *Epilobium angustifolium.*

***P. pratorum*:** *Rubus* spp., *Phacelia tanacetifolia, Anchusa officinalis, Veronica spicata* (Leclercq, 1960); *Epilobium angustifolium, Rubus idaeus* (Brian, 1954; Løken, 1954; Ruszkowski, 1969); *Salix* sp., *Epilobium angustifolium, Rubus* sp. (Teräs, 1985); *Rubus* spp., *Epilobium angustifolium, Vaccinium myrtillus, Lamium* spp..

***P. jonellus*:** *Calluna vulgaris* (Hullkonen, 1928; Ruszkowski, 1970); *Vaccinium myrtillus.*

***P. pyrenaeus*:** *Epilobium angustifolium* .

***P. brodmannicus*:** *Cerinthe glabra* (Delmas, 1976, cet auteur cite encore *Nepeta nepetella* L. pour les ♀ ainsi que *Knautia arvensis* et *Epilobium angustifolium* pour les ô); *Cerinthe* spp.

***P. monticola*:** *Epilobium angustifolium, Polygonum bistorta.*

***P. lapidarius*:** *Sedum* spp., *Cosmos bipinnatus, Echinops sphaerocephalus* (Leclercq, 1960); *Trifolium pratense* (Ruszkowski, 1970; Barrow, 1983), *Vicia sepium, Rosa* sp. (Teräs, 1985); Leguminosae spp., Carduae spp.

***P. sicheli*:** Leguminosae spp., Carduae spp.

***P. cullumanus*:** *Trifolium incarnatum* (Delmas, 1976).

***P. soroeensis*:** *Campanula* spp. (Hulkkonen, 1928, Løken, 1949; Ruszkowski, 1970); *Rubus idaeus* (Alford, 1975); *Rubus* sp. (Teräs, 1985); *Vaccinium myrtillus,* Carduae spp.

M. ruderatus: Leguminosae (surtout *Vicia* spp. et *Trifolium* spp.).

M. hortorum: *Aconitum napellus, Delphinium* spp., *Salvia officinalis, Lonicera periclymenum* (Leclercq, 1942, 1960); *Trifolium pratense, Vicia sepium* (Teräs, 1985); Leguminosae (surtout *Vicia* spp. et *Trifolium* spp.), Labiatae (surtout *Lamium*), Scrophulariaceae (surtout *Rhinanthus* spp. et *Digitalis* spp.).

M. gerstaeckeri: *Aconitum vulparia.*

M. subterraneus: *Trifolium pratense, Echium* spp., *Rhinanthus alectorolophus.*

M. distinguendus: *Trifolium pratense* (Hasselrot, 1960; Ruszkowski, 1969).

M. mesomelas: Leguminosae spp., Labiatae spp.

M. sylvarum: *Trifolium pratense, Vicia* spp. (Ruszkowski, 1970); *Trifolium pratense* (Teräs, 1985); Leguminosae spp., *Echium vulgare.*

M. veteranus: *Trifolium pratense, Vicia* spp. (Ruszkowski, 1970); *Vicia sepium, V. cracca* (Teräs, 1985); *Carduus* sp.

M. ruderarius: *Trifolium pratense, Vicia* spp. (Ruszkowski, 1970); *Vicia sepium, V. cracca* (Teräs, 1985); Leguminosae spp., Boraginaceae spp., Labiatae spp., Carduae spp..

M. humilis: Leguminosae spp.

M. pascuorum: *Trifolium pratense, Vicia* spp. (Brian , 1957); *Hyssopus officinalis, Anchusa officinalis* (Leclercq, 1960); *Vicia sepium, V. cracca* (Teräs, 1985).

Origines des choix alimentaires des bourdons

Dans l'établissement de la relation bourdon-plante, il faut tenir compte des fortes capacités d'apprentissage de ces insectes (Heinrich, 1976a, 1979). Cette capacité d'apprentissage peut être très différente d'une espèce à l'autre.

Pour Teräs (1985: 55), "*bumblebees* [do] *not select the same flower or flowering characteristics in different areas or in different years. Especially corolla tube length, flower colour and flower type preferences differed yearly and between areas,...*" Ces fortes différences annuelles peuvent être rapportées à des différences dans les besoins de la colonie, à des différences dans les ressources offertes par les fleurs en présence. Ces différences annuelles sont probablement induites par le climat des mois précédents et par les conditions météorologiques. Teräs (1985) constate que même de très petits écarts annuels dans les conditions écologiques peuvent induire de très grosses variations dans l'effectif relatif des espèces et donc dans les conditions de concurrence interspécifiques. Non seulement les facteurs climatiques conditionnent directement l'activité des bourdons (encore une fois, de manière différente selon l'espèce, Reinig, 1972) mais encore, elles interfèrent aussi indirectement en modifiant la productivité des plantes. Teräs (1985): "*...even minor dissimilarities* [in the weather conditions] *may cause differences because high precipitation and cold periods may affect (1) the individual number of bumblebees (cf. Teräs, 1983), (2) the proportion of sexes and castes, (3) the survival of foragers (Brian 1952, 1983), (4) the foraging speed (Barrow, 1983) and (5) the needs of pollen and nectar, but also*

(6) phenology and blooming periods of flowers and (7) abundance of the plant species."

Il faut donc intégrer de nombreux facteurs pour comprendre le choix des sources de nourriture. Résumons-les:

- monophagie (les bourdons ne se nourrissent que de pollen et de nectar);

- niveau de polylectisme différent selon l'espèce;

- niveau d'eurytopie différente d'une espèce à l'autre;

- grand nombre d'espèces sympatriques et donc forte concurrence interspécifique (Inouye, 1977a, 1977b; Ranta, 1981);

- différences de longueur de la langue qui induisent des possibilités divergentes d'utilisation des fleurs;

- toutes choses égales par ailleurs, divergences de préférences alimentaires;

- petit nombre d'espèces botaniques abondantes appréciées par un grand nombre de bourdons sympatriques;

- possibilités et nécessités d'exploitation d'une plante qui varient d'une année à l'autre en fonction de l'histoire climatique annuelle et de la météorologie (Teräs, 1985);

- forte évolution des ressources, des besoins et des choix alimentaires d'une espèce au cours de la saison (Teräs, 1976, 1985; Heinrich, 1979; Ranta, 1981; Pekkarinen, 1984);

- vaste territoire de vol;

- fortes capacités d'apprentissage (Heinrich, 1979);

- phénologie variable de la floraison;

- productivité et attractivité variables des fleurs (rôle différentiel des couleurs et des coactones).

La modification d'un seul des paramètres écologiques d'une station pourrait donc altérer dans des sens divers plusieurs des facteurs de choix cités ci-dessus et modifier fortement les populations locales de bourdons dans des directions peu prévisibles. Il est probable que ceci, qui est vrai à l'échelle "microécologique" d'une station, ne l'est pas à l'échelle "macroécologique" d'un pays. Pour l'observateur qui visite plusieurs centaines de stations sur l'année, ces modifications locales des populations apparaissent comme un "**bruit de fond**" aléatoire. On peut à travers celui-ci distinguer les grandes constantes. Ce "bruit de fond" est néanmoins bien gênant pour l'étude des espèces rares qui s'en détachent à peine.

4.6. Résumé et conclusions

Les bourdons sont adaptés à des espèces botaniques abondantes dans leur domaine de vol. Parmi les fleurs abondantes qu'ils rencontrent, les diverses espèces de bourdons manifestent des préférences sensiblement différentes pour certaines familles et certaines espèces végétales. Leurs choix se modifient d'une année et d'une station à l'autre mais on y distingue de grandes constantes. Un petit nombre de végétaux favoris sont appréciés par les mêmes espèces de bourdons quelles que soient les circonstances.

Les espèces des genres *Megabombus, Bombias* et *Confusibombus* ainsi que le sous-genre *Melanobombus* et *Cullumanobombus* affectionnent les Leguminosae (♀), les Compositae (ô), les Labiatae et les Boraginaceae (♀, î). Les espèces du genre *Bombus* s.s. préfèrent les Ericaceae. Les bourdons des sous-genres *Pyrobombus* et *Kallobombus* apprécient particulièrement les Ericaceae, les Rosaceae et les Onagraceae. Les espèces du genre *Psithyrus* choisissent le plus souvent les mêmes fleurs que leur hôte.

Certaines espèces de bourdons, les plus ubiquistes, se nourrissent sur un grand nombre de plantes en plus des favorites. Ce sont des **polylectiques** (8 espèces).

Les bourdons **mésolectiques** (15 espèces) ne butinent que peu d'espèces végétales en dehors des favorites.

Les bourdons **quasi-oligolectiques** (14 espèces) restreignent leur choix à un petit nombre d'espèces végétales.

Les bourdons **oligolectiques stricts** (ou **monolectiques**) dépendent totalement d'un seul genre végétal (2 espèces: *M. gerstaeckeri* associé au genre *Aconitum* L.; *P. brodmannicus* associé au genre *Cerinthe* L.).

5. Structure de la faune du Languedoc-Roussillon

L'étude analytique de la faune d'un territoire restreint et très bien prospecté va permettre de détecter des associations entre espèces de bourdons. Cette étude se base sur l'analyse de la matrice de présence-absence des espèces dans chaque carré UTM du Languedoc-Roussillon (zone encadrée sur la carte 1).

Dans un premier temps, il est intéressant de constituer des groupes fauniques, des zoocénoses. Pour cela, on utilisera ici plusieurs méthodes de groupement, soit en partant de la matrice brute de présence-absence, soit en partant d'une matrice de fidélité ou d'une matrice de corrélation de points construite à partir de celle-ci. Dans tous les cas, la construction des dendrogrammes au moyen du logiciel SAS demande le passage par une matrice de distance. C'est la distance euclidienne qui a été choisie ici. En comparant les dendrogrammes, on pourra découvrir des groupes constants d'espèces. Les espèces toujours groupées ensemble quelles que soient les méthodes de groupement seront considérées comme caractéristiques.

Dans un deuxième temps, on tentera de trouver les facteurs de peuplement qui sont liés aux groupements mis en évidence par les dendrogrammes. Pour cela, on utilisera l'analyse en composantes principales, en recherchant des corrélations entre les premières composantes et divers facteurs de peuplements (tableau VII).

5.1. Constitution de groupes fauniques

Les 3 matrices dérivées des données brutes sont représentées par deux types de dendrogrammes (méthode de Ward et méthode du lien moyen); il y a donc 6 dendrogrammes à comparer.

Ces méthodes d'analyse fournissent parfois des résultats divergents en apparence. Cela ne signifie pas qu'une méthode est plus "juste" qu'une autre. Simplement, elles mettent en évidence des facteurs différents. Basée sur des données semblables et sur des algorithmes mathématiques exacts, la précision de ces méthodes ne peut être mise en cause.

Figure 8
Dendrogramme basé sur la matrice de présence-absence, méthode du lien moyen ("*average linkage cluster analysis*", SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques

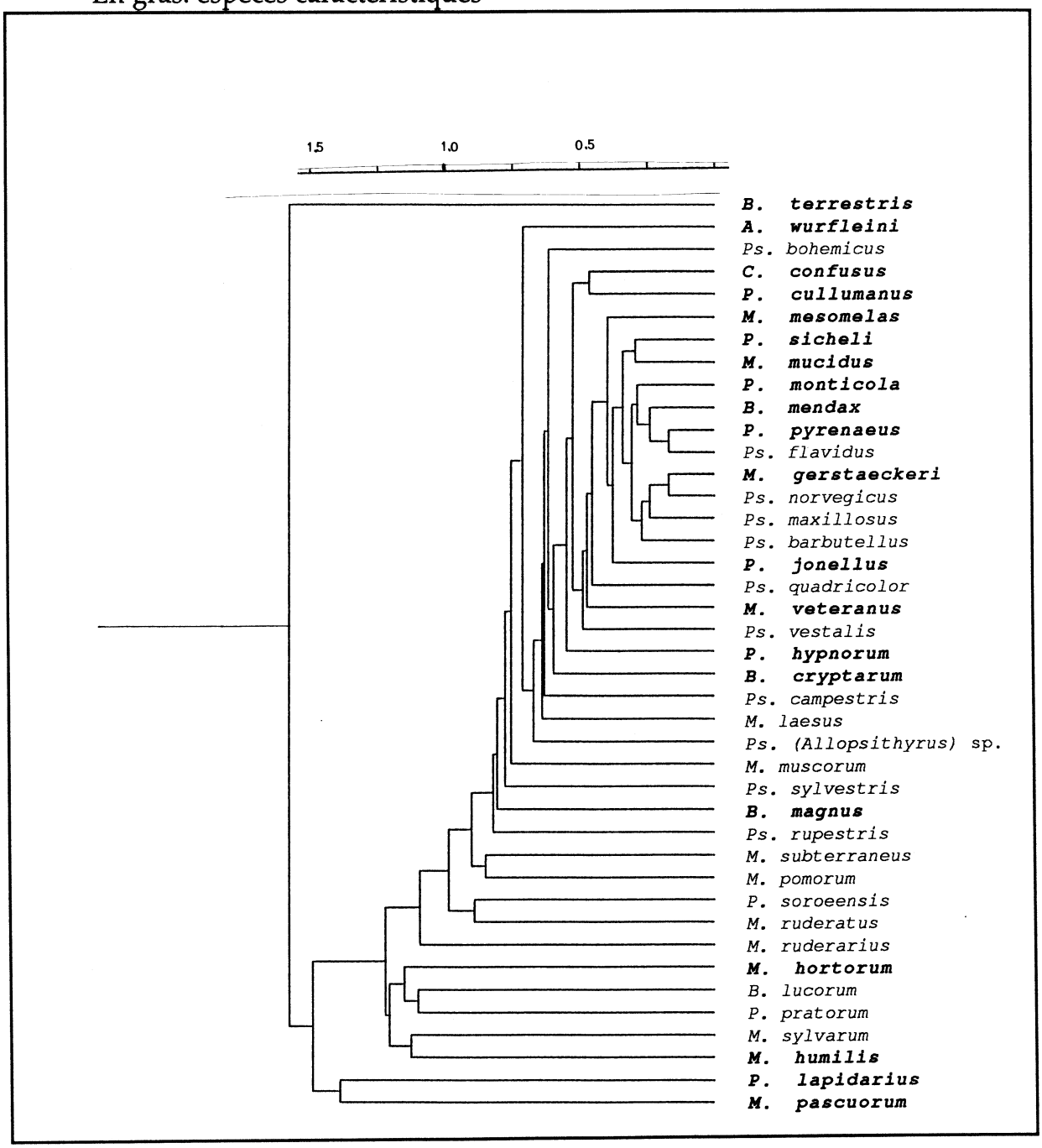


Figure 9
Dendrogramme basé sur la matrice de présence-absence, méthode de Ward ("*Ward's minimum variance cluster analysis*", SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques

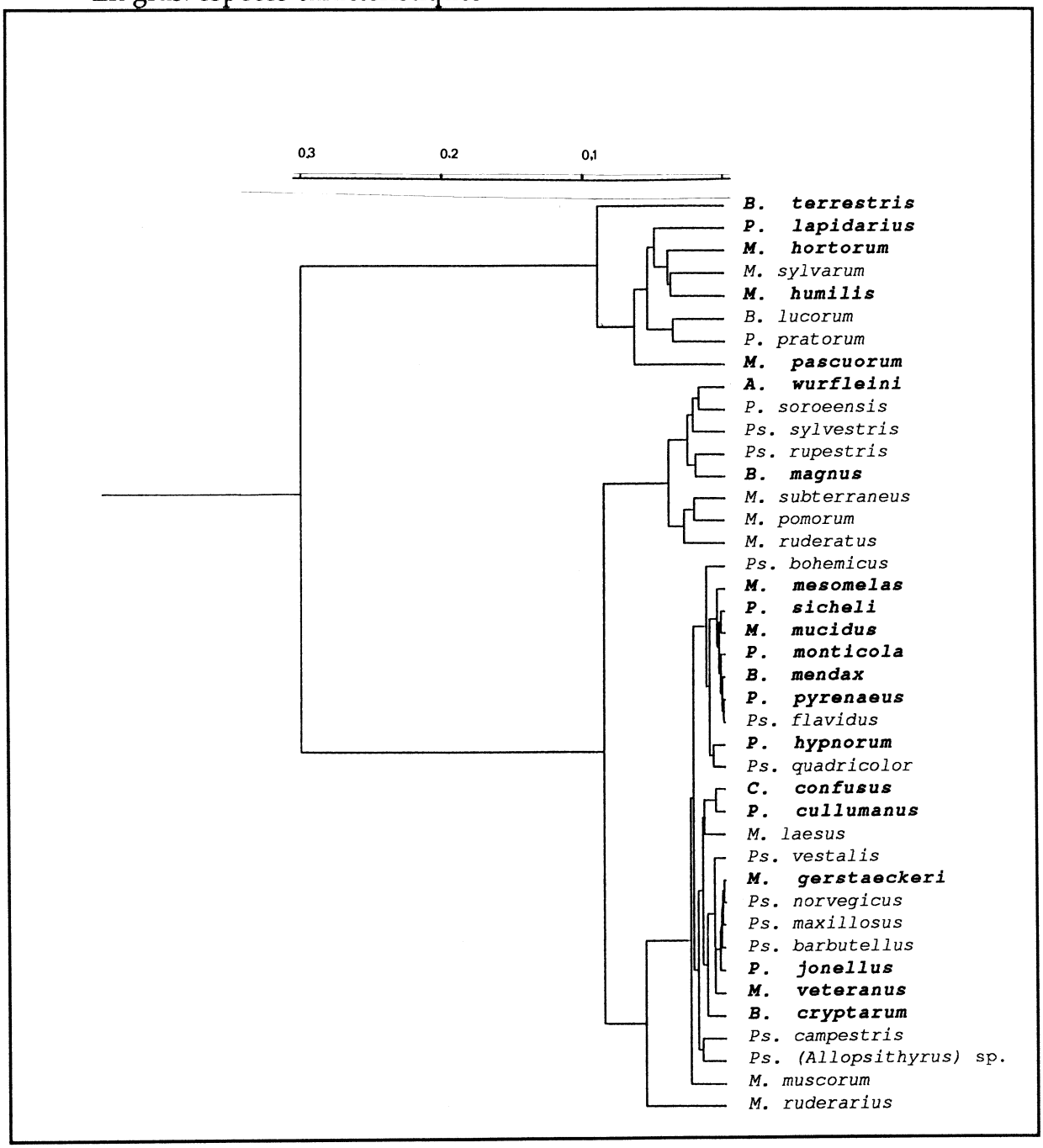


Figure 10
Dendrogramme basé sur la matrice de corrélation entre bourdons, méthode du lien moyen ("*average linkage cluster analysis*", SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques.

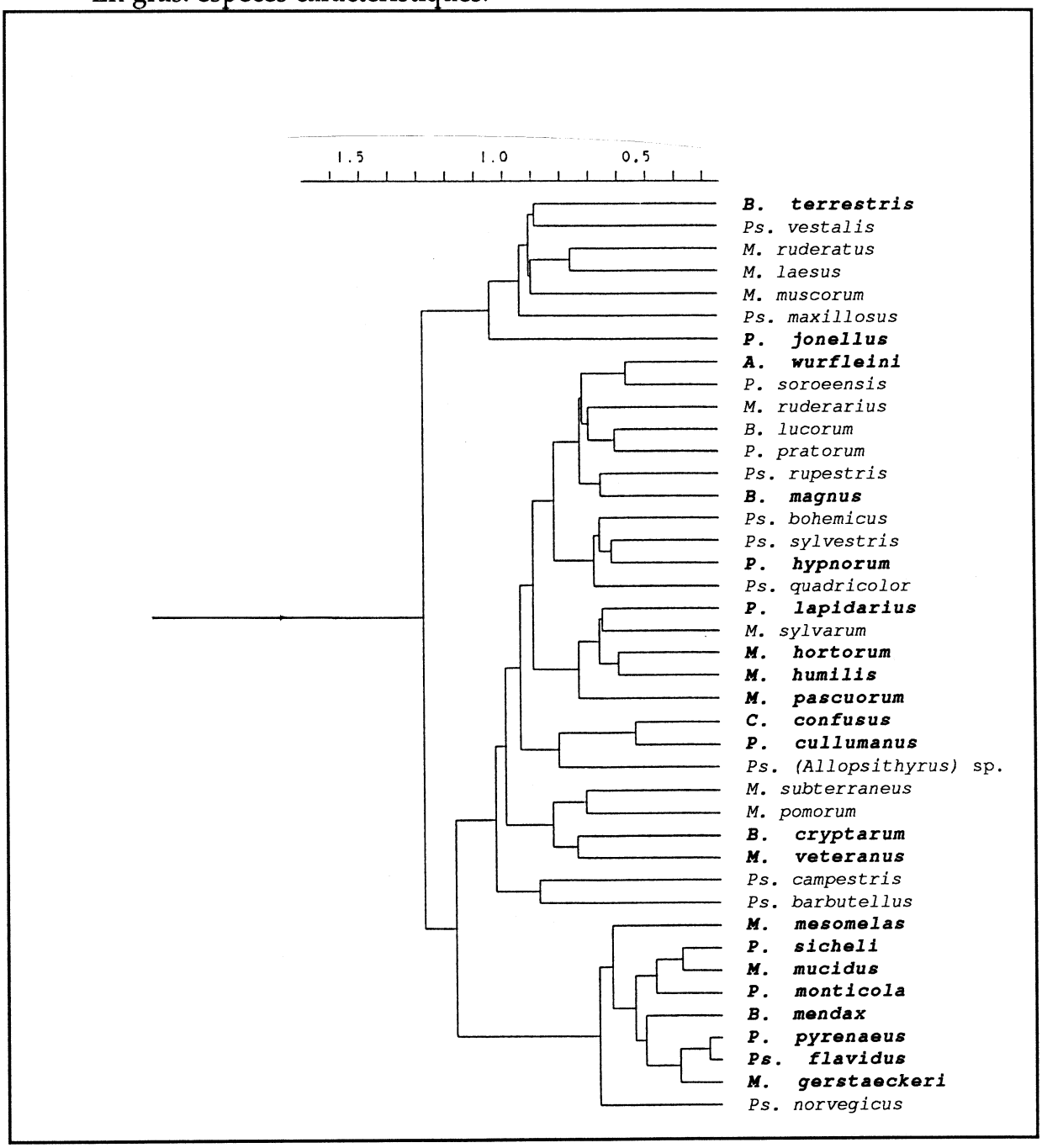


Figure 11
Dendrogramme basé sur la matrice de corrélation entre bourdons, méthode de Ward ("*Ward's minimum variance cluster analysis*"; SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques.

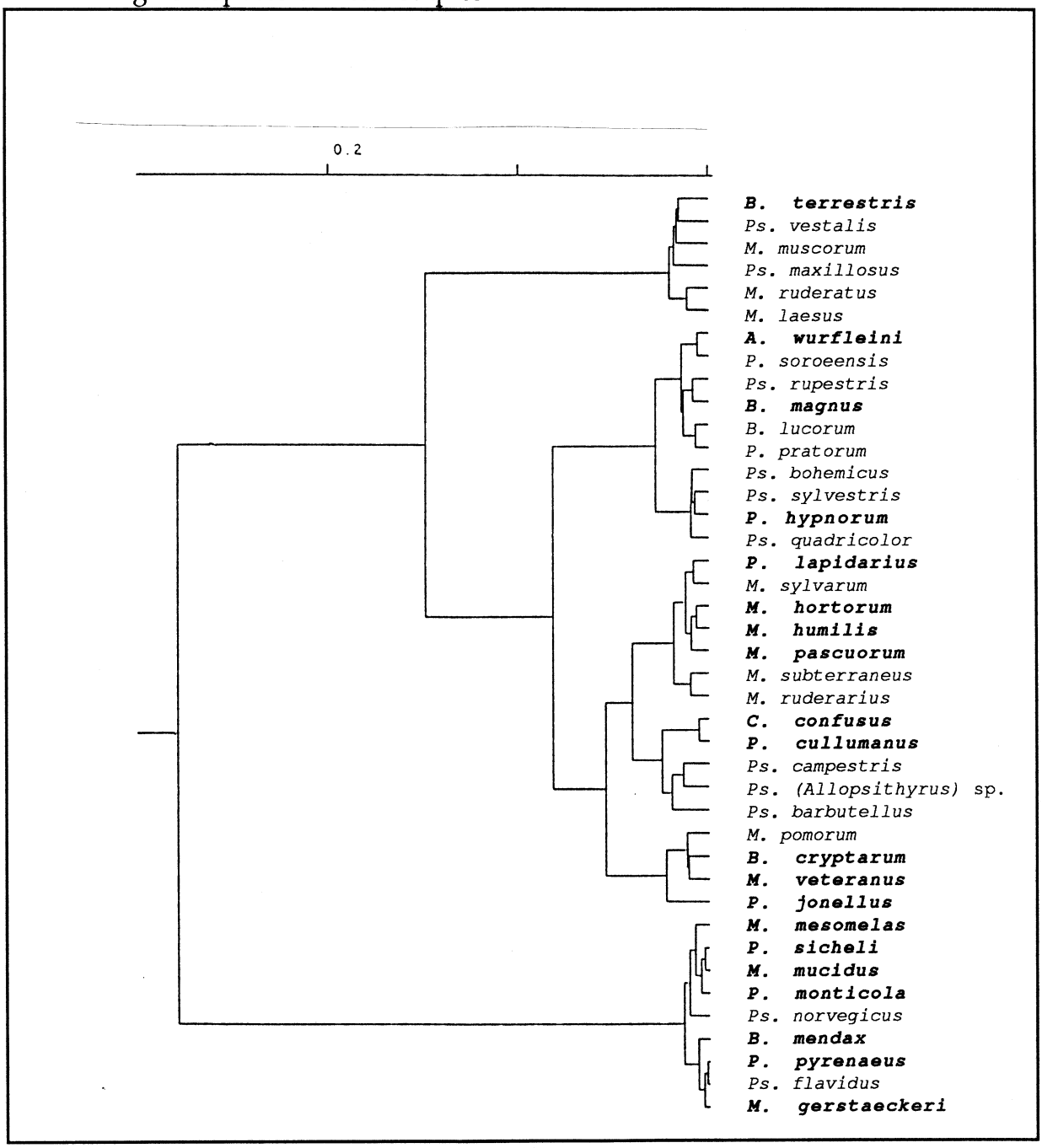


Figure 12
Dendrogramme basé sur la matrice de fidélité entre bourdons, méthode du lien moyen ("*Average linkage cluster analysis*"; SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques.

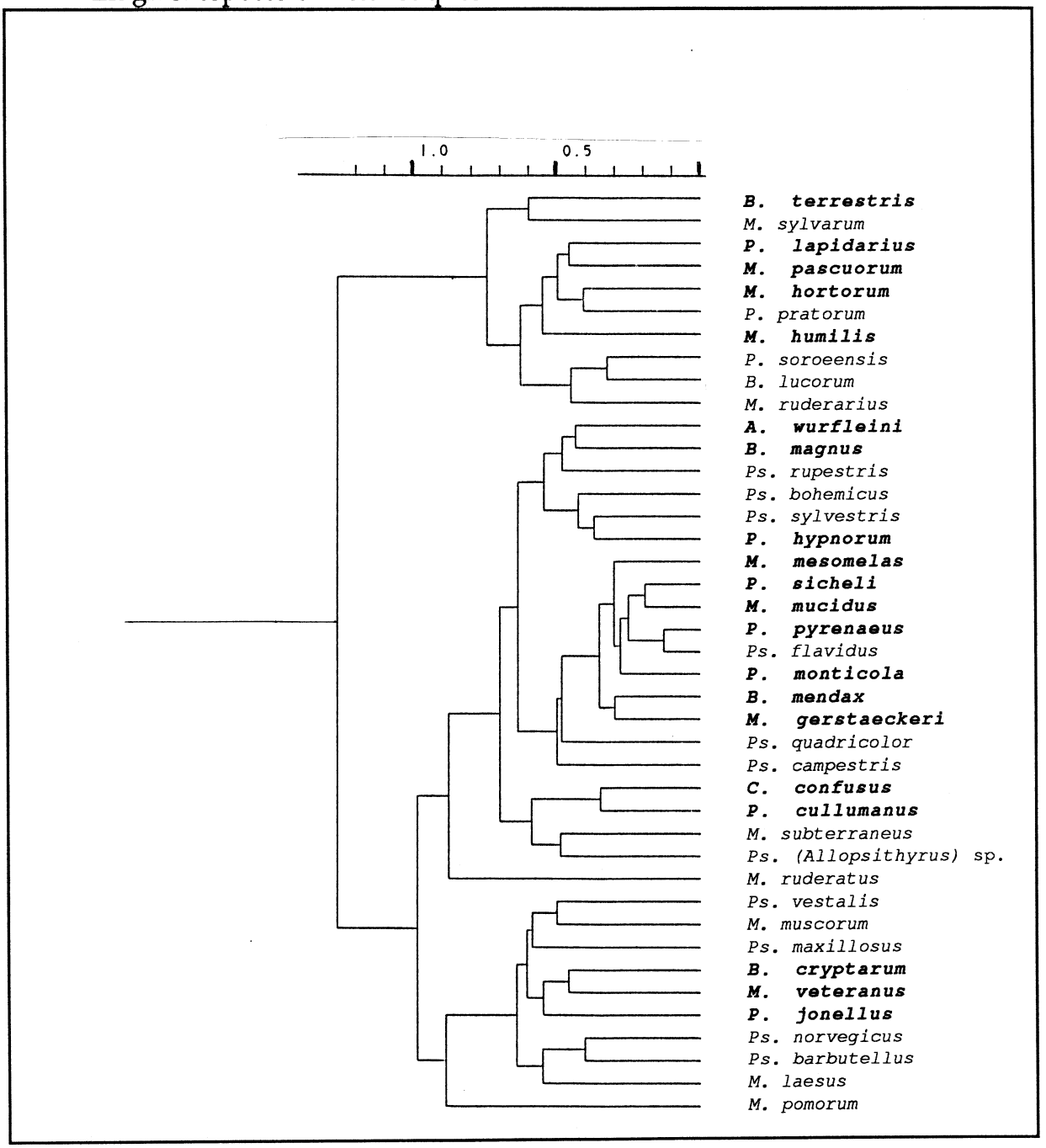
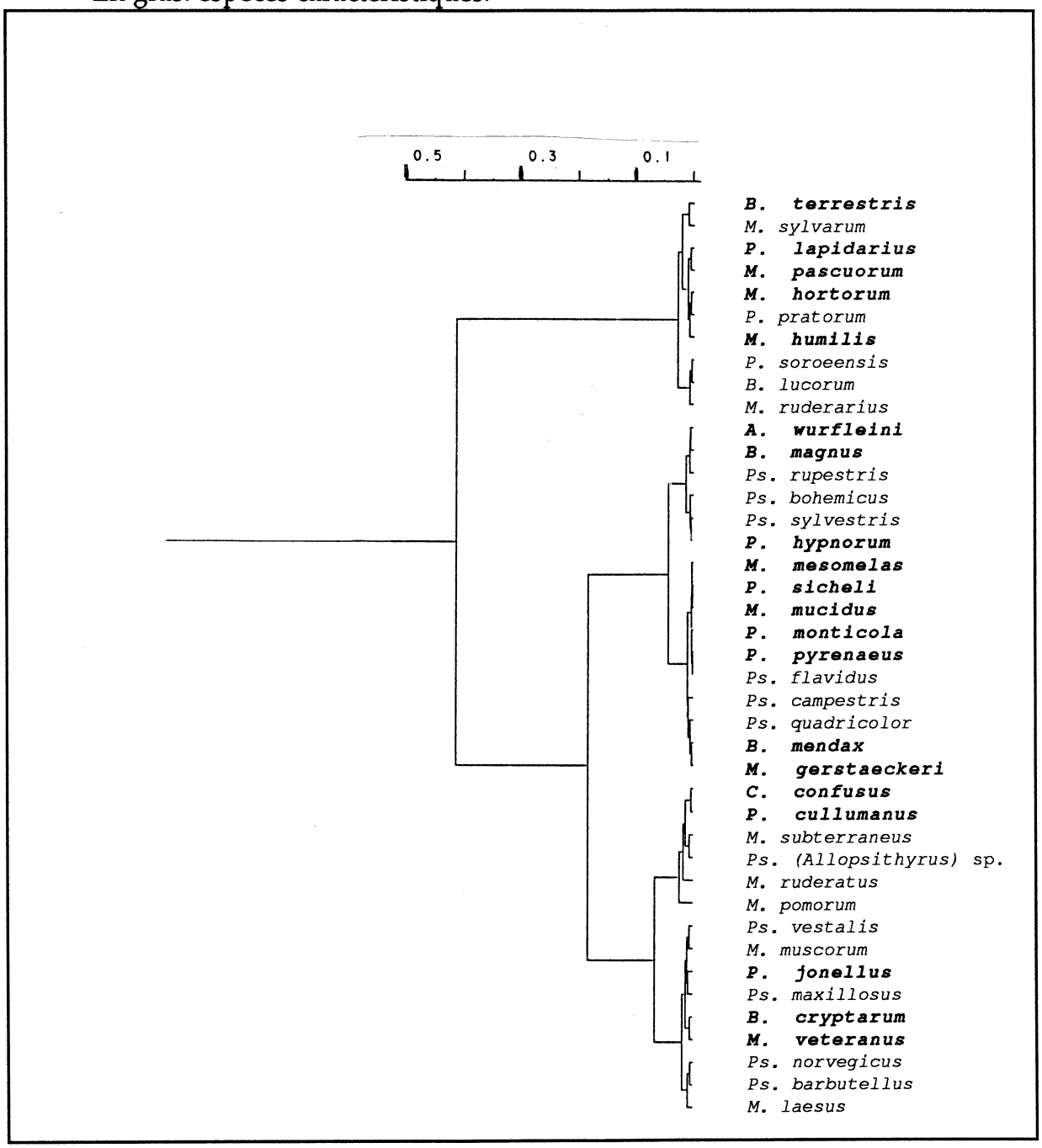


Figure 13
Dendrogramme basé sur la matrice de fidélité entre bourdons, méthode de Ward ("*Ward's minimum variance cluster analysis*"; SAS, 1985).

En gras: espèces caractéristiques.



Le premier dendrogramme présenté (fig. 8, matrice de présence-absence, distance euclidienne, méthode du lien moyen) est impossible à interpréter. Il présente un phénomène de "chaînage" qui rend impossible une subdivision en groupes. On n'en discutera pas plus loin.

Des 5 autres dendrogrammes (figs 9 à 13), nous pouvons inférer des associations d'espèces. Celles-ci sont présentées dans le tableau VI. On n'a pas tenu compte des *Psithyrus* dans l'élaboration des groupements car le mode de vie parasitaire des espèces de ce genre modifie fortement la probabilité de capture de celles-ci.

Certaines espèces restent associées dans tous les dendrogrammes. Celles-ci peuvent être considérées comme caractéristiques de ces taxocénoses. Par commodité, il est utile de donner un nom à chacune de ces associations: - groupe de *Confusibombus confusus*, - groupe du Massif Central, - groupe subalpin, - groupe montagnard, - groupe collinaire, - groupe de *Bombus terrestris*. Sur le terrain, on remarque une bonne cohésion des groupes co-occurents ainsi définis. Cela signifie que si une espèce caractéristique du groupe est observée dans une station, la présence des autres espèces caractéristiques y est très probable, même s'il s'agit d'espèces beaucoup plus rares. La présence dans cette station des autres espèces du groupe, non caractéristiques, est possible.

Bombus terrestris mérite qu'on lui consacre un groupe monobasique. Ce groupe est un peu particulier du fait qu'il est quasi ubiquiste. Il se trouve à beaucoup d'endroits où aucune autre espèce de bourdons n'a été observée. La phénologie hivernale exceptionnelle de *B. terrestris* (Rasmont, 1985) le laisse sans concurrence dans une grande partie de la plaine.

Il est à noter qu'une seule autre espèce planicole de gros Apoïdea partage la phénologie hivernale de *terrestris*, il s'agit d'*Anthophora calcarata* Lepeletier (Friese, 1898; coll. Delmas). C'est malheureusement une espèce rare dont la distribution est encore mal connue.

Les dendrogrammes issus de la matrice de corrélation mettent en évidence un groupe d'espèces de plaine (*B. terrestris, M. muscorum, M. ruderatus, M. laesus, Ps. maxillosus* et *Ps. vestalis*). Ce groupe de plaine est éclaté dans tous les autres dendrogrammes. Il est donc fort lâche. Le plus simple est de considérer ces espèces comme non caractéristiques du groupe de *terrestris*.

Les espèces qui changent de groupe suivant la méthode d'analyse sont figurées entre parenthèses dans le tableau VI. Certaines d'entre elles, non seulement, changent de groupe suivant la matrice étudiée (fidélités, corrélations ou présence-absence) mais encore, se placent différemment selon que le dendrogramme est élaboré par la méthode du lien moyen ou par la méthode de Ward. Examinons le cas de certaines d'entre elles en particulier.

Pyrobombus jonellus est en général anormalement mal représenté dans les collections. Delmas (1976) explique cette rareté relative par la phénologie bivoltine de cette espèce, exceptionnelle chez les bourdons. Rasmont (1986) souligne, quant à lui, que ses habitudes de vol la rendent très difficile à capturer.

Cette espèce est donc très probablement sous-représentée dans l'échantillon, ce qui fausse certainement l'analyse. Il ne faut pas exclure non plus, qu'en raison d'exigences particulières, cette espèce puisse former un groupe à elle seule.

Megabombus sylvarum et *Pyrobombus pratorum* sont très eurytopiques. Ces deux espèces sont fort abondantes dans le territoire de plusieurs des groupements définis.

Megabombus pomorum et *M. subterraneus.* Ces deux espèces se trouvent très souvent ensemble dans le Massif Central mais *pomorum* est absent des Pyrénées. Ces espèces sont représentées tantôt dans le groupe du Massif Central, tantôt dans le groupe de *Confusibombus confusus.* De fait, il s'agit d'espèces particulièrement abondantes dans les causses mais elles sont beaucoup plus eurytopiques que *confusus* et *cullumanus*, les deux espèces caractéristiques de ce groupe.

Les méthodes d'analyse employées ici ont leurs limites. Ces dernières sont très apparentes dans certains cas. On comprend mal, par exemple, comment *P. jonellus* est groupé avec les espèces de basse altitude dans le dendrogramme des corrélations (fig. 10, méthode du lien moyen). Grandjouan (1978) démontre que, dans le cas de taxons rares, l'analyse des fidélités donne des résultats plus probants que celle des corrélations. Pourtant, l'examen comparatif des cartes spécifiques montre que les dendrogrammes des fidélités peuvent présenter un groupement aussi absurde que celui de *M. laesus* avec *Ps. norvegicus* et *Ps. barbutellus*. Les deux méthodes groupent aussi ensemble *M. muscorum* et *Ps. vestalis* qui n'ont pourtant que deux carrés en commun. Dans ce cas, la fiabilité de l'analyse des fidélités ne semble donc pas meilleure que celle des corrélations.

On peut se demander si la suppression d'une étape intermédiaire (la matrice de corrélation ou la matrice de fidélité) n'améliore pas la représentation. Les figures 8 et 9 montrent que ce n'est pas le cas. La figure 8 (distance euclidienne, méthode du lien moyen) n'est même pas interprétable. Dans la figure 9 (distance euclidienne, méthode de Ward) la représentation est bien meilleure et pourtant, une espèce comme *gerstaeckeri* y est figurée dans le groupe du Massif Central, ce qui est absurde puisque l'espèce n'a jamais été observée dans ces montagnes. Il s'agit sans aucun doute d'un artefact.

Tableau VI
Les groupements d'espèces déduits de la comparaison des dendrogrammes

En gras: espèces caractéristiques.

Entre parenthèses: espèces placées dans des groupes différents suivant la matrice analysée (présence-absence, fidélité ou corrélation) ou suivant la méthode de construction des dendrogrammes (méthode du lien moyen ou méthode de Ward).

*: espèces parasitaires du genre *Psithyrus* dont on n'a pas tenu compte pour la constitution des groupes.

Groupe de *Confusibombus confusus*

Confusibombus confusus, Pyrobombus cullumanus, *(Megabombus subterraneus), (Megabombus laesus), (*Psithyrus (Allopsithyrus)* sp.).

Groupe du Massif Central

Bombus cryptarum, Megabombus veteranus, Pyrobombus jonellus, *(Megabombus subterraneus), (Megabombus pomorum), (Megabombus muscorum), (Megabombus laesus), (*Psithyrus vestalis) (*Psithyrus norvegicus), (*Psithyrus maxillosus), (*Psithyrus barbutellus).*

Groupe subalpin

Bombias mendax, Pyrobombus pyrenaeus, Pyrobombus monticola, Pyrobombus sicheli, Megabombus gerstaeckeri, Megabombus mesomelas, Megabombus mucidus, *Psithyrus flavidus, *(*Psithyrus campestris), (*Psithyrus quadricolor), (*Psithyrus norvegicus), (*Psithyrus bohemicus), (Pyrobombus hypnorum).*

Groupe montagnard

Bombus magnus, Alpigenobombus wurfleini, Pyrobombus hypnorum, *(Bombus lucorum), (Pyrobombus pratorum), (Pyrobombus soroeensis), ((Megabombus ruderarius)), (*Psithyrus rupestris), (*Psithyrus bohemicus), (*Psithyrus sylvestris), (*Psithyrus quadricolor).*

Groupe collinaire

Pyrobombus lapidarius, Megabombus hortorum, Megabombus humilis, Megabombus pascuorum, *(Bombus lucorum), (Pyrobombus pratorum), ((Megabombus subterraneus)), (Megabombus sylvarum), ((Megabombus ruderarius)).*

Groupe de *Bombus terrestris*

Bombus terrestris, *(Megabombus ruderatus), (Megabombus sylvarum), (Megabombus muscorum), (Megabombus laesus), (*Psithyrus vestalis), (*Psithyrus maxillosus).*

5.2. Recherche des facteurs de peuplement

L'analyse en composantes principales permet de distinguer les grands axes de variabilité des distributions. Seules les quatre premières composantes peuvent être expliquées. Celles-ci, à elles seules, expliquent 42 % de la variance (1ère composante: 22 %; 2ème: 10 %; 3ème: 6 %; 4ème: 4 %).

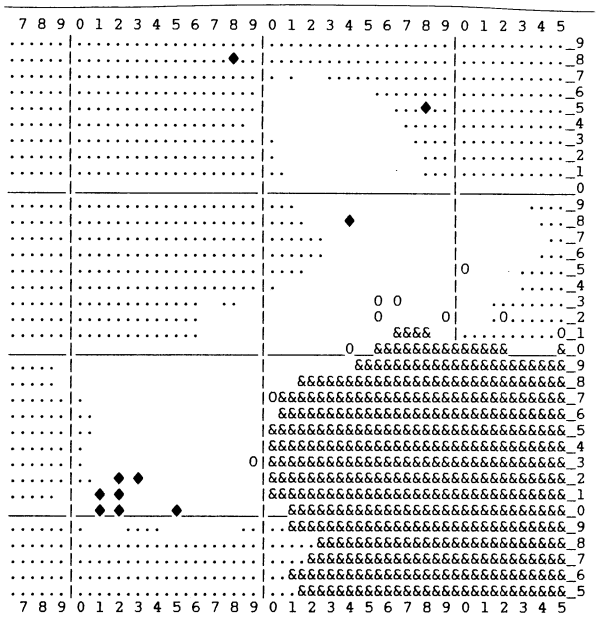
Le premier facteur de variabilité (**composante 1**) est fort corrélé à l'altitude moyenne des observations (tableaux VII et VIII). Les espèces dont la composante 1 est la plus faible sont planicoles alors que celles dont cette composante 1 est la plus élevée sont subalpines. La corrélation entre cette composante et l'altitude moyenne de capture est de 0,78***. La figure 14 montre effectivement que ce sont les carrés qui correspondent au massifs du Puig Carlit (DH21 et environs), du Canigou (DH50), du Mont Aigoual (EJ48) du Puy Mary (DK88) et à la Forêt de Mazan (EK85) qui atteignent les plus grandes valeurs estimées (Annexe XV) pour la composante 1. A l'opposé, ce sont bien les carrés côtiers qui ont les valeurs les plus faibles.

Dans ce type de territoires où sont inclus, à la fois, des biotopes méditerranéens en basse altitude et des biotopes montagnards, subalpins et alpins, il était prévisible que la zonation en altitude soit un des facteurs principaux de distribution.

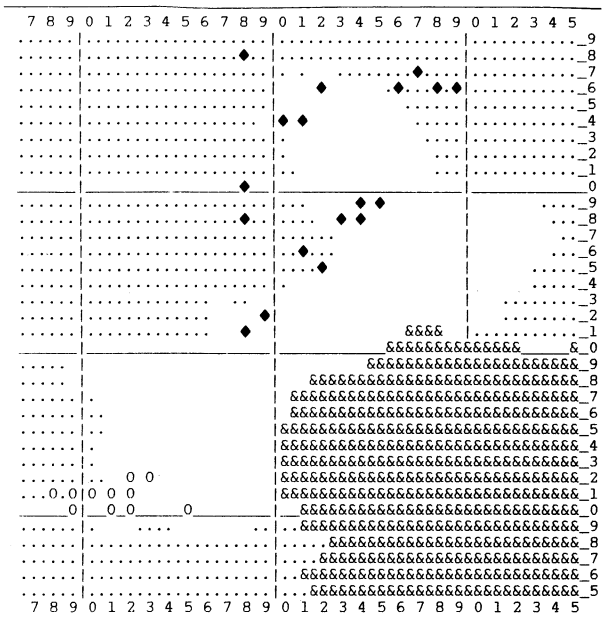
Figure 14
Cartographie des carrés qui atteignent les valeurs estimées des composantes les plus élevées pour les composantes 1, 2, 3 et 4 de l'analyse en composantes principales.

Losanges = valeurs les plus élevées
Symboles ouverts = valeurs les plus faibles

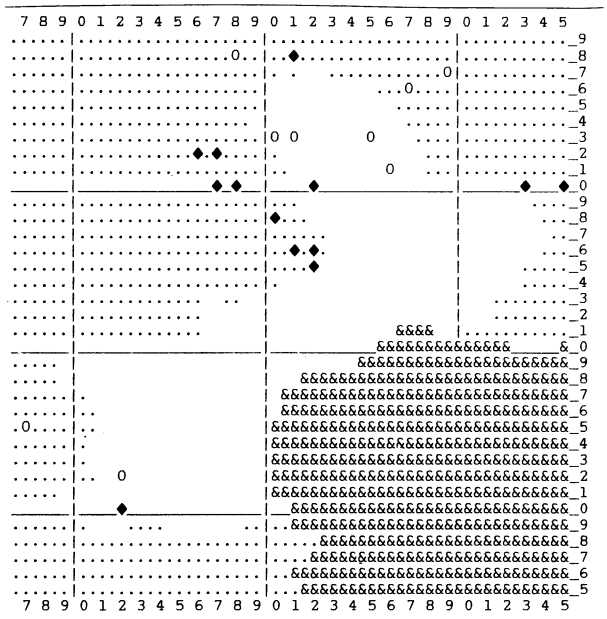
a. Axe 1



b. Axe 2



c. Axe 3



d. Axe 4

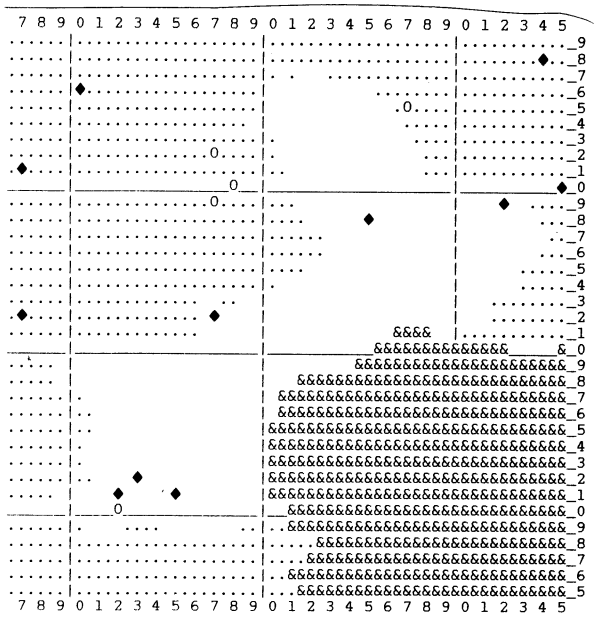


Tableau VII
Paramètres fauniques déduits de l'analyse de la faune des bourdons du Languedoc-Roussillon et de leurs préférences alimentaires en France, en Belgique et dans les régions limitrophes

S = nombre de spécimens observés en Languedoc-Roussillon,
D = nombre de données en Languedoc-Roussillon,
C = nombre de carrés en Languedoc-Roussillon,
S/C = nombre moyen de spécimens par carré,
ALT = altitude moyenne de récolte en Languedoc-Roussillon,
FPL = nombre de familles de plantes butinées en France, en Belgique et dans les régions limitrophes.
SPL = nombre de taxons botaniques (en général espèces) butinés en France, en Belgique et dans les régions limitrophes.

	S	D	C	S/C	ALT	FPL	SPL
Psithyrus rupestris	311	130	56	5,55	1085	11	25
Psithyrus vestalis	19	12	10	1,90	219	12	24
Psithyrus bohemicus	300	118	36	8,33	1400	14	33
Psithyrus campestris	105	48	34	3,09	836	9	28
Allopsithyrus sp,	105	54	36	2,92	480	7	24
Psithyrus quadricolor	107	48	20	5,35	1411	7	14
Psithyrus flavidus	110	45	11	10,00	2000	0	0
Psithyrus sylvestris	377	136	53	7,11	1194	13	33
Psithyrus norvegicus	10	8	5	2,00	1169	3	3
Confusibombus confusus	184	77	26	7,08	780	6	16
Bombias mendax	94	42	13	7,23	2307	8	25
Bombus terrestris	1894	787	196	9,66	381	49	312
Bombus lucorum	1048	379	109	9,61	1027	36	156
Bombus cryptarum	89	42	20	4,45	1363	16	35
Bombus magnus	311	117	49	6,35	1313	12	30
Alpigenobombus wurfleini	615	178	48	12,81	1507	13	48
Pyrobombus hypnorum	56	47	26	2,15	1370	34	109
Pyrobombus pratorum	741	385	140	5,29	1015	52	248
Pyrobombus jonellus	28	9	6	4,67	1364	8	16
Pyrobombus pyrenaeus	248	93	16	15,50	2015	18	26
Pyrobombus monticola	111	52	15	7,40	2131	13	30
Pyrobombus lapidarius	2025	541	173	11,71	752	35	203
Pyrobombus sicheli	419	152	21	19,95	1942	11	27
Pyrobombus cullumanus	53	31	14	3,79	805	4	8
Pyrobombus soroeensis	1063	350	83	12,81	1281	17	68
Megabombus ruderatus	658	229	87	7,56	249	14	38
Megabombus hortorum	788	406	144	5,47	896	35	168
Megabombus gerstaeckeri	110	40	7	15,71	1900	1	3
Megabombus subterraneus	374	159	56	6,68	1100	10	29
Megabombus pomorum	604	138	58	10,41	963	5	14
Megabombus mesomelas	370	145	22	16,82	1991	9	37
Megabombus sylvarum	832	348	134	6,21	774	12	69
Megabombus veteranus	47	22	11	4,27	1019	8	23
Megabombus ruderarius	1547	667	95	16,28	1219	21	114
Megabombus muscorum	116	49	29	4,00	77	11	27
Megabombus humilis	841	353	128	6,57	829	14	78
Megabombus pascuorum	1980	712	220	9,00	634	46	333
Megabombus mucidus	168	80	15	11,20	2152	9	27
Megabombus laesus	133	61	21	6,33	820	2	2

Tableau VIII
Corrélation entre les
composantes principales et d'autres paramètres

S = nombre de spécimens par espèce,
D = nombre de données par espèce,
C = nombre de carrés par espèce,
S/C = nombre moyen de spécimens par carré,
ALT = altitude moyenne de récolte des espèces,
FPL = nombre de familles de plantes butinées par espèce,
SPL = nombre de taxons botaniques (en général espèces) butinés par espèce,
AXE1 = 1ère composante principale,
AXE2 = 2ème composante principale,
AXE3 = 3ème composante principale,
AXE4 = 4ème composante principale.

Les corrélations supérieures à 50 % sont indiquées en gras.

Matrice de corrélation (corrélations en %)

	S	D	C	S/C	ALT	FPL	SPL	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4
S	**100**	**97**	**91**	37	-31	**72**	**84**	-12	40	-4	**50**
D		**100**	**93**	32	-31	**77**	**88**	-11	39	-2	**55**
C			**100**	10	-45	**80**	**89**	-20	**50**	5	**64**
S/C				**100**	**50**	4	9	45	-29	-23	-5
ALT					**100**	-26	-32	**78**	**-58**	**-51**	-32
FPL						**100**	**95**	-11	30	-23	**66**
SPL							**100**	-16	31	-10	**67**
AXE1								**100**	-46	-40	-10
AXE2									**100**	-4	0
AXE3										**100**	-3
AXE4											**100**

La **composante 2** sépare les espèces pyrénéennes (valeurs les plus négatives) des espèces du Massif Central (valeurs les plus élevées). Les valeurs intermédiaires sont représentées par les espèces de plaine et par les espèces les plus ubiquistes. Il s'agit donc d'une composante géohistorique qui reflète pour l'essentiel la séparation et l'isolement des populations des différents massifs montagneux et donc, en partie, l'histoire de leur peuplement.

La **composante 3** est liée à l'écologie des espèces. Elle nous semble digne d'un intérêt tout particulier car elle nous permet pour la première fois d'introduire une mesure des "types écologiques" utilisés par les auteurs germaniques.

Les espèces subalpines sont groupées aux environs d'une valeur nulle de la composante 3. Pour ces espèces, le facteur principal de distribution est très nettement l'altitude. La composante 3 ne semble pas apporter d'information importante à leur sujet.

Tableau IX
Types écologiques chez les bourdons d'Europe (d'après Reinig, 1972: 5)

Distribution écologique des Bourdons d'Europe centrale et méridionale, d'après Pittioni & Schmidt (1942): +; Moczar (1953): ++ et Dylewska (1957): +++. Les espèces typiques désignées par Pittioni sont soulignées. D'après Reinig (1972). La classification utilisée par ces auteurs sera discutée au chapitre 6.3.

Name	stenök-orophil	hylophil		hypereuryök-intermediär	eremophil	
		stenök	euryök		euryök	stenök
elegans	+, +++	++	—	—	—	—
pyrenaeus	+++	++	—	—	—	—
pratorum	—	+, +++	++	—	—	—
hypnorum	—	+, ++, +++	—	—	—	—
soroeensis	—	+, ++, +++	—	—	—	—
lefebvrei	—	+, ++, +++	—	—	—	—
jonellus	—	++, +++	—	—	—	—
gerstäckeri	—	++	—	—	—	—
haematurus	—	++	—	—	—	—
schrencki	—	+++	—	—	—	—
sicheli	—	+++	—	—	—	—
pascuorum	—	—	+, ++, +++	—	—	—
hortorum	—	—	+, ++, +++	—	—	—
distinguendus	—	—	+, ++, +++	—	—	—
ruderarius	—	++	+, +++	—	—	—
humilis	—	—	+, +++	—	++	—
lucorum	—	—	+, ++	—	+++	—
lapidarius	—	—	—	+, ++, +++	—	—
pomorum	—	—	—	+, ++, +++	—	—
silvarum	—	—	—	+, ++, +++	—	—
terrestris	—	—	—	+++	+, ++	—
muscorum	—	—	—	—	+, ++, +++	—
ruderatus	—	—	—	—	+, ++, +++	—
argillaceus	—	—	—	—	++	—
subterraneus	—	—	++	—	+, +++	—
confusus	—	—	++	—	+, +++	—
serrisquama	—	—	—	—	++	—
laesus	—	—	—	—	—	+, ++, +++
fragrans	—	—	—	—	—	++, +++
zonatus	—	—	—	—	—	++
equestris	—	++	—	—	—	+++

C'est Reinig (1972) qui a présenté la synthèse la plus récente sur les "types écologiques" chez les bourdons du sud de l'Europe. Le tableau IX montre les "types écologiques" proposés avant lui par Pittioni & Schmidt (1942), Moczar (1953) et Dylewska (1957). Sur la base d'une étude des fidélités ("*Syntopie-Spektren*") entre espèces, Reinig (1972) préconise une simplification du système de ces auteurs. Il propose, en dehors des espèces subalpines, trois groupes d'espèces: espèces de forêts "hylophiles au sens large" ("*Wald-Arten*"), espèces de lisières ("*Waldrand-Arten*"), espèces de terrains ouverts "hylophobes au sens large" ("*Arten des offenen Geländes*") (tableau X).

Tableau X.
Classification des types écologiques d'après Reinig (1972)

* = espèces absentes du Languedoc-Roussillon.

Espèces hylophiles ("*Wald-Arten*")

Pyrobombus hypnorum,
Alpigenobombus wurfleini (= *lefebvrei*),
Pyrobombus pratorum,
Megabombus pascuorum

Espèces de lisières ("*Waldrand-Arten*")

Megabombus hortorum,
Bombus lucorum,
Pyrobombus lapidarius,
Bombus terrestris,
Pyrobombus soroeensis,
Megabombus ruderarius,
Megabombus pomorum,
Megabombus ruderatus,
Megabombus humilis,
Megabombus sylvarum

Espèces hylophobes, de terrains ouverts ("*Arten des offenen Geländes*")

Confusibombus confusus,
Megabombus veteranus (=*equestris*),
Megabombus subterraneus,
*Megabombus distinguendus**,
Megabombus muscorum,
*Megabombus argillaceus**,
Megabombus laesus,
Pyrobombus vorticosus (Gerstaecker)*,
Megabombus zonatus (Smith)*.

Il est d'abord nécessaire d'estimer la validité d'un parallèle entre la composante 3 et la classification des types écologiques. On observe une corrélation de rang (r de Spearman; Siegel, 1956: 284; Legendre, 1984a: 155, 1984b: 39) de 0,71** entre le classement du tableau X (Reinig, 1972) et celui de la composante 3. Cette corrélation passe à 0,76** si l'on compare cette composante au tableau IX établi d'après Pittioni & Schmidt (1942), Moczar (1953) et Dylewska (1957). L'existence d'une relation entre cette composante et la classification écologique est donc bien possible.

Le recours aux valeurs estimées des composantes (Annexe XIVb) permet de préciser l'existence de cette relation. Les valeurs les plus élevées de la composante 3 sont atteintes pour les carrés CJ72, DK62, DK70, EJ08, EJ26, EK18, EK20, FK30, FK50 et surtout DH20, DK72, DK80, EJ16 et EJ25. Grâce aux *Cartes de végétation de la France,* on constate que les lieux de récolte dans ces carrés se situent bien en milieu ouvert: plaines cultivées, prés de fauche, pelouses et landes des séries du Chêne pubescent, du Pin sylvestre ou du Hêtre.

Les valeurs les plus faibles de la composante 3 sont atteintes pour les carrés CH75, DH22, DK88, EK03, EK61, EK76, EK97 et surtout EK13 et EK53. Les cartes de végétation montrent que les stations de récolte dans ces carrés sont concentrés dans (ou à proximité immédiate) des forêts de Sapin, Hêtre, Pin sylvestre, Chêne pédonculé ou encore dans des zones reboisées de Mélèze, Epicéa ou Pin à crochets (région du Mont Lozère, par exemple).

L'utilisation de la composante 3 comme estimateur des préférences écologiques des espèces est donc valide.

On remarque que toutes les espèces citées comme "érémophiles" par les auteurs qui ont précédé Reinig sont groupées (sauf *veteranus* = *equestris*) dans des valeurs positives de la 3ème composante comprises entre 7 et 58. Les espèces citées comme "hylophiles sténotopiques" se retrouvent dans les valeurs négatives de la composante 3 comprises entre -13 et -40 (Annexe XIV). Les "hylophiles eurytopiques" et les "*hypereuryök-intermediär*" sont comprises dans les valeurs intermédiaires de la composante 3, à l'exception de *pomorum* et de *lucorum*. Les "*Wald-Arten*" de Reinig sont les espèces qui montrent les valeurs les plus basses de la composante 3; les "*Waldrand-Arten*", les valeurs intermédiaires; les "*Arten des offenen Geländes*", les valeurs les plus élevées. On peut considérer cette 3ème composante comme une échelle de ces "types écologiques".

Il n'y a pas de solution de continuité dans les valeurs de la composante 3. Les "types écologiques" n'y correspondent de ce fait qu'à des classes de valeurs d'une échelle. On peut en choisir les limites de façon arbitraire. Il est cependant utile de faire coïncider dans la mesure du possible ces limites de classes avec les observations des auteurs précédents afin de stabiliser le vocabulaire. Nous proposons pour cela 3 groupes dont un est subdivisé en deux sous-groupes (tableau XI).

Le recours aux notes de récoltes et à l'expérience de terrain permet de préciser les limites de ces classes. *B. terrestris* est placé dans les espèces de lisières

parce qu'il arrive qu'on trouve cette espèce jusqu'en pleine forêt, malgré sa préférence marquée pour les milieux semi-ouverts. Cela n'est jamais le cas pour *M. muscorum*. Voilà qui permet d'établir une limite de classe entre ces deux taxons. Nos notes de récoltes montrent que *Ps. rupestris, M. pomorum* et *M. humilis* sont des espèces de terrains secs qu'on ne trouve guère au coeur des forêts humides; *M. pascuorum* ne l'est pas. Une limite peut donc être tracée entre ces espèces. *P. hypnorum* et *P. sylvestris* ne sortent pas beaucoup des forêts alors que *B. magnus* et *M. ruderarius* se trouvent souvent au-delà des lisières en terrains découverts. Cela nous permet encore d'établir une nouvelle limite de classe entre ces deux groupes.

Tableau XI
Classes écologiques déduites de l'analyse en composantes principales.

Classe écologique forestière (végétation haute)

Correspond à peu près aux "*Wald-Arten*" de Reinig (1972) et au "*stenök-hylophile Verbreitungstyp*" de Pittioni & Schmidt (1942).

Composante 3	Espèces
-40	*Alpigenobombus wurfleini* *
-36	*Pyrobombus soroeensis*
-32	*Pyrobombus jonellus*
-32	*Bombus lucorum*
-26	*Bombus cryptarum*
-26	*Psithyrus bohemicus*
-17	*Pyrobombus pratorum*
-17	*Pyrobombus hypnorum*
-13	*Psithyrus sylvestris*

Classe écologique de lisières

Correspond aux "*Waldrand-Arten*" de Reinig (1972). Elle peut être subdivisée en deux sous-classes.

Sous-classe de lisières "forestières"

Espèces de lisières qui s'aventurent loin dans les forêts. Correspond au "*euryök-hylophil Verbreitungstyp*" de Pittioni & Schmidt (1942).

Composante 3	Espèces
-10	*Bombus magnus*
-7	*Psithyrus quadricolor*
-4	*Megabombus ruderarius*
-2	*Megabombus veteranus* *
2	*Megabombus hortorum*
5	*Megabombus pascuorum*
7	*Psithyrus maxillosus*

Sous-classe de lisières "ouvertes"

Espèces de lisières qui s'aventurent loin dans les terrains ouverts. Correspond au "*hypereuryök-intermediäre Verbreitungstyp*" de Pittioni & Schmidt (1942).

Composante 3	Espèces
10	*Psithyrus rupestris* *
11	*Megabombus humilis* *
11	*Megabombus pomorum* *
12	*Pyrobombus lapidarius*
14	*Psithyrus campestris*
17	*Psithyrus norvegicus*
17	*Psithyrus vestalis* *
21	*Psithyrus barbutellus* *
25	*Megabombus sylvarum* *
27	*Bombus terrestris*

Classe écologique de terrains ouverts (végétation basse)

Correspond aux "*Arten des offenen Geländes*" de Reinig (1972) et aux "*euryök-*" et "*stenök-eremophil Verbreitungstypen*" de Pittioni & Schmidt (1942).

Composante 3	Espèces
29	*Megabombus muscorum* *
36	*Megabombus subterraneus* *
39	*Megabombus laesus*
43	*Confusibombus confusus* *
45	*Pyrobombus cullumanus* *
58	*Megabombus ruderatus* *

* Pour les besoins ultérieurs de la discussion (chapitre 7.2.), on a marqué ici les espèces en régression en Belgique.

La classe écologique de certaines espèces est visiblemant mal évaluée par la 3ème composante. C'est le cas pour les espèces du sous-genre *Allopsithyrus* qui sont très difficiles à identifier et qui n'ont été qu'incomplètement étudiées ici.

La **composante 4** semble liée à l'abondance et surtout à l'étendue de la distribution des espèces (tableau VIII). Il présente un coefficient de corrélation de 0,64 avec le nombre de carrés occupés par l'espèce. Le nombre de carrés ne mesure pas directement l'abondance d'une espèce. Certaines, largement distribuées, sont toujours en faible nombre; d'autres, sont localement très abondantes (*Megabombus gerstaeckeri* par exemple). Néanmoins, le nombre de carrés occupés constitue un des estimateurs importants de la prospérité d'une espèce. Il est très intéressant de noter que la composante 4 a la corrélation la plus forte avec le nombre de familles de plantes butinées par chaque espèce (r = 0,66) et avec le nombre de taxons végétaux butinés (r = 0,67). Ces variables sont d'ailleurs corrélées avec le nombre de carrés plus qu'avec aucun autre paramètre. Cela pourrait signifier que plus une espèce est polylectique, plus elle est répandue. Cela pourrait tout aussi bien signifier que plus une espèce est répandue, plus la probabilité de l'observer sur de nombreuses fleurs est élevée. Il est à noter que la corrélation est meilleure avec le nombre de carrés (lié à l'étendue de la distribution des espèces) qu'avec le nombre de spécimens (plutôt lié à l'effort de récolte de l'espèce). L'exemple de quatre espèces du même groupe collinaire est édifiant: *hortorum* (788 spécimens) butine 36 familles de plantes et

occupe 144 carrés, *humilis* (841 spécimens) 14 familles et 128 carrés, *pascuorum* (1980 spécimens) 41 familles et 220 carrés, *lapidarius* (2025 spécimens) 33 familles et 172 carrés. Comparons des couples d'espèces dont le nombre de spécimens est proche: chez *humilis* et *hortorum*, pour un nombre de spécimens comparable, la seconde espèce butine plus de plantes et se trouve dans plus de carrés; même chose chez *lapidarius* et *pascuorum*. Cette comparaison peut être répétée pour presque toutes les espèces.

Trois espèces s'éloignent fort de la droite de régression, aussi bien dans la figure 15 que dans la figure 16. *Pyrobombus hypnorum* fréquente significativement moins de carrés que ne le laisserait espérer le grand nombre de plantes (familles ou espèces) qu'il butine. Au contraire, *Megabombus sylvarum* et *M. humilis* occupent significativement(***) moins de carrés que ne le laisserait espérer le nombre de plantes que ces espèces butinent. Ces observations pourraient être interprétées comme suit: *P. hypnorum* serait plus sténotopique, et donc moins répandu, que la moyenne; *M. sylvarum* et *M. humilis* seraient plus oligolectiques que la moyenne des bourdons.

Figure 15
Diagramme de régression entre le nombre de familles botaniques butinées ("FAM-PL", en abcisse) et le nombre de carrés où l'espèce est observée ("CARR", en ordonnée).

S = *Megabombus sylvarum*, H = *Megabombus humilis*, Y = *Pyrobombus hypnorum*

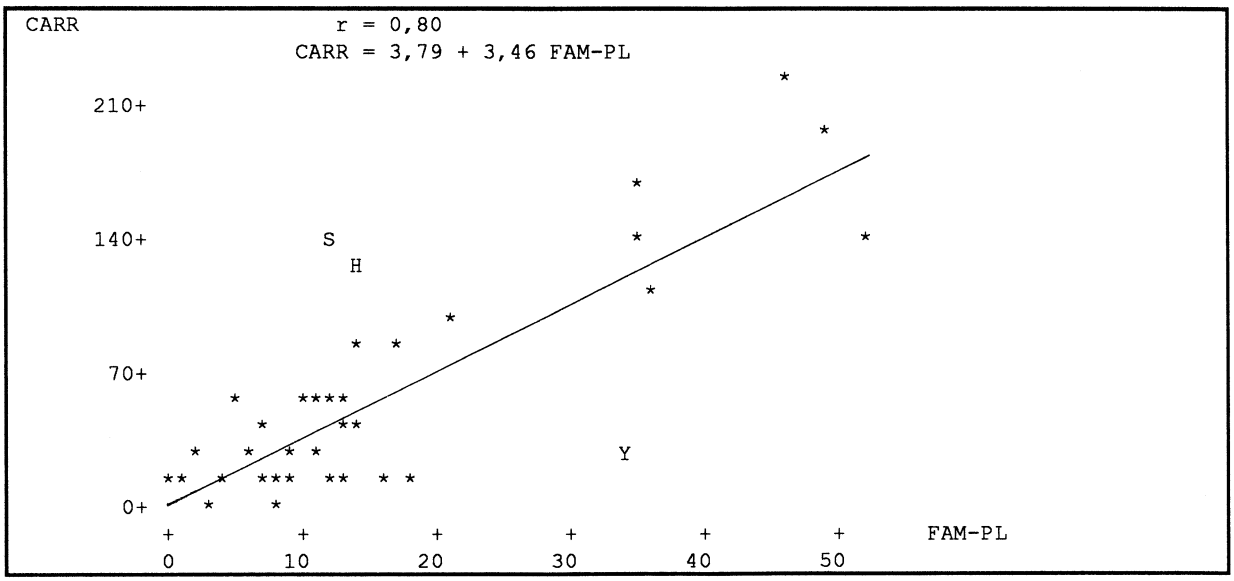
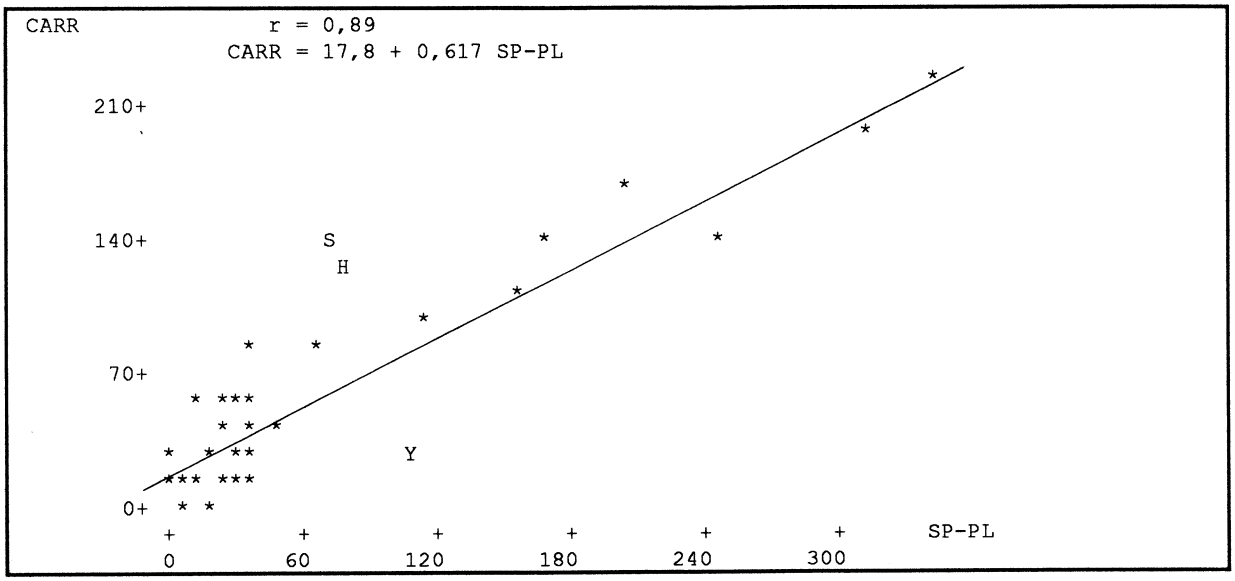


Figure 16
Diagramme de régression entre le nombre de taxons botaniques butinés (des espèces le plus souvent) ("SP-PL", en abcisse) et le nombre de carrés où l'espèce est observée ("CARR", en ordonnée).

S = *Megabombus sylvarum*, H = *Megabombus humilis*, Y = *Pyrobombus hypnorum*



On pourrait penser que, du fait de la concurrence intra-spécifique, plus une espèce est localement abondante et plus elle butine de plantes différentes. Dans ce cas, il devrait y avoir une corrélation notable entre le nombre de taxons botaniques butinés et le nombre moyen de spécimens par carré. On n'observe pourtant qu'une corrélation négligeable de 0,09 entre ces paramètres (tableau VIII). La relation ne peut donc être clairement établie qu'entre le nombre de taxons botaniques butinés et le nombre de carrés occupés. On voit mal comment l'étendue de la distribution d'une espèce pourrait influencer l'étendue de son spectre alimentaire, sauf si elle est "omnilectique". La relation inverse est bien plus concevable: l'étendue du spectre alimentaire d'une espèce peut, et doit, influencer directement son potentiel adaptatif et donc, l'étendue de sa distribution.

L'examen de graphiques de certaines composantes prises deux à deux va permettre de détailler l'analyse.

Les graphiques des composantes 1 et 2 (fig. 17a) servent à exprimer la situation des espèces de bourdons en fonction de l'altitude et du massif de montagne. Les composantes 1 et 3 (fig. 17b), considérées ensemble, représentent une synthèse du choix de biotope de l'espèce, selon l'altitude et les classes écologiques. En représentant sur ces graphiques les groupements représentés par les dendrogrammes (matrice de fidélité et de corrélation), on peut espérer mieux concevoir les relations entre ceux-ci. Un groupe apparaît bien homogène sur les deux graphiques, c'est le **groupe subalpin**. Les espèces du **groupe de *Bombus terrestris*** sont aussi mieux réunies que les dendrogrammes ne l'ont laissé prévoir. Bien qu'ayant des distributions assez différentes, ces espèces peuvent être réunies en un **groupe de plaine**. Le **groupe montagnard** est bien caractérisé dans les deux graphiques. Les deux espèces caractéristiques du **groupe de *Confusibombus confusus*** sont très rapprochées dans les deux graphiques, on peut donc garder ce groupe bien homogène. Le **groupe du Massif Central** et le **groupe collinaire** aussi sont bien homogènes dans les deux représentations.

On peut tenter de classer les espèces non caractéristiques (en italique dans les graphiques). Dans les deux graphiques, *Ps. bohemicus, Ps. quadricolor, Ps. sylvestris, B. lucorum, P. pratorum, P. soroeensis* et *M. ruderarius* peuvent être réunis au **groupe montagnard**. *M. subterraneus* et *M. sylvarum* peuvent être groupés avec les espèces collinaires. *M. pomorum* pourrait être réuni indifféremment aux espèces du Massif Central ou collinaires dans le graphique des composantes 1 et 2. Par contre, dans la représentation des composantes 1 et 3, il est plus proche du groupe collinaire. Il a donc été regroupé avec ce dernier. *Ps. barbutellus, Allopsithyrus* sp., *Ps. norvegicus, Ps. campestris* et *Ps. rupestris* restent difficiles à grouper selon ces critères. Ils ont donc été maintenus comme "*incertae sedis*" écologiques sans être regroupés.

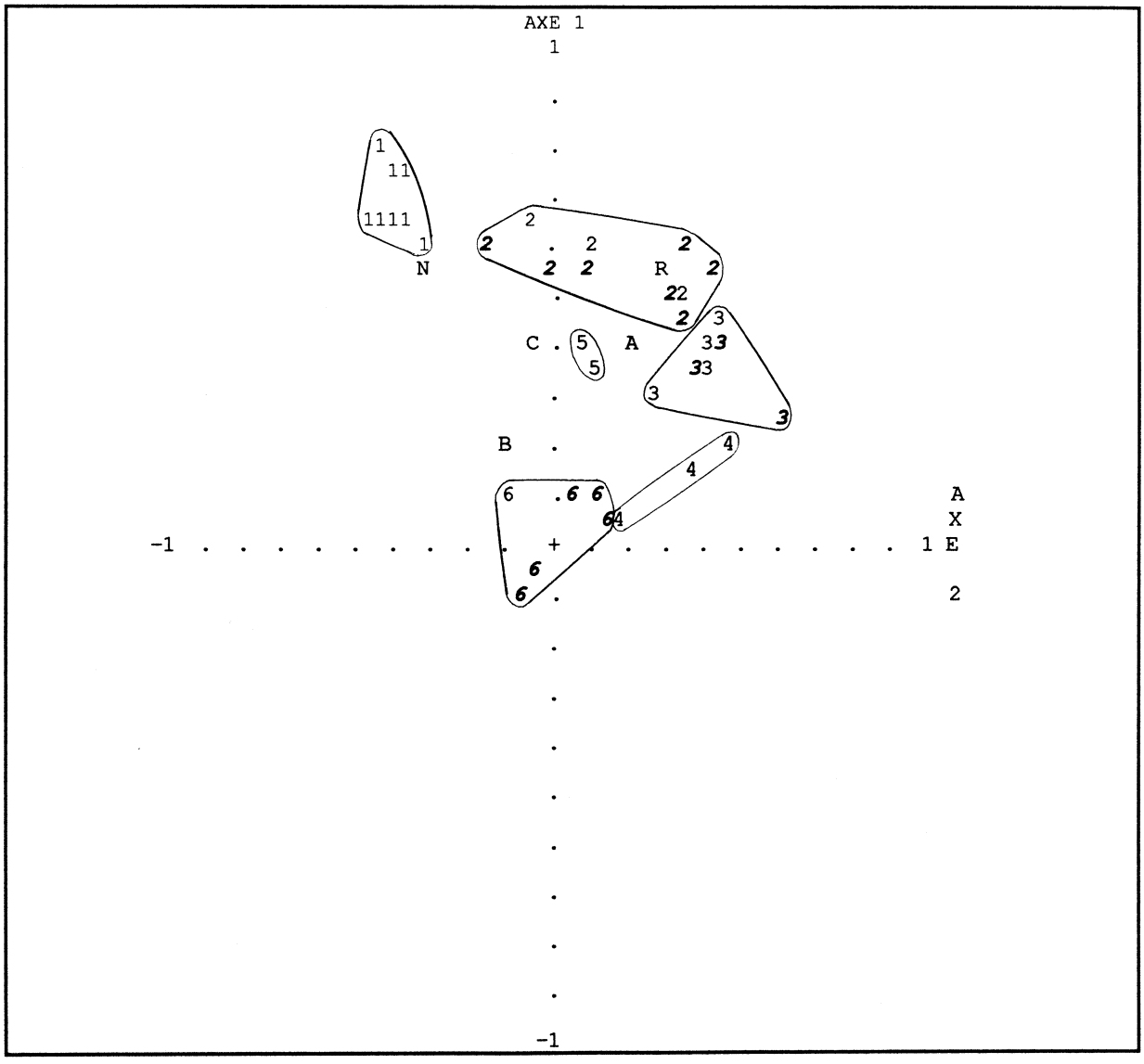
Figure 17
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation de la faune du Languedoc-Roussillon.
Représentation graphique des composantes 1 (altitude), 2 (historique du peuplement) et 3 (classe écologique).

1: Groupe subalpin; 2: Groupe montagnard; 3: Groupe collinaire; 4: Groupe du Massif Central; 5: Groupe de *Confusibombus confusus*; 6: Groupe de plaine (=groupe de *Bombus terrestris*).

En italique: espèces non caractéristiques des groupes et regroupées sur base de l'analyse en composantes principales.

Espèces non groupées: R: *Ps. rupestris*; A: *Allopsithyrus* sp.; B: *Ps. barbutellus*; C: *Ps. campestris*; N: *Ps. norvegicus*.

a. Composantes 1 et 2



b. Composantes 1 et 3.

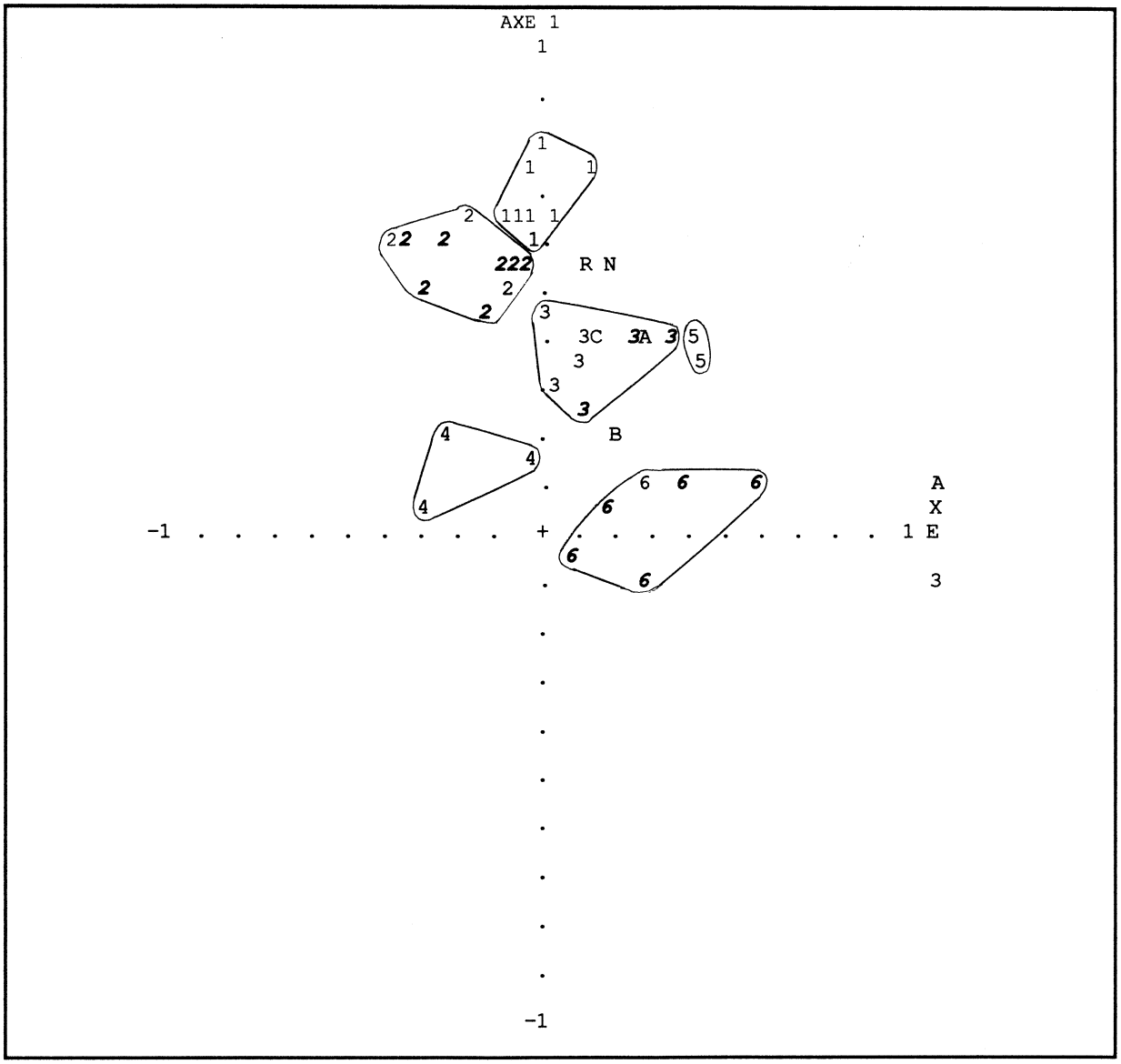


Tableau XI
Synthèse
Les groupements écogéographiques d'espèces de bourdons déduits de l'analyse de la faune du Languedoc-Roussillon

Groupements déduits de la représentation des dendrogrammes des fidélités et des corrélations et corrigés selon les composantes 1 ("altitude"), 2 ("massif de montagne") et 3 ("classe écologique").

Les espèces caractéristiques des groupes sont en gras.

Groupe subalpin: *Psithyrus flavidus; **Bombias mendax; Pyrobombus pyrenaeus; Pyrobombus monticola; Pyrobombus sicheli; Megabombus gerstaeckeri; Megabombus mesomelas; Megabombus mucidus.***

Distribution de ce groupe: fig 18a.

Groupe montagnard: *Psithyrus bohemicus; Psithyrus quadricolor; Psithyrus sylvestris; Bombus lucorum; **Bombus magnus; Alpigenobombus wurfleini; Pyrobombus hypnorum;** Pyrobombus pratorum; Pyrobombus soroeensis; Megabombus ruderarius.*

Distribution de ce groupe: fig 18b.

Groupe collinaire: ***Pyrobombus lapidarius; Megabombus hortorum;** Megabombus subterraneus; Megabombus pomorum; Megabombus sylvarum; **Megabombus humilis; Megabombus pascuorum.***

Distribution de ce groupe: fig 18c.

Groupe du Massif Central: ***Bombus cryptarum; Pyrobombus jonellus; Megabombus veteranus.***

Distribution de ce groupe: fig 18d.

Groupe de *Confusibombus confusus*: ***Confusibombus confusus; Pyrobombus cullumanus.***

Distribution de ce groupe: fig 18e.

Groupe de plaine: *Psithyrus vestalis; Psithyrus maxillosus; **Bombus terrestris;** Megabombus ruderatus; Megabombus muscorum; Megabombus laesus.*

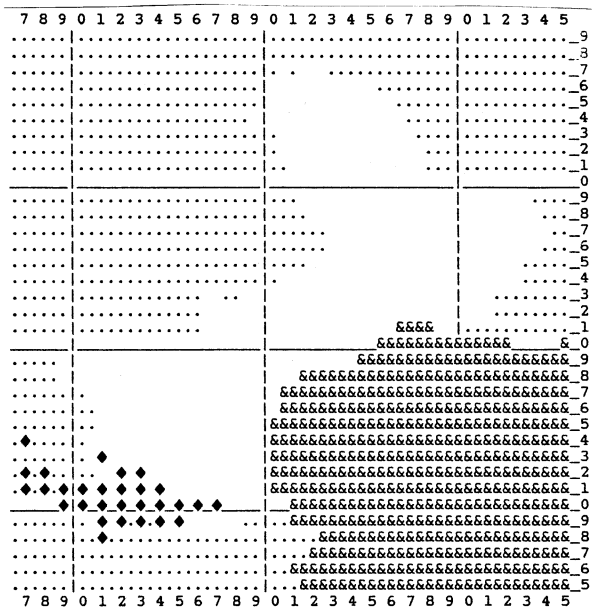
Distribution de ce groupe: fig 18f.

Espèces non groupées: *Psithyrus rupestris; Allopsithyrus sp.; Psithyrus barbutellus; Psithyrus campestris; Psithyrus norvegicus.*

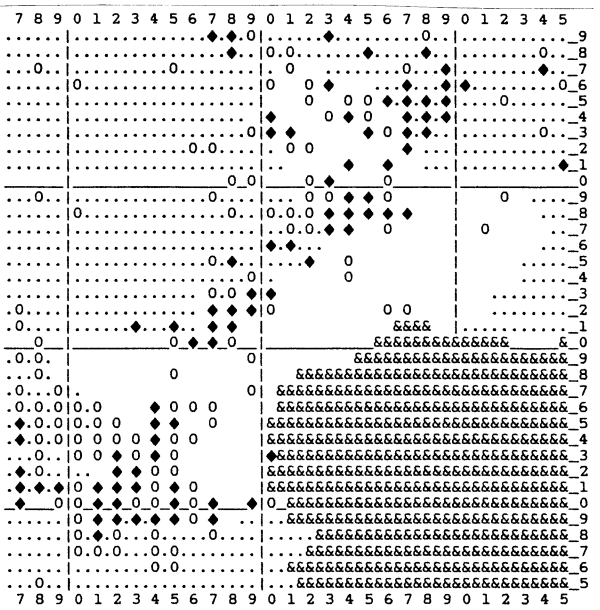
Figure 18
Distribution des groupes écogéographiques de bourdons du Languedoc-Roussillon.

Losanges = somme des données pour les espèces caractéristiques, symboles ouverts= autres espèces du groupe

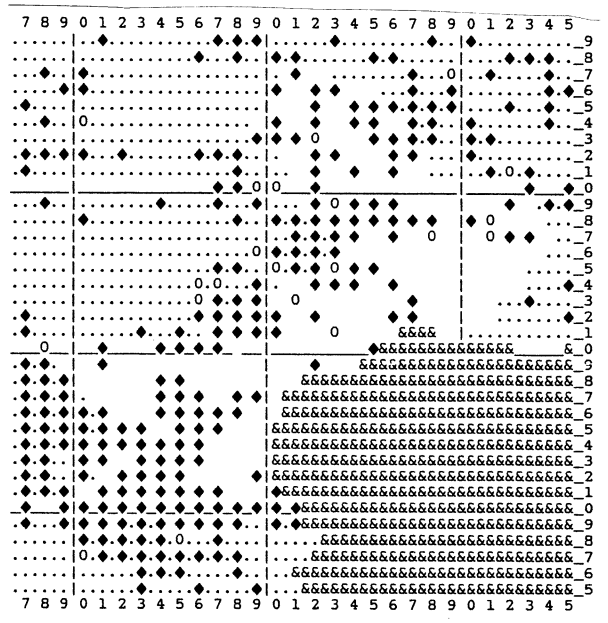
a. Groupe subalpin



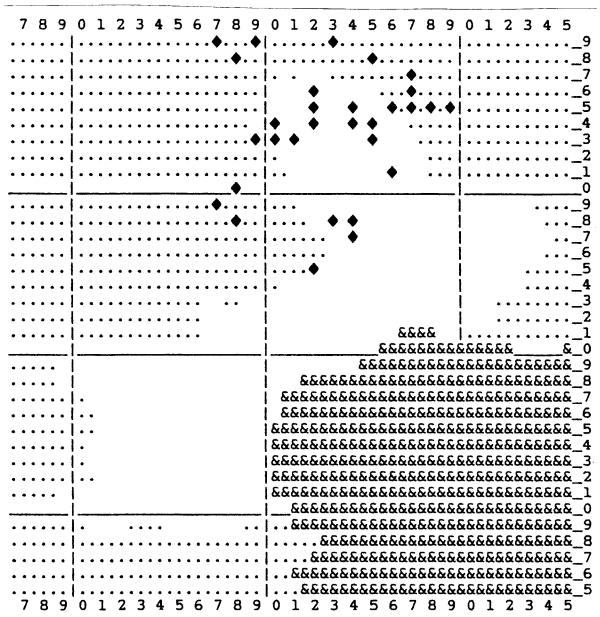
b. Groupe montagnard



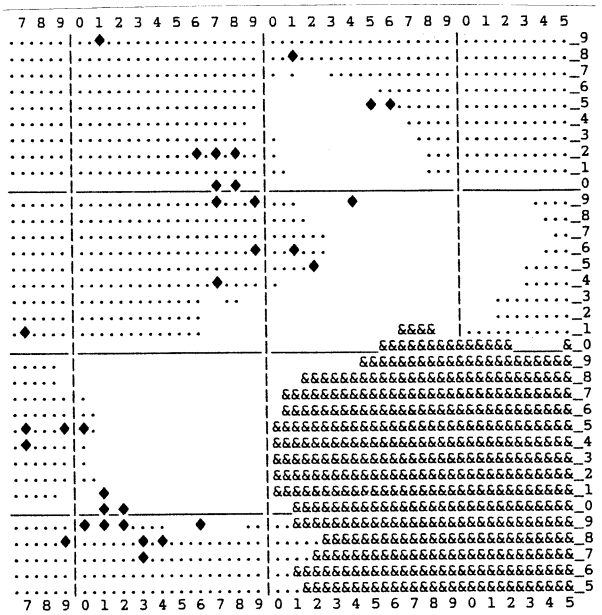
c. Groupe collinaire



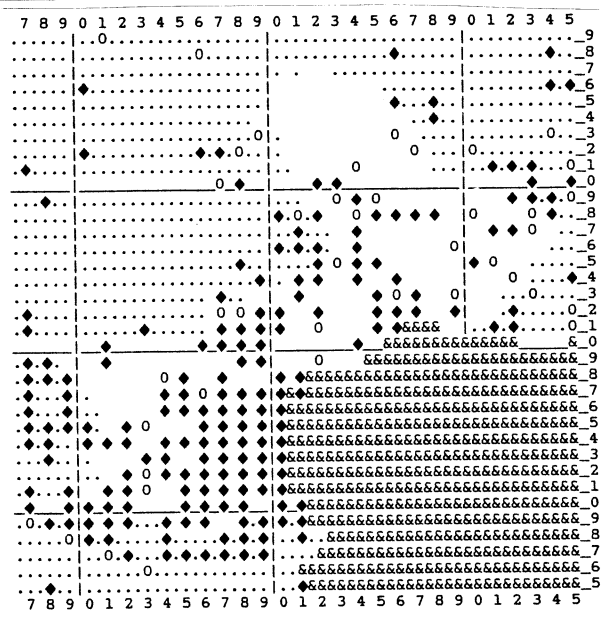
d. Groupe du Massif Central



e. Groupe de *Confusibombus confusus*



f. Groupe de plaine



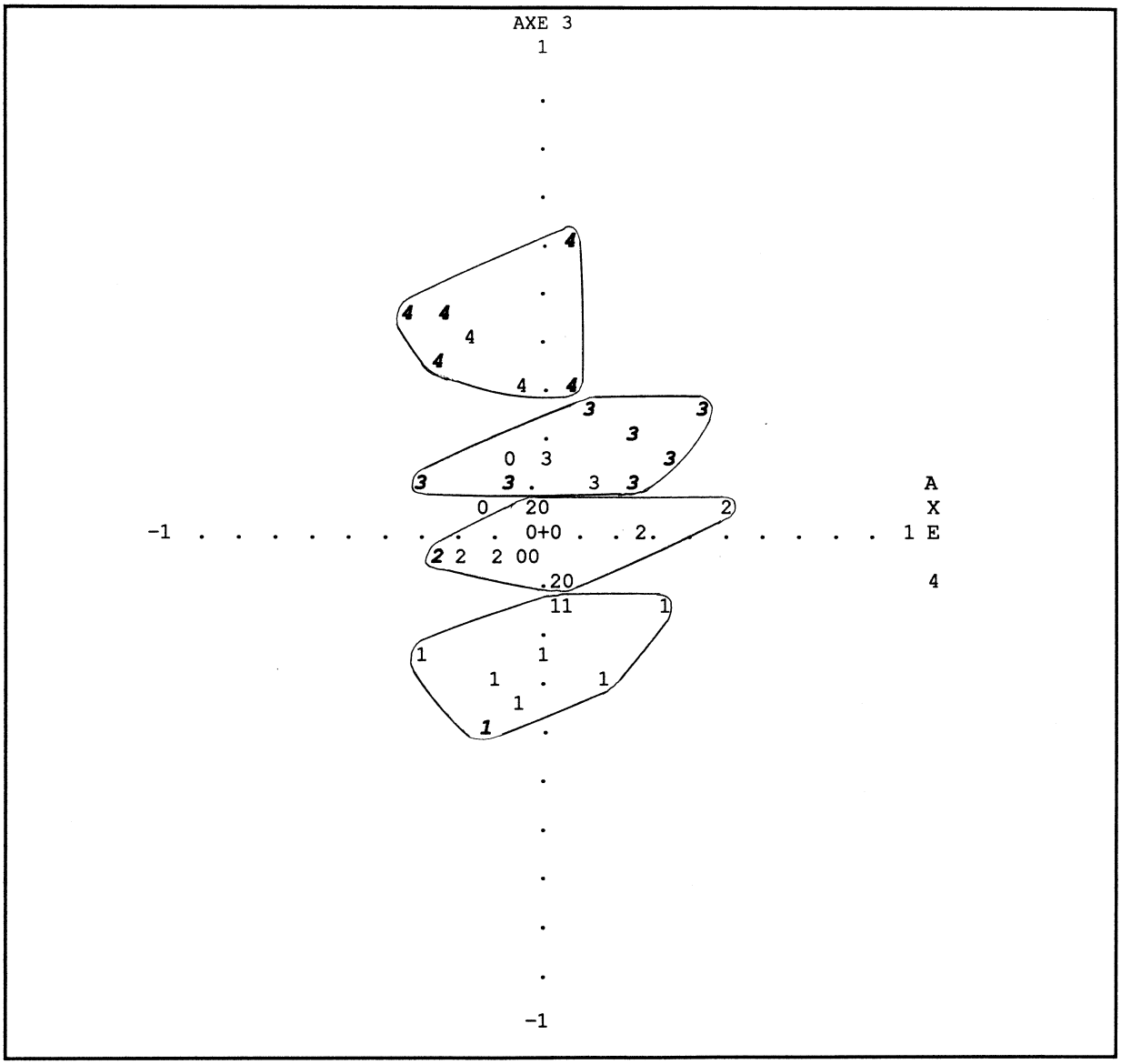
La représentation graphique des classes écologiques (tableau XI) selon les composantes 3 ("classe écologique") et 4 ("nombre de carrés" et "polylectisme") (fig. 19) permet avant tout de se rendre compte que dans chaque classe écologique, il existe à la fois des espèces répandues et très polylectiques, et d'autres localisées et oligolectiques.

Figure 19
Représentation graphique des composantes 3 (classe écologique) et 4 (nombre de carrés et de fleurs butinées).

0: espèces subalpines; 1: classe écologique forestière; 2: classe écologique de lisières, lisières "forestières"; 3: classe écologique de lisières, lisières "ouvertes"; 4: classe écologique de terrains ouverts.

Les espèces subalpines (0), regroupées au centre du diagramme, ne sont pas séparées par celui-ci. Elles ne sont pas réunies en groupes.

En italique: espèces en régression en Belgique (voir chapitre 7.2.).



A l'issue de cette analyse faunique, il est nécessaire d'attirer l'attention sur la grande part de variabilité des distribution qui reste inexpliquée. Les quatre axes de variabilité mis en évidence par l'analyse en composantes principales n'expliquent que 42 % de la variabilité et donc, 58 % n'ont pas trouvé d'explication ici et apparaissent en première approximation comme une variabilité aléatoire. Il est probable que la structure très hétérogène de l'échantillonnage porte une part de responsabilité de ceci. Toutefois, il est aussi certain que la faune elle-même varie fortement d'une année à l'autre d'une manière souvent inexplicable. Ces fortes variations annuelles d'effectifs, dont tous les entomologistes ont l'expérience, altèrent l'image de la distribution géographique apparente des espèces. C'est surtout vrai dans une région comme le Languedoc-Roussillon où les observateurs, bien que très actifs, ont été peu nombreux. Cette forte variabilité temporelle de la faune aurait certainement moins d'impact sur l'analyse si chaque station avait fait l'objet de collectes répétées durant plusieurs années. On est loin de cette situation.

5.3. Résumé et conclusions

En comparant entre eux les 5 types de dendrogrammes interprétables, on a pu établir 6 groupes fauniques de bourdons au Languedoc-Roussillon: le groupe subalpin, le groupe montagnard, le groupe collinaire, le groupe du Massif Central, le groupe de *Confusibombus confusus* et le groupe de plaine (groupe de *Bombus terrestris*) (tableau VI).

L'analyse en composantes principales a permis de préciser la situation de certaines espèces dans les groupes établis grâce aux dendrogrammes (tableau XI). Cette analyse a permis en outre de mesurer l'importance de certains facteurs de peuplement.

La 1ère composante exprime la variabilité due à l'altitude. La 2ème composante exprime la variabilité géographique introduite par la présence de deux grands massifs montagneux isolés, le Massif Central et les Pyrénées. La 3ème composante exprime la variabilité due au choix écologique des espèces. La 4ème composante reflète la variabilité due au polylectisme et au nombre de carrés occupés par les espèces.

L'ordre d'importance des composantes est plein d'enseignements. Tout d'abord, le seul facteur de prospérité des espèces qu'on ait pu dégager, ne vient qu'en quatrième position. A la condition d'être à l'altitude adéquate, dans le bon massif montagneux et dans la bonne classe de paysage, il est probable qu'on trouve l'espèce recherchée. La liaison de la 4ème composante avec le nombre de plantes butinées ajoute une nuance que l'expérience confirme largement: il faut que des plantes alimentaires adéquates se trouvent dans la station. La richesse en plantes alimentaires utilisables conditionnerait l'abondance, la rareté ou l'absence d'une espèce dans un carré dont les autres caractéristiques lui conviendraient par ailleurs.

Les deux premières composantes sont surtout abiotiques (altitude, géographie). Elles représentent une synthèse de nombreux paramètres climatiques et historico-géologiques. Seules les troisième et quatrième composantes introduisent de façon nette des paramètres éthologiques. Les modifications anthropiques du milieu ne peuvent probablement intervenir de manière significative qu'au niveau de ces deux derniers facteurs.

Enfin, rappelons-le, certaines espèces dépendent de facteurs spéciaux qui échappent à une analyse globale. C'est le cas pour *Megabombus muscorum* et pour *M. laesus*.

6. Discussion

L'analyse faunique du Languedoc-Roussillon a permis de dégager quatre grands facteurs de distribution; respectivement, l'altitude, le massif de montagne, la classe écologique, les fleurs butinées.

On discutera d'abord de ces quatre facteurs puis, dans le chapitre suivant, on examinera si ceux-ci peuvent fournir une explication aux phénomènes de dérive faunique.

6.1. L'altitude

Pour cette discussion, on aura souvent recours au modèle de Gorodkov (1986a, 1986b) qui représente la distribution d'une espèce comme l'intersection entre une "lentille" de distribution potentielle et la surface du globe terrestre (figs 20 à 23). On désignera ce modèle comme "Lentille de Gorodkov" pour toute la suite de la discussion. On utilisera aussi le schéma du complexe de limite zoogéographique de cet auteur (fig. 2).

Il y a bien entendu une connexion étroite entre la gamme potentielle d'altitude d'une espèce et sa gamme potentielle de latitude. C'est ce que modélise la Lentille de Gorodkov. Il est à noter tout d'abord qu'il ne s'agit guère d'une simple lentille biconvexe! Gorodkov (1986b: 27) montre son modèle de distribution climatique sous la forme d'un ménisque convergent légèrement incliné par rapport à la surface terrestre et d'un rayon de courbure moyen équivalent à celui-ci. Cela pour tenir compte de la sphéricité de la Terre.

Mais même en considérant une terre plate, il n'est pas nécessaire de modéliser une distribution potentielle sous la forme lenticulaire. Dans le cas idéal d'une faune **totalement** stable dans le temps et d'un continent de dimensions infinies, il est plus simple de représenter cette distribution potentielle comme un parallélépipède, d'épaisseur définie et de surface infinie, qui soit sécant à la surface du sol (fig. 25). La pente de ce parallélépipède est parallèle aux isothermes, quelle que soit la nature précise de celle-ci (température minimale, maximale, moyenne ou encore somme de températures). Mais cette simplification ne serait possible que sur un continent infini, avec une faune installée depuis un temps infini et dont chaque espèce occuperait une niche écologique indépendante de celle d'autres espèces. Réintroduisons une mer tout autour du continent et nous trouverons alors des phénomènes de continentalité, des climats maritimes ou océaniques. Ces paramètres varient le long d'un gradient de la mer vers le centre du continent et limitent le parallélépipède infini à l'est et à l'ouest par des bords fins. Celui-ci apparaît donc maintenant comme une lentille prismatique de longueur infinie.

Figures 20 à 24
La Lentille de Gorodkov

Figure 20. Structure du modèle de distribution climatique potentielle: modèle généralisé en forme de lentille biconvexe. D'après Gorodkov (1986a).

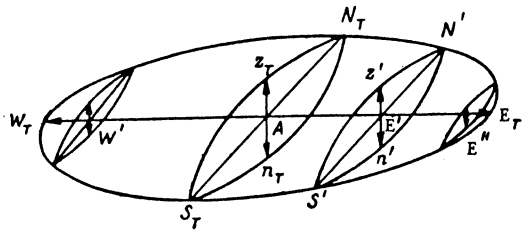


Figure 22. Section le long de l'axe nord-sud du modèle de distribution climatique potentielle. D'après Gorodkov (1986a).

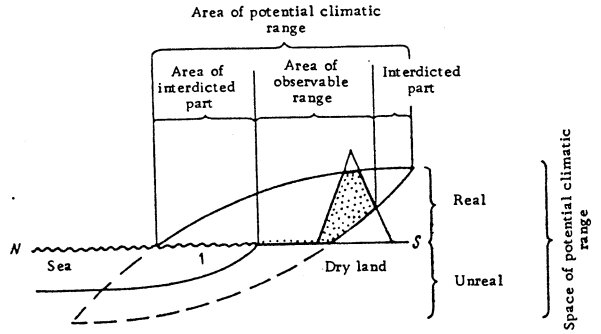
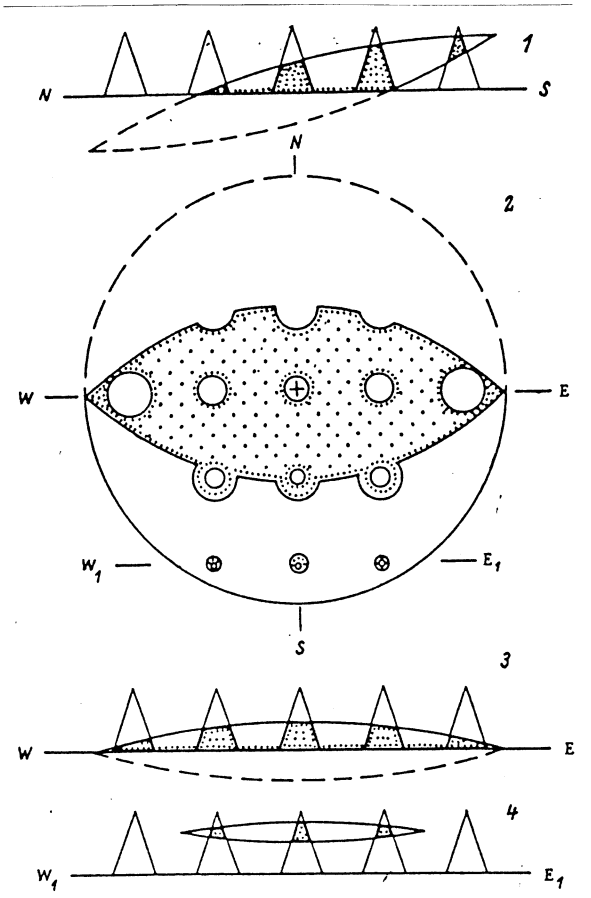
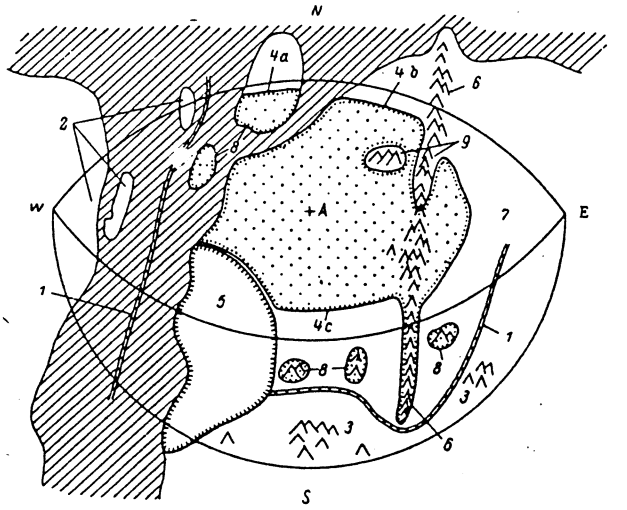


Figure 23. Corrélation entre la distribution réelle et la distribution potentielle climatique; cas hypothétique. 1) obstacles insurmontables (barrières); 2) terres arides isolées par la mer; 3) montagnes isolées par des déserts; 4) frontières quasi-climatiques de distribution (a: conditions écologiques favorables, b - conditions moins favorables, c - conditions très défavorables); 5) territoire occupé par des antagonistes spécifiques; 6) chaîne de montagnes méridionales; 7) territoire aride non colonisé avec une extension de territoire sous les vents dominants; 8) isolats insulaires et montagnards; 9) territoires de haute montagnes non colonisés. D'après Gorodkov (1986b).

Figure 21. Modèle généralisé du volume de distribution climatique potentielle. 1) section le long d'un axe nord-sud; 2) vue en plan; 3) section le long d'un axe est-ouest (W-E); 4) section le long d'un axe est-ouest plus méridional (W1-E1). D'après Gorodkov (1986a).





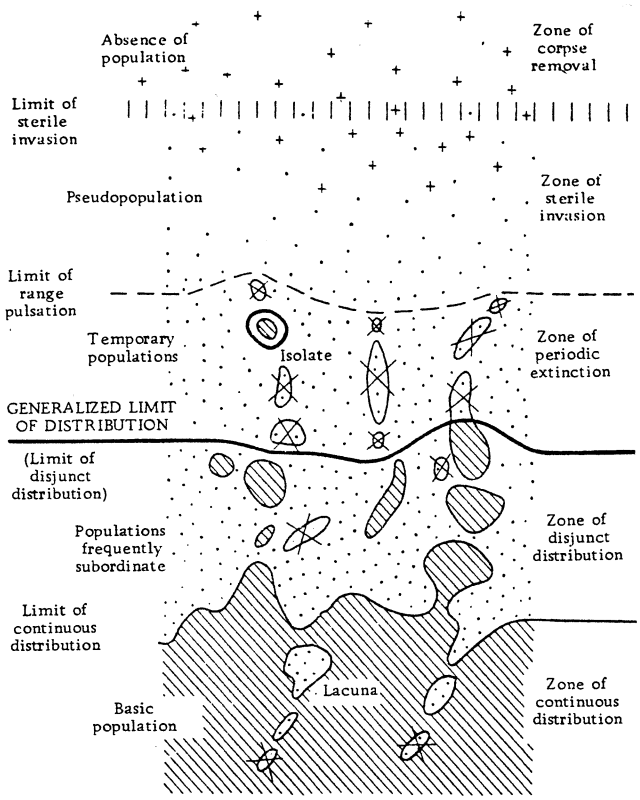
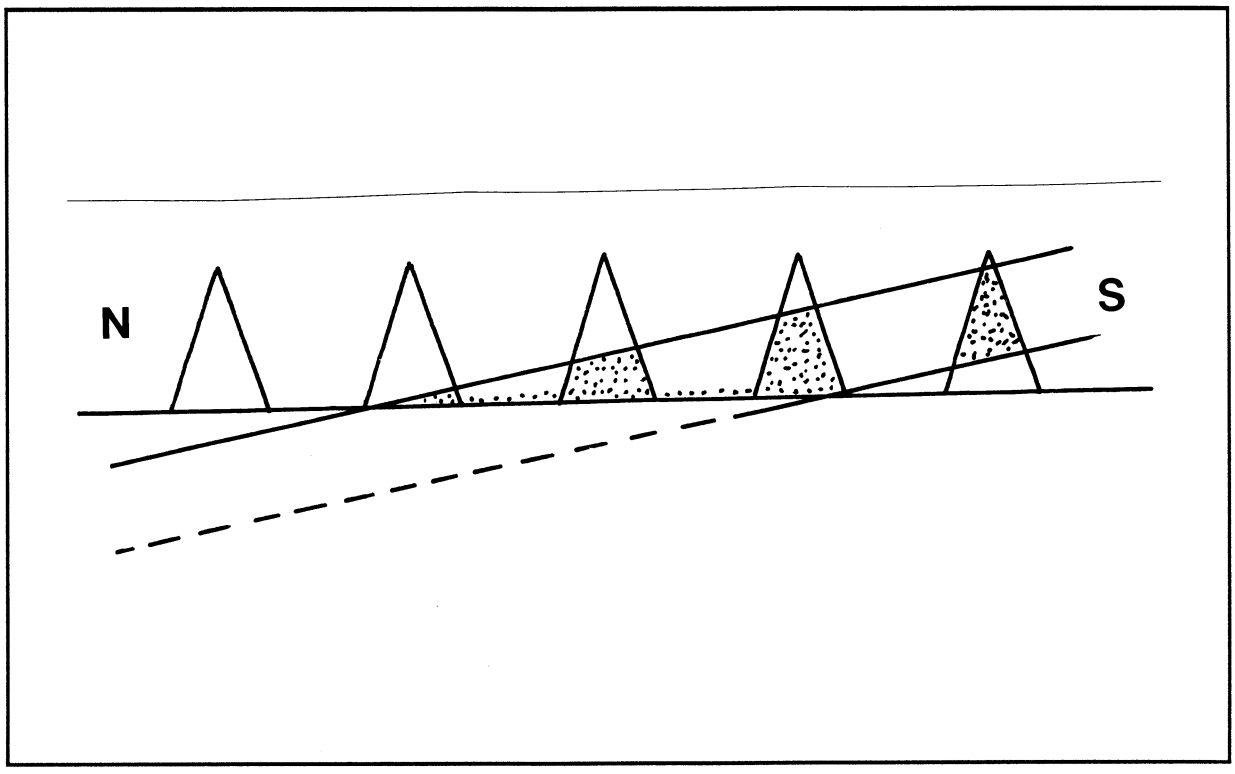


Figure 24. Schéma de différentiation des limites de distribution et des zones d'invasions stériles (expatriations). Les + indiquent des individus moribonds; les pointillés indiquent des individus vivants; les territoires barrés sont périodiquement envahis; les hachures montrent les populations stables et constantes. D'après Gorodkov (1986a).

Figure 25
Distribution potentielle parallélépipédique dans le cas d'une faune stable dans le temps et sur une terre de surface plane



Introduisons maintenant la notion de temps. Imaginons une espèce qui se disperse brusquement dans un continent infini à partir d'un point. Cette espèce va étendre sa distribution le long de la pente du parallélépipède en perdant progressivement des allèles selon le processus d'"élimination" (Reinig, 1938, 1939b, 1939c; Misonne, 1959) parfois aussi appelé "règle de Reinig". Cette perte d'allèles va affiner progressivement le parallélépipède de distribution potentielle selon un gradient négatif de possibilités adaptatives. On est donc bien en face d'une lentille parallèle aux isothermes, centrée sur le centre de dispersion de l'espèce et dont le rayon est fonction du temps.

On le comprend bien, seules la notion de temps et la génétique des populations permettent d'introduire la forme lenticulaire (ou plutôt de ménisque convergent) de Gorodkov, ce qui semble avoir échappé à cet auteur. Gorodkov (1986) applique en effet ce modèle "*in its static condition (more precisely condition of equilibrium)*". Pourtant, sans la génétique et donc, sans le temps, le modèle doit être un parallélépipède ou, en tenant compte des mers, un prisme lenticulaire orienté nord-sud.

En tenant compte de ce préambule, **la Lentille de Gorodkov est un modèle de représentation bien adapté à la description des aires potentielles de distribution**. Il ne faut pas y voir un concept révolutionnaire mais seulement un mode d'expression commode pour la suite de la discussion.

La génétique intervient dans d'autres phénomènes en marge de l'aire de distribution. La sélection intervient partout et, dans les isolats marginaux, la dérive génétique qui s'y ajoute entraîne une subspéciation souvent rapide et même une spéciation **péripatrique** (Mayr, 1954, 1982).

Il est donc improbable que la gamme d'altitudes d'une espèce dans les montagnes isolées du sud de l'Europe donne une mesure précise de l'"épaisseur" de la Lentille de Gorodkov. Deux hypothèses sont envisageables: - soit que ces montagnes, colonisées récemment par une espèce se trouvent au bord extrême de la lentille et donc n'abritent qu'une population aux possibilités adaptatives réduites du fait de l'"élimination" (règle de Reinig); - soit que des sous-espèces s'y soient constituées, celles-ci ayant des préférences écologiques et une variabilité génétique propres. Il faut donc être d'une grande prudence pour établir la relation entre les préférences écologiques des populations isolées et celles de l'aire principale de l'espèce.

L'examen de la figure 1 montre que l'écart entre l'altitude moyenne de l'espèce et l'altitude maximale observée est presque toujours bien plus élevé qu'entre la moyenne et l'altitude minimale. Il est donc beaucoup plus fréquent qu'une espèce sorte de sa gamme moyenne d'altitudes dans le sens d'une altitude plus élevée que l'inverse. On peut expliquer cela par le fait que les bourdons tolèrent mieux les températures trop faibles, les "coups de froid", que les grandes chaleurs. Cela est très compréhensible si l'on sait que les bourdons présentent des mécanismes très élaborés pour conserver leur température interne par la récupération de leur chaleur d'origine métabolique mais qu'ils sont presque impuissants à se protéger d'une chaleur excessive, au contraire de l'Abeille domestique (Heinrich, 1972, 1973, 1975, 1979).

On peut aussi très bien imaginer qu'après avoir établi le nid à une altitude donnée, chaque colonie tende à s'approvisionner en suivant la floraison de ses fleurs préférées et ainsi butine de plus en plus haut (Svensson & Lundberg, 1977). Teräs (1985) montre que les bourdons vont jusqu'à sortir de leur habitat préféré pour s'approvisionner sur leurs fleurs favorites. Ce mécanisme est obligatoire pour assurer la survie d'espèces monolectiques telles que *M. gerstaeckeri* et *P. brodmannicus*. Comme l'avait déjà fait remarquer Delmas (1976), ces espèces monolectiques ne peuvent subsister que dans des massifs étendus en superficie et en altitude dans lesquels leurs plantes-hôtes étalent leur floraison pendant toute la durée de vie des colonies. Cela explique leur forte localisation géographique, bien plus grande que celle de leur plante-hôte dans la région étudiée.

Dans le Languedoc-Roussillon, il y a un très net hiatus dans la gamme d'altitudes entre les espèces subalpines et les autres (figure 1 p. 38). De telle sorte que l'altitude minimale, observée pour une de ces espèces (*P. monticola*), descend à peine au niveau de l'altitude moyenne de l'espèce montagnarde la plus élevée (*A. wurfleini*). Pour les espèces subalpines, l'altitude moyenne est toujours proche de 2000 m et l'altitude minimale observée se situe aux environs de 1800m pour 5 espèces sur 8. L'altitude moyenne diminuée de deux déviations standards varie de 1550m à 1700m. L'altitude de 1800m correspond à l'isotherme de 10°C (moyenne du mois de juillet) dans les Pyrénées-Orientales (Lumaret, 1978).

En prolongeant la Lentille de Gorodkov, on devrait retrouver les espèces subalpines du Languedoc-Roussillon en plaine vers le nord, aux environs de cette isotherme. Ce n'est le cas que pour deux seules espèces:*Pyrobombus monticola* (distribution européenne de cette espèce dans Svensson, 1979) et *Alpinobombus alpinus* (qui n'existe pas en Languedoc-Roussillon mais seulement dans les Alpes). On retrouve ces deux espèces dans les montagnes de Scandinavie et, plus au nord encore, dans les plaines arctiques de l'U.R.S.S (Pittioni, 1942, 1943; Løken, 1973).

Pour *Pyrobombus sicheli*, la distribution de plaine de la Lentille de Gorodkov devrait être constituée par la zone de taïga de Russie et de Sibérie (Reinig, 1939a, *manuscrit*), où habite la ssp. *sicheli*. La température moyenne de juillet y est toutefois bien plus élevée que 10°C. Les populations de *sicheli* d'Europe méridionale (ssp. *alticola* (Kriechbaumer), ssp. *flavissimus* Tkalců, ssp. *cazurroi* (Vogt), ssp. *drenowskii* (Vogt), ssp. *meridionalis* (Pittioni, 1939)) sont fort isolées de la population de la taïga. Cet isolement a donné lieu à une nette subspéciation bien visible par les différences de coloration. Il est donc tout à fait possible que les exigences climatiques de ces sous-espèces montagnardes soient déjà bien éloignées de celles du taxon de plaine. Dans ce cas, les populations des montagnes du sud de l'Europe et celles des plaines de Sibérie ne partagent pas la même Lentille de Gorodkov.

Psithyrus flavidus se trouve aussi en Scandinavie et en Sibérie à une latitude plus basse que l'on pourrait prévoir sur la base de l'observation des populations alpine et pyrénéenne. On a montré plus haut que les sous-espèces pyrénéenne et alpine diffèrent de la sous-espèce nordique par des caractéristiques

chorologiques qui laissent soupçonner des espèces distinctes. Ici encore, le taxon du sud et celui du nord ne partagent pas la même Lentille de Gorodkov.

Les autres espèces subalpines des Pyrénées n'existent nulle part en plaine. *Pyrobombus pyrenaeus, Megabombus gerstaeckeri, M. mesomelas, M. mucidus* et *Bombias mendax* sont des espèces strictement endémiques des montagnes du sud de la région ouest-paléarctique. Dans le cas de ces espèces, le modèle de la Lentille de Gorodkov n'est d'aucun secours.

Pyrobombus brodmannicus et *Megabombus inexspectatus,* qui n'existent pas en Languedoc-Roussillon, se comportent aussi comme des espèces subalpines. La distribution de *P. brodmannicus* est étroitement limitée à une petite portion de trois massifs de montagnes: les Alpes du sud, les hautes montagnes d'Arménie et l'ouest du Caucase. *M. inexspectatus* est endémique des Monts Cantabriques, des Pyrénées et des Alpes. Pour ces espèces, encore une fois, la Lentille de Gorodkov ne permet pas une bonne représentation de la réalité.

On retrouve encore un certain hiatus entre les 5 espèces planicoles (*Megabombus muscorum, Psithyrus vestalis, Megabombus ruderatus, Psithyrus maxillosus* et *Bombus terrestris*) et toutes les autres. La probabilité que ces espèces de plaine rencontrent les espèces montagnardes les plus élevées (*Pyrobombus jonellus, P. hypnorum, Psithyrus quadricolor, Ps. bohemicus, Alpigenobombus wurfleini*) est presque nulle.

En dehors des espèces subalpines, quelques bourdons rencontrent leur limite sud dans la région étudiée: *Psithyrus norvegicus, Confusibombus confusus, Bombus cryptarum, Pyrobombus hypnorum, P. cullumanus, Megabombus distinguendus, M. pomorum* et *M. veteranus.* A l'exception de *M. veteranus,* ces espèces semblent éviter la région atlantique. *B. cryptarum* se trouve dans la région atlantique, en Bretagne par exemple, mais Rasmont (1984) est de l'opinion que cette espèce y est fortement concurrencée, et donc raréfiée, par *B. magnus.* Le Massif Central est la limite sud de la distribution pour *B. cryptarum* et *M. pomorum,* mais ailleurs en Europe (Balkans), on peut trouver ces espèces dans des stations bien plus méridionales (Tkalců, 1969; Rasmont, 1984). Ces deux espèces existent en Anatolie sous forme de sous-espèces distinctes (Rasmont, 1983b, 1984). Leur absence des Pyrénées est probablement le mieux expliquée par des facteurs liés à l'histoire des glaciations. Les deux espèces diffèrent fort par l'étendue vers le nord de leur distribution. Si *B. cryptarum* existe probablement jusqu'au-delà du cercle arctique, *M. pomorum* voit sa distribution limitée vers le nord au Jutland (Hammer & Holm, 1970; Løken, 1973), à la Pologne (Dylewska, 1957) et au 57ème parallèle en U.R.S.S. (Panfilov, 1982). On peut donc en induire que *pomorum* est bien plus sténotherme que *cryptarum;* en d'autres termes, que sa Lentille de Gorodkov est bien plus mince.

M. distinguendus et *M. veteranus* sont des espèces qui, dans la région ouest-paléarctique, n'existent guère en dessous du 45ème parallèle (Panfilov, 1982; Rasmont, 1983b). Vers le nord, *M. distinguendus* s'étend jusqu'au Cercle Arctique alors que *M. veteranus* est à peu près limité par le 60ème parallèle (Løken , 1973; Panfilov, 1982). En Finlande les deux espèces s'étendent

particulièrement loin vers le nord, mais *distinguendus* s'y présente aussi comme plus nordique que *veteranus* (Pekkarinen *et al.*, 1981). *M. distinguendus* est bien représenté dans les îles Britanniques alors que *veteranus* en est absent (Alford, 1975; IBRA, 1980). Il semble donc que les Lentilles de Gorodkov soient d'une épaisseur à peu près égale chez ces deux espèces mais que *distinguendus* soit légèrement plus nordique que *veteranus*. La distribution de ces taxons dans le sud de la France se situe au-delà de la marge sud de leur aire de distribution continue. La population la plus méridionale de *distinguendus* se trouve dans le Jura, un massif plus haut et plus froid que le Massif Central qui abrite encore *veteranus*. Cela, plus le fait que la Bretagne héberge *veteranus* mais pas *distinguendus* montre aussi que la Lentille de Gorodkov de cette dernière espèce est un peu plus nordique.

P. cullumanus sensu stricto est une espèce dont la distribution est limitée à l'Europe occidentale. Les dernières stations connues vers le nord se trouvent dans l'île de Øland et en Scanie, au sud de la Suède. Vers le sud, on l'a vu, les Pyrénées espagnoles abritent les stations les plus méridionales. En Espagne, *cullumanus* est nettement limité à la montagne; l'altitude qu'il fréquente est plus basse dans le Massif Central, il atteint la plaine dans la Loire, l'Angleterre et la Belgique et devient une espèce franchement littorale dans les Pays-Bas, l'Allemagne et la Suède. Cela montre que la Lentille de Gorodkov de cette espèce est très mince, qu'elle est très sténotherme. De plus, l'espèce a une faible dispersion en longitude et elle ne s'éloigne nulle part de plus de 300 km de l'Atlantique. Il semble aussi qu'elle choisisse des régions à sol calcaire, tout au moins dans le sud de sa distribution. Le fait que cette espèce n'occupe qu'une faible tranche en longitude de sa Lentille de Gorodkov montre que les facteurs limitants de sa distribution comportent en plus, des contraintes extra-climatiques rigoureuses.

La Lentille de Gorodkov est aussi bien nette chez *C. confusus*. Cette espèce se trouve jusque vers 1800m dans les Pyrénées espagnoles, vers 1000m dans le Massif Central. Elle devient planicole à partir du nord de la France et littorale en Prusse et en Pologne (Reinig, 1939a). Elle n'atteint pas la Scandinavie, ni les îles Britanniques, elle ne dépasse pas le 57ème parallèle en Europe de l'Est et n'existe pas au-delà de l'Oural. La gamme d'altitude que *confusus* fréquente en Languedoc-Roussillon montre que cette espèce est moins sténotherme que *P. cullumanus*, que sa Lentille de Gorodkov est plus épaisse. Elle n'est pas non plus limitée à la région atlantique. On peut donc s'étonner de ce que l'espèce ne s'étende pas plus vers le nord et surtout vers l'est dans le sud de la Sibérie. Reinig (1939a) montre que l'espèce subit une importante perte de variabilité génétique dans la périphérie de sa distribution centrée sur le sud de l'Europe Centrale. Il présente d'ailleurs cette espèce comme un bel exemple du processus d'élimination (perte de variabilité génétique à partir du centre de dispersion d'un taxon). On peut donc suggérer que si la Lentille de Gorodkov de cette espèce est assez épaisse, elle est aussi de faible superficie du fait de l'élimination génétique. On peut s'attendre à ce que les populations périphériques soient plus sténotopiques que les populations d'Europe Centrale. A ce point de vue, il est intéressant de noter que *confusus* est considéré comme eurytopique par plusieurs auteurs d'Europe Centrale (Pittioni & Schmidt, 1942; Moczar, 1953;

Dylewska, 1957); ce qui n'est certainement pas le cas en Europe occidentale où *confusus* est toujours très localisé écologiquement.

P. hypnorum et *Ps. norvegicus* sont nettement montagnards dans le sud de la France. On les trouve partout en Belgique, bien qu'ils y soient peu fréquents au bord de la mer. Les deux espèces sont absentes des îles Britanniques. En Scandinavie, *P. hypnorum* est "*widely distributed throughout the mainland except in regio alpina/arctica*" (Løken, 1973). Løken (1984) montre que *Ps. norvegicus* y a la même distribution qu'*hypnorum* sauf le long des côtes atlantiques de la Norvège que *norvegicus* semble éviter. Løken (1984) signale que *P. hypnorum* se raréfie aussi le long de ces côtes. La Lentille de Gorodkov de ces espèces est donc fort épaisse. Toutefois, elles sont sténotopiques des forêts et semblent éviter le littoral atlantique.

On pourrait poursuivre l'exposé en examinant chaque cas spécifique mais pour un grand nombre d'entre eux, on peut constater que la Lentille de Gorodkov fournit un bon modèle de la distribution, c'est-à-dire, au nord une distribution planicole très étalée en longitude et une distribution montagnarde dans le sud: *Ps. rupestris, Ps. bohemicus, Ps. campestris, Ps. barbutellus, Ps. quadricolor, Ps. sylvestris, B. lucorum, P. pratorum, P. jonellus, P. lapidarius, P. soroeensis, M. hortorum, M. subterraneus, M. sylvarum, M. ruderarius, M. humilis* et *M. pascuorum*. Pour beaucoup de ces espèces, les phénomènes de subspéciation sont fort marqués dans le sud où la distribution est éclatée en isolats montagnards.

En outre, certaines espèces divergent encore du modèle de Gorodkov: *B. terrestris, B. magnus, A. wurfleini, M. argillaceus, M. ruderatus, M. asturiensis, M. muscorum* et *M. laesus*. Il y a trop peu d'indications pour *Ps. vestalis* et *Ps. maxillosus* pour en discuter.

B. terrestris est planicole depuis le sud de la France jusqu'à la limite nord de sa distribution, environ 60° nord en Scandinavie (Løken, 1973). Dans les régions méditerranéennes, *B. terrestris* étend sa distribution vers le haut dans les montagnes mais il y conserve, en plus, sa distribution planicole. Il est probable que ce soit l'existence dans ces régions d'une génération d'hiver (Rasmont, 1985) qui permette cette extension inhabituelle de l'habitat.

B. magnus est effectivement montagnard dans le sud-ouest de la France et la péninsule Ibérique. Il devient planicole vers le nord à partir de la Loire mais sa distribution est limitée vers l'est à la région subatlantique (Rasmont, 1984) et il ne semble pas exister en Sibérie (Rasmont *et al.*, 1986). Rasmont (1984) explique cette distribution limitée à l'est par une forte concurrence de *B. cryptarum*, qui serait mieux adapté au printemps continental.

Le cas d'*A. wurfleini* est amplement discuté par Reinig & Rasmont (1988). Pour l'essentiel, il s'agirait d'une espèce des montagnes du sud de l'Europe (Løken, 1973). La population scandinave de *wurfleini* (ssp. *brevigena* (Thomson)) serait originaire des populations de l'est des Alpes. *A. wurfleini* serait passé des Alpes à la Scandinavie à la faveur d'un épisode post-glaciaire froid, par exemple durant le Petit Age glaciaire (Le Roy Ladurie, 1983). En faveur

de cette hypothèse, on peut citer quelques rares spécimens d'*A. wurfleini* trouvés ici et là jusqu'au début du siècle dans le nord de la France, en Belgique (jusqu'à la mer!) et dans le nord de l'Allemagne. Si ce passage vers la Scandinavie s'est encore accompli récemment, on pourrait s'attendre à ce qu'*A. wurfleini brevigena* de Scandinavie étende progressivement son aire vers l'est (vers la Finlande et la Carélie) pour combler sa Lentille de Gorodkov.

Comme dans le cas de *B. magnus* et *B. cryptarum*, *M. ruderatus* et *M. argillaceus* forment un couple d'espèces vicariantes qui semblent s'exclure géographiquement (cartes dans Skorikov, 1931, Reinig, 1939a). L'auteur a montré plus haut qu'en Provence, les deux espèces *argillaceus* et *ruderatus* divergent par leur gamme d'altitude. Pour comprendre ce phénomène, il manque encore des études éthologiques dans des stations communes aux deux espèces. Quoiqu'il en soit, les deux espèces sont planicoles dans le nord de leur distribution (Suède pour *ruderatus*, Autriche et Ukraine pour *argillaceus*) et se trouvent en altitude à la limite sud de leur distribution (Maghreb pour *ruderatus*, Liban pour *argillaceus*).

M. asturiensis est limité aux montagnes du nord de la péninsule ibérique (carte dans Rasmont, 1983b).

La Lentille de Gorodkov ne permet pas du tout de modéliser la distribution de *M. muscorum*. Cette espèce n'est jamais montagnarde mais se trouve le plus souvent dans les régions littorales. Elle existe depuis le nord de la péninsule Ibérique et de la Grèce jusqu'au-delà du Cercle Arctique en Scandinavie. Il est impossible d'ajuster cette distribution à l'une ou l'autre isotherme.

La population franco-ibérique de *Megabombus laesus* est limitée vers le nord au Languedoc et à la Provence. Pourtant, en Europe de l'est, elle remonte beaucoup plus au nord (jusqu'aux environs de Lublin, Ruszkowski *et al.*, 1980). Dans le Languedoc-Roussillon, sa distribution n'épouse aucune isotherme. Elle y semble surtout fréquente dans les régions à lithosol calcaire et n'approche nulle part le littoral atlantique. Peut-être recherche-t-elle une certaine aridité? Elle n'est nulle part montagnarde mais fréquente seulement des biotopes très ouverts. Pour cette espèce encore, la Lentille de Gorodkov semble donner une mauvaise représentation de la distribution.

De l'examen de ces cas on peut induire une hypothèse: **lorsqu'on peut modéliser une distribution par la Lentille de Gorodkov, c'est que le facteur limitant principal de l'espèce est la température**. En guise de corollaire, lorsque la Lentille de Gorodkov ne permet pas de modéliser la distribution d'une espèce, il faut chercher le facteur limitant principal de l'espèce ailleurs que dans la température.

On rencontre des distributions qui peuvent se modéliser par une demi-Lentille de Gorodkov, soit une moitié ouest (par exemple *B. magnus* ou *M. ruderatus*) soit une moitié est (*B. cryptarum* ou *M. argillaceus*). Dans chacun des cas examinés, deux espèces vicariantes se partagent une Lentille de Gorodkov.

Pour les espèces auxquelles on peut ajuster une Lentille de Gorodkov, la partie méridionale montagnarde de la distribution peut donner lieu à des phénomènes de subspéciation qui perturbent l'ajustement du modèle (cas de *P. sicheli* et de *B. terrestris*).

A la marge de sa Lentille de Gorodkov, il semble qu'une espèce puisse manifester une perte de variabilité génétique qui pourrait induire une perte d'adaptabilité des populations locales (cas de *C. confusus*).

Une Lentille de Gorodkov mince donne une distribution plus lacunaire qu'une Lentille de Gorodkov épaisse.

En plus de leur Lentille de Gorodkov, certaines espèces peuvent marquer une préférence pour le climat atlantique (cas de *P. cullumanus*) ou pour le climat continental (cas de *P. hypnorum*).

Il existe des cas auxquels la Lentille de Gorodkov ne peut s'appliquer: une espèce à tendance littorale (*M. muscorum*); une espèce qui semble liée à l'aridité du sol (*M. laesus*); des espèces subalpines endémiques des montagnes du sud de la région ouest-paléarctique; deux espèces subalpines sud-européennes monolectiques (*M. gerstaeckeri* et *P. brodmannicus*).

Les deux seules espèces subalpines auxquelles on puisse ajuster exactement la Lentille de Gorodkov sont des espèces boréoalpines issues chacune d'un groupe de taxons circumboréal (*A. alpinus* et *P. monticola*).

La distribution planicole apparemment récente d'*A. wurfleini* devrait dans le futur s'étendre petit à petit vers l'est de la Scandinavie pour s'ajuster à sa Lentille de Gorodkov.

A l'issue de cette discussion sur les facteurs climatiques du peuplement de bourdons, il semble apparaître une énorme carence: rien ou presque rien n'est connu des différences physiologiques entre espèces. Quelles sont les températures léthale, minimale, optimale et maximale d'activité? Existe-t-il des différences spécifiques notables dans la stabilité de l'homéothermie? Il semble encore que les caractères du pelage, longueur et coloration, soient en relation avec le climat de l'habitat (Reinig, 1933). Dans ce cas, comme les sous-espèces se distinguent par le pelage, des différences subspécifiques physiologiques notables devraient exister. De Jonghe (1986) remarque par exemple de fortes divergences dans les mécanismes de sortie de diapause entre le *Bombus terrestris terrestris* de Belgique et la ssp. *xanthopus* de Corse.

L'éthologie interfère aussi de manière importante dans les préférences climatiques des espèces. Il est possible, par exemple, qu'une espèce fort sensible aux basses températures durant l'hibernation soit très résistante à l'hiver par le simple fait qu'elle s'enterre plus profondément que les autres. Enfin, l'emplacement des nids et des terriers d'hibernation peut aussi influencer et même compenser certaines caractéristiques physiologiques.

6.2. Facteurs historiques du peuplement

La deuxième composante en importance dégagée par l'analyse de la distribution des espèces du Languedoc-Roussillon est un facteur de séparation des massifs de montagnes, Pyrénées et Massif Central.

Il existe deux cas fort distincts à envisager pour l'explication de ces différences de faune entre massifs. Tout d'abord, certains biotopes existent dans un massif et pas dans l'autre. C'est le cas des biotopes de haute montagne qui n'existent guère dans le Massif Central. De ce fait, aucune espèce subalpine de bourdons n'existe dans le Massif Central, à part peut-être *P. monticola* (Svensson, 1979). Les grandes landes à bruyère de moyenne altitude existent en Lozère où elles abritent, entre autres, *P. jonellus*. Ce biotope est absent des Pyrénées orientales de même que *jonellus*. Par contre on retrouve cette espèce (*P. jonellus* ssp. *yarrowianus* Rasmont) dans les Pyrénées occidentales.

Dans le second cas, certaines espèces sont abondantes dans le Massif Central mais absentes de biotopes semblables dans les Pyrénées; c'est le cas pour *B. cryptarum* et *M. pomorum*. Les seules explications vraisemblables à leur absence des Pyrénées sont liées à l'histoire glaciaire. Durant le Würm, *B. cryptarum* et *M. pomorum* n'existaient certainement pas dans un des refuges forestiers de la péninsule Ibérique ou du sud de la France (fig. 26) car dans ce cas, ils auraient subsisté çà et là dans les hautes montagnes ibériques. De même, on les imagine mal dans un refuge forestier de la péninsule italienne puisque à l'heure actuelle, ils n'existent pas non plus dans les Apennins ou les Alpes Ligures.

Il est plus simple de retrouver l'origine du peuplement par *M. pomorum* qui est monotypique en Europe. Le refuge de faune préglaciaire dont provient cette espèce n'a pu être situé que dans la péninsule Balkanique. Les mécanismes d'invasion de l'Europe par les taxons balkaniques ont été amplement étudiés par Reinig (1937, 1970) et la figure que donne cet auteur pour *P. lapidarius* (fig. 27) est facilement transposable au cas de *M. pomorum* . L'étendue plus faible de la distribution de *M. pomorum* provient probablement de la plus grande sténotopie et sténothermie de cette espèce. Il est probable aussi que *pomorum* se soit étendu plus lentement que *lapidarius* pendant le réchauffement post-Würm. Il n'aurait atteint le Massif Central (par le nord puisque cette espèce est absente d'Italie) que plus tard lors du réchauffement post-glaciaire. Le Seuil de Naurouze (altitude 191m) était déjà probablement devenu un obstacle écologique infranchissable pour lui entre la Montagne Noire et les Pyrénées.

Espèces présentes au sud du Massif Central mais absentes des Pyrénées-Orientales	**Espèces présentes dans les Pyrénées mais absentes du Massif Central**
Espèces subalpines. **Biotopes inexistants dans le Massif Central**	*Ps. flavidus* *P. pyrenaeus* *P. monticola*(?) *P. sicheli* *M. mesomelas* *M. mucidus* *M. gerstaeckeri*
P. jonellus	Espèce montagnarde des forêts à *Vaccinium myrtillus*. **Biotopes inexistants dans les Pyrénées-Orientales.**
M. veteranus *B. cryptarum* *M. pomorum*	Espèces montagnardes ou collinaires, biotopes présents dans les Pyrénées. **Obstacle géo-historique à l'arrivée dans les Pyrénées**

Figure 26
Distribution des écosystèmes durant la glaciation de Würm (d'après Blondel, 1986:59)

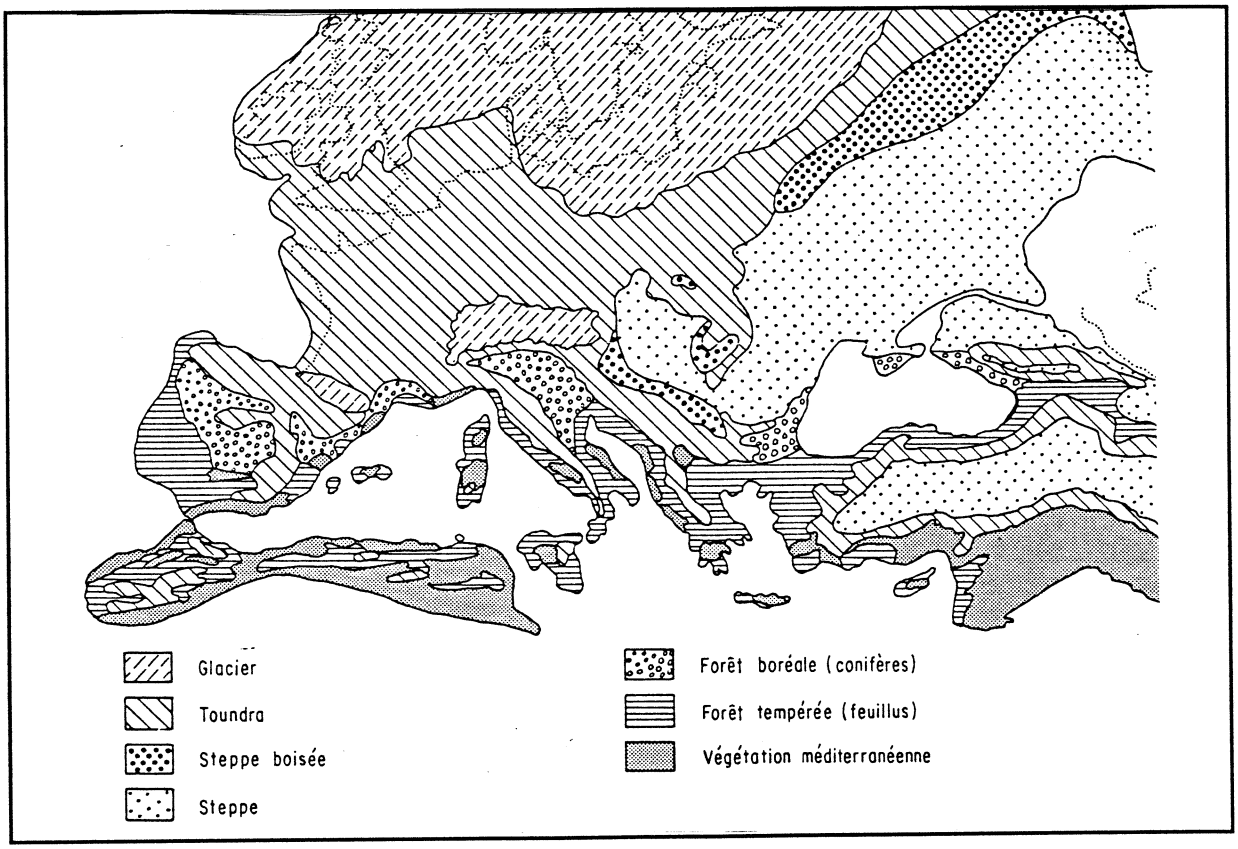
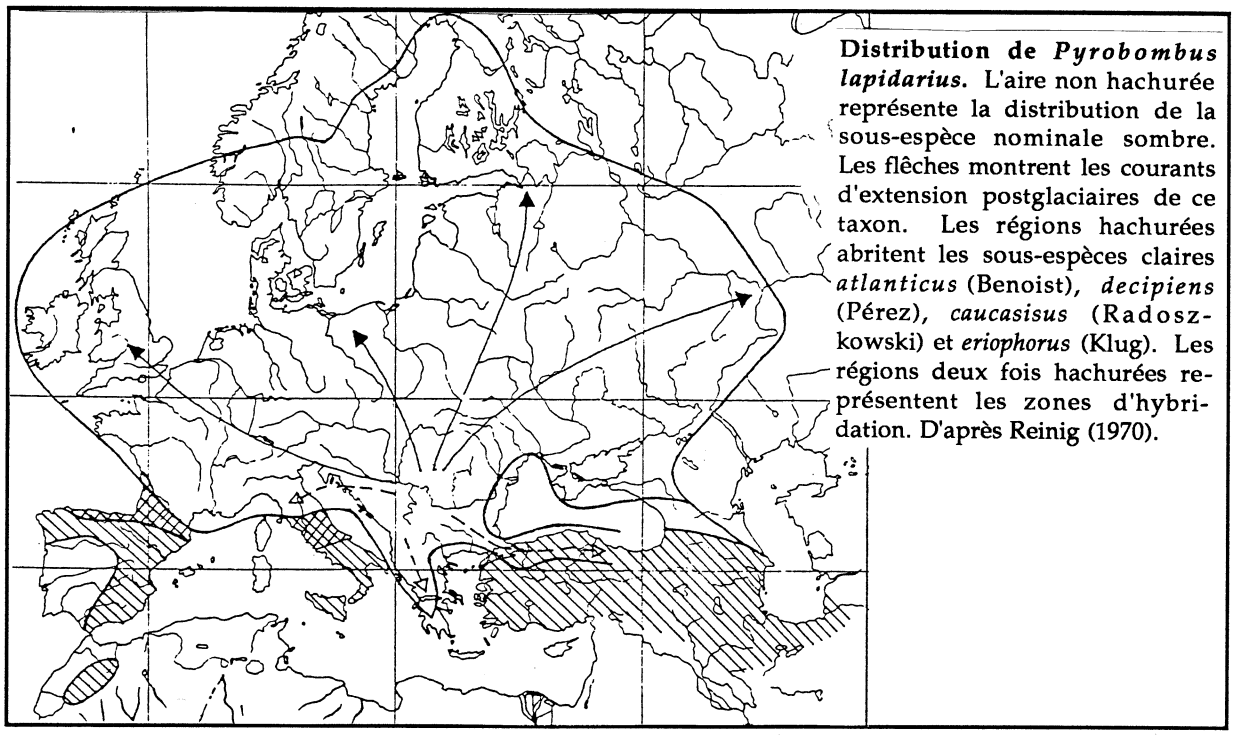


Figure 27
Dispersion de Pyrobombus lapidarius après la fin de la glaciation Würm (d'après Reinig, 1970: 69)



Distribution de *Pyrobombus lapidarius*. L'aire non hachurée représente la distribution de la sous-espèce nominale sombre. Les flèches montrent les courants d'extension postglaciaires de ce taxon. Les régions hachurées abritent les sous-espèces claires *atlanticus* (Benoist), *decipiens* (Pérez), *caucasisus* (Radoszkowski) et *eriophorus* (Klug). Les régions deux fois hachurées représentent les zones d'hybridation. D'après Reinig (1970).

Pour *B. cryptarum* et pour *B. magnus*, la distribution et les mécanismes de peuplement ont été discutés par Rasmont (1984) et Rasmont *et al.* (1986). Pour expliquer l'absence de *B. cryptarum* de la Montagne Noire, on peut émettre deux hypothèses. Soit cette espèce s'est implantée au Massif Central plus tard que *pomorum*, à une époque plus chaude à laquelle il était déjà impossible pour elle de passer du Massif Central à la Montagne Noire; soit, l'espèce s'est implantée dans le Massif Central en même temps que *pomorum* mais aurait été éliminée de la Montagne Noire lors d'un épisode post-glaciaire chaud (par exemple lors de l'optimum Atlantique en 5500-2500 A.C.). *B. cryptarum* est une espèce polytypique. Dans le Massif Central, on trouve la sous-espèce sombre *cryptarum* (nord de l'Europe) aussi bien que la ssp. claire *reinigianus* Rasmont (Alpes, Balkans, Asie Mineure) et leurs hybrides (Rasmont, 1984). Le Massif Central a donc accueilli deux invasions de cette espèce, une invasion nordique de la ssp. *cryptarum* et une invasion orientale (des Alpes) de la ssp. *reinigianus*.

Dans trois cas pour la faune de France et de Belgique, on rencontre un couple d'espèces vicariantes: *B. magnus/cryptarum*, *M. ruderatus/argillaceus* et *M. asturiensis/hortorum*. La première espèce de chacun des couples est originaire d'un refuge ibérique de faune; l'autre est originaire de la région pontique ou sibérienne (Reinig, 1939a, 1970; Rasmont, 1984). Dans le cas de *B. cryptarum*, le cas se complique par l'arrivée, à la fois, par le nord, de la sous-espèce sombre *cryptarum* d'origine très probablement sibérienne, et par l'est de la ssp. claire *reinigianus*, d'origine pontique (Rasmont, 1984). *M. argillaceus* ne se trouve que dans le sud-est de la France où elle remplace *M. ruderatus* en montagne. Tout comme *B. magnus* semble entrer en compétition avec *B. cryptarum* (Rasmont, 1984), *M. argillaceus* et *M. ruderatus* semblent s'exclure de

telle sorte qu'on ne les trouve que rarement ensemble. *M. hortorum* et *M. asturiensis* se trouvent ensemble dans une grande partie de la péninsule ibérique. *M. asturiensis* ne dépasse pas les Pyrénées vers le nord et dans ce seul cas, l'espèce orientale *hortorum* a envahi une grande partie de la péninsule (Rasmont, 1983b). On n'a encore aucune observation éthologique notable sur *M. asturiensis*. Toutes les espèces d'origine ibérique se présentent comme des taxons vicariants appartenant à une super-espèce de distribution bien plus vaste. Aucune "grande espèce" n'est originaire de cette péninsule. Celle-ci a donc fonctionné comme un centre de dispersion **secondaire**.

Au contraire, le sud de l'Europe Centrale semble avoir constitué le berceau d'au moins un genre très original: *Confusibombus* Ball.

Deux espèces sont nettement d'origine sibérienne (*M. distinguendus* et *M. veteranus*). *M. veteranus* semble être un immigrant plus récent que *M. distinguendus* comme le montre son absence des îles Britanniques.

La plupart des espèces sont polytypiques et présentent une sous-espèce endémique ibérique (ou tout au moins une population qui indique un isolement ibérique marqué) en plus d'autres sous-espèces d'origine est-européenne ou sibérienne (*Ps. rupestris* (Reinig, 1935), *Ps. bohemicus, Ps. campestris, Ps. barbutellus, Ps. quadricolor, B. lucorum* (Krüger, 1951, 1958; Rasmont, 1986), *A. wurfleini* (Reinig, 1965; Rasmont *et al.*, 1986; Reinig & Rasmont, 1988, *P. hypnorum, P. pratorum* (Tkalcû, 1985), *P. jonellus* (Rasmont, 1986), *P. lapidarius* (Reinig, 1935) *P. soroeensis, M. subterraneus, M. sylvarum, M. ruderarius, M. humilis* (Reinig, 1976), *M. pascuorum* (Rasmont, 1983c)). En plus de la littérature particulière citée, on consultera avec profit les travaux de Reinig (1939a, 1970), Delmas (1976) et Ornosa (1984). Les Pyrénées et, dans une moindre mesure le Massif Central, sont le siège d'hybridations lorsque la population ibérique est en connexion avec les populations d'origine orientale (par exemple pour *P. lapidarius*; Reinig, 1970).

Une seule espèce, *P. cullumanus* semble originaire du sud-ouest de la France.

Seules trois espèces, *M. subterraneus, M. humilis* et *M. pascuorum* montrent une subspéciation nette dans le nord de l'Italie. La péninsule italienne est la seule qui ne soit à l'origine d'aucune bonne espèce de bourdons. Son isolement glaciaire a donc dû être moins net et moins long que celui, par exemple, de la péninsule ibérique.

B. terrestris, Ps. vestalis et *Ps. maxillosus* sont originaires du bassin méditerranéen. Antérieurement à sa dichotomie, le couple *M. ruderatus/M. argillaceus* a très probablement la même origine.

M. muscorum est une espèce très polytypique dans la région atlantique. Il n'est pas à exclure que ce soit une espèce originaire de cette région.

Dans la discussion sur l'altitude, on a souligné que pour plusieurs espèces subalpines (*B. mendax, P. pyrenaeus, M. mesomelas* et *M. mucidus*, plus les taxons particuliers *P. brodmannicus* et *M. inexspectatus*), il n'existe pas de

distribution de plaine au nord de l'Europe alors qu'on pourrait s'y attendre sur la seule base de leur Lentille de Gorodkov. Kowalski (1977) émet l'hypothèse que durant le Würm, la toundra qui couvrait alors la plus grande partie de l'Europe non péninsulaire présentait deux faciès distincts; un faciès humide et un faciès sec, steppique. Chacun de ces faciès aurait été accompagné d'une faune distincte. La toundra nordique actuelle n'offrirait de refuge qu'à la faune de l'ancienne toundra humide. La toundra steppique aurait complètement disparu, en même temps que plusieurs des grands Mammifères de sa faune, le Mammouth (*Elephas primigenius*) et le Rhinocéros laineux (*Rhinoceros tichorhinus*).

On peut émettre l'hypothèse que les espèces subalpines de bourdons citées auraient été inféodées à cette toundra steppique disparue. Cet ancien biotope n'aurait trouvé refuge qu'aux étages pseudoalpins et alpins des montagnes du sud de l'Europe. A l'opposé, *P. monticola* et *A. alpinus* auraient été des habitants de l'ancienne toundra humide et auraient pu trouver refuge dans la toundra nordique actuelle.

A l'appui de cette hypothèse, remarquons que *P. brodmannicus delmasi, B. mendax, M. mesomelas mesomelas* et *M. mucidus* sont très proches parents de taxons inféodés aux hautes steppes des montagnes de l'Anatolie orientale (Reinig, 1971; Özbek, 1983), respectivement *P. brodmannicus* aff. *brodmannicus, Bombias handlirschianus* (Vogt,1909) et *B. shaposhnikovi* (Skorikov, 1910), *Megabombus mesomelas alboluteus* (Vogt, 1909), *Megabombus persicus* (Radoszkowski, 1881). Il est apparent que les espèces subalpines de l'ancienne toundra steppique affectionnent particulièrement les adrets alpins et pseudoalpins dans les Alpes et les Pyrénées et ne se retrouvent guère à l'étage subalpin boisé surtout en ubac. Cette distinction dans le biotope des espèces subalpines correspond aux notions d'espèces "orophiles" (espèces d'adrets, de pentes herbeuses sèches) et "crystallophiles" (espèces d'ubacs, de pentes et de vallons humides) selon le classement de Pittioni (1938a). Pittioni rangeait *pyrenaeus, sicheli* et *mesomelas* dans les orophiles, et *alpinus* dans les crystallophiles. Cet auteur place encore *M. gerstaeckeri, A. wurfleini* et *P. monticola* (=*B. lugubris*) dans les espèces "hylophiles" de haute montagne.

Les hautes pelouses subalpines et alpines seraient donc le seul refuge actuel des espèces de la toundra steppique du Würm. On conçoit bien que de grands Mammifères tels que le Mammouth ou le Rhinocéros laineux, étudiés par Kowalski (1977), n'aient pu survivre dans un tel habitat.

On peut rapprocher les cas de *Ps. flavidus, P. sicheli* et *M. gerstaeckeri*. Dans les trois cas, on a un groupe de taxons méridionaux subalpins et un taxon vicariant nordique qui habitent la taïga à une latitude inférieure à celle qu'on pourrait induire de la Lentille de Gorodkov du groupe du sud. Pour le couple d'espèces vicariantes *M. gerstaeckeri/M. consobrinus* (Dahlbom, 1832), Løken (1973:120) propose l'hypothèse suivante: "*The origin of* B. consobrinus *may be Eastern Asia, from where the species migrated to Europe by two principal routes: (1) a northwestern way through Siberia to Scandinavia, and (2) a westerly route somewhere branched off from the northwestern one and successively reaching the Balkan mountains, Alps, and the Pyrenees.*" Cet auteur raccroche aussi la population du Caucase à ce dernier courant de peuplement qui constitue *M.*

gerstaeckeri. Le *M. consobrinus* de Scandinavie et le *M. gerstaeckeri* des Alpes diffèrent tant au point de vue morphologique (Tkalcû, 1969) que du point de vue enzymologique (Obrecht & Scholl, *en préparation*). Un tel mécanisme rappelle fort le "*Rassenkreis*" classique (Rensch, 1928; de Lattin, 1967; Bernardi, 1981).

Le même chemin pourrait avoir donné lieu au même résultat pour *Ps. flavidus*, séparant un taxon nordique de la taïga, *Ps. flavidus flavidus*, parasite de *P. cingulatus* ou *P. jonellus*, de taxons méridionaux subalpins, *lutescens* et *alpium*, qui parasitent *P. pyrenaeus* ou *P. monticola*.

On peut encore invoquer un mécanisme semblable pour *P. sicheli* mais jusqu'ici, rien n'a porté à penser que les *sicheli* sibériens et européens diffèrent à un niveau spécifique. Il est vrai aussi que toutes les espèces de ce sous-genre *Melanobombus* sont de morphologie très proche (comme dans le genre *Bombus* s.s.). La taxonomie de ce sous-genre très difficile est encore largement en friche pour l'Asie. Reinig (1965) cite *M. gerstaeckeri* et *P. sicheli* comme un exemple de "*Subarktisch-subalpine Disjunktion*".

Deux espèces de bourdons de la steppe pontique existent aussi dans la péninsule Ibérique sans aucune différence subspécifique notable: *P. serrisquama* et *M. laesus mocsaryi*. Cette dernière existe aussi dans le Maghreb. Il n'est pas possible d'invoquer, pour ces espèces, une voie de peuplement par le Proche-Orient et l'Afrique du Nord à la faveur d'une glaciation. Les populations ibériques sont en effet en tous points semblables à celles des steppes d'Europe de l'est et très différentes des taxons vicariants des steppes d'Asie Mineure, *P. apollineus* (Skorikov, 1910) et *M. laesus laesus* (Skorikov, 1909). Il est de toute évidence qu'un couloir steppique entre l'Espagne et l'Europe de l'Est a dû exister à une époque assez récente, certainement tardi- ou post-glaciaire. Ce n'est qu'à la faveur d'un tel couloir que ces deux espèces ont pu pénétrer dans la péninsule Ibérique. Cet évènement ne peut être que récent comme l'indique le niveau de subspéciation quasi-nul de ces populations par rapport à l'Europe de l'Est. Si l'immigration avait été ancienne, une différenciation de coloration, en général très rapide chez les bourdons, n'aurait pas manqué de se produire, ce qui n'est pas le cas. Si le réchauffement post-glaciaire a été rapide, il est possible que la toundra steppique, déjà réchauffée mais encore peu recolonisée par la forêt, ait pu servir de couloir steppique. Le fait que *P. serrisquama* et *M. laesus* soient absents d'Italie montre que la connexion steppique a dû s'effectuer par le nord des Alpes. De toute évidence, il n'est pas nécessaire qu'une vraie steppe continue ait existé pour que ces espèces aient pu passer. Une bande de terres chaudes et sèches, à végétation très rase, du même genre que le Causse du Larzac, a pu suffire. Quoi qu'il en soit, les conditions hypothétiques qui ont permis ce peuplement ont maintenant disparu.

6.3. La classification écologique

Par "classification écologique des bourdons", on entendra ici leur séparation en groupes basée sur la troisième composante de l'analyse de la faune du Languedoc-Roussillon.

Comme déjà signalé au chapitre 5., le travail le plus récent qui concerne la classification écologique des bourdons du sud de l'Europe est celui de Reinig (1972). Les données de celui-ci ont été réanalysées par Pekkarinen (1984) qui y retrouve les mêmes groupements malgré une méthode d'analyse différente. Cet auteur et Teräs (1985) font en plus une synthèse de ce qui est connu pour le nord de l'Europe. On dispose maintenant d'études pour les Balkans (Pittioni, 1938a; Reinig, 1972), la Basse-Autriche (Pittioni & Schmidt, 1942), l'Allemagne (Postner, 1952; Reinig, 1972), la Hongrie (Moczar, 1953), la Pologne (Dylewska, 1957) et la Finlande (Teräs, 1976, 1985; Ranta & Tiainen, 1982). Il devrait pouvoir être simple de comparer la place de chaque espèce dans la classification des auteurs cités. Hélas, ils utilisent le plus souvent des systèmes distincts, ce qui complique les choses. Pittioni & Schmidt (1942), Postner (1952), Moczar (1953) et Dylewska (1957) ont utilisé la classification de Pittioni (1938) à peine transformée:

"*1). Eremophil: so nenne ich Tiere, die in erster Linie Trocken-, Gras-, Busch- und Waldsteppen bewohnen.*

2). Orophil: Bewohner trockener Gebirgshänge, sowohl unter als auch über der Waldgrenze.

3). Hylophil: Bewohner der Waldländer der Ebenen und der Gebirge.

4). Krystallophil: Bewohner feuchter Gebirgstäler und Gebirgshänge zwischen oberer Wald- und Schneegrenze."

On a rarement utilisé les termes "orophile" et "crystallophile" à la suite de Pittioni (1938). Une des raisons de cette défection est sans doute que l'écologie des bourdons de haute montagne n'a plus guère été étudiée . Une autre raison est probablement encore que ces deux notions apparaissent peu nettes par rapport à l'"érémophilie" et l'"hylophilie". Une des raisons de ce peu de netteté de l'opposition "orophilie-crystallophilie" provient du fait qu'en montagne les biotopes sont étagés et s'interpénètrent étroitement. D'un coup d'aile une espèce "orophile" pourra butiner en forêt une plante appréciée et une espèce "crystallophile" peut sortir de l'ombre et des vallons humides pour de courtes excursions en adret. La méthode d'analyse employée ici n'a pas permis de séparer ces espèces subalpines en "orophiles" ou "crystallophiles". C'était prévisible du fait de la faible résolution spatiale de l'unité choisie (carré de 10km de côté). Comme on l'a déjà vu plus haut, la distinction de ces deux types de distribution semble bien correspondre à des différences d'habitat. Pour pouvoir analyser cela par une méthode statistique précise, il faudra utiliser une bien meilleure résolution spatiale. Il faudrait peut-être même n'étudier que la distribution des nids comme l'ont fait Svensson & Lundberg (1977) en

Scandinavie, puisqu'il semble qu'après la fondation, les membres d'une colonie puissent changer d'étage au cours des vols de ravitaillement.

De la classification de Pittioni, beaucoup d'auteurs ont utilisé les adjectifs "eurytopique" et "sténotopique" dont l'étymologie donne bien la signification. Pittioni & Schmidt (1942) ont encore ajouté le préfixe "*hyper*" et une catégorie "*intermédiaire*" pour les espèces les plus ubiquistes. *Pyrobombus lapidarius*, par exemple, a été qualifié d'"*hypereuryök-intermediär*". Un des défauts majeurs de cette classification est qu'elle n'a guère été utilisée en dehors de l'étude des Apoïdea.

Reinig (1972) a préféré une classification plus simple en "espèces de forêt", "espèces de lisière" et "espèces de terrains ouverts". La grande différence entre les échelles de ces deux systèmes est la reconnaissance par Reinig d'un groupement de lisière (et non pas "*intermediär*") en plus de ceux de forêt et de terrains ouverts.

Tableau XIII
Comparaison entre les groupements écologiques de bourdons proposés par la présente étude et par les auteurs d'Europe Centrale.

P = groupes de Pittioni & Schmidt (1942), Moczar (1953) et Dylewska (1957) (les divergences mises en évidence par Reinig, 1972, ne sont pas figurées).

R = Reinig (1972)

* = présente étude

Equivalences proposées entre le système de Reinig et celui de Pittioni:

- espèces de forêt	= hylophiles sténotopiques;
- espèces de lisière	= hylophiles eurytopiques + hypereurytopiques intermédaires;
- espèces de terrains ouverts	= érémophiles eurytopiques + érémophiles sténotopiques.

Les espèces subalpines sont omises.

(1) Reinig (1972) place *hortorum* et *pascuorum* parmi les espèces de lisière pour Hardt (Baden-Wurtemberg) et parmi les espèces de forêt pour les Balkans.

(2) Espèces non analysées lors de la présente étude. *Megabombus schrencki* (Morawitz, 1881) est une espèce du nord-est de l'Europe; *Pyrobombus haematurus* (Kriechbaumer, 1870), *Megabombus mlokosievitzi* (Radoszkowski, 1877), *Pyrobombus vorticosus* (Gerstaecker, 1872), *Megabombus zonatus* (Smith, 1854) et *Megabombus fragrans* (Pallas, 1771) sont des espèces du sud-est de l'Europe; *Megabombus distinguendus*, *M. argillaceus* et *Pyrobombus serrisquama* existent dans le territoire étudié ou dans ses environs immédiats mais pas en Languedoc-Roussillon.

(3) Espèces non analysées par les anciens auteurs.

(4) *Megabombus deuteronymus* (Schulz, 1906) est considéré par Reinig (1974) comme une espèce de terrains ouverts mais il y a très peu de données pour cette espèce rarissime en Europe.

	forêt	lisière	terrains ouverts
wurfleini	P R *		
soroeensis	P *	R	
jonellus	P *		
lucorum	*	P R	
cryptarum(3)	*		
bohemicus	*	P	
pratorum	P R *		
hypnorum	P R *		
sylvestris	P *		
haematurus(2)	P R		
schrencki(2)	P		
magnus (3)		*	
quadricolor	P	*	
ruderarius		P R *	
veteranus		*	P R
hortorum(1)	R	P R *	
pascuorum(1)	R	P R *	
maxillosus		*	P
rupestris		P *	
humilis		P R *	
pomorum		P R *	
lapidarius		P R *	
campestris		P *	
norvegicus	P	*	
vestalis		*	P
barbutellus		P *	
sylvarum		P R *	
terrestris		R *	P
mlokosievitzi(2)		R	
muscorum			P R *
subterraneus			P R *
distinguendus		P	R
laesus			P R *
confusus			P R *
cullumanus(3)			*
serrisquama			P
ruderatus		R	P *
argillaceus(2)			P R
vorticosus(2)			R
zonatus(2)			P R
fragrans(2)			P
deuteronymus(4)			?

Il n'est pas certain qu'il existe réellement des "espèces de lisière". Pour Blondel (1986), les espèces de lisière ne seraient que des espèces de forêt qui profitent des ouvertures anthropiques du milieu. De fait, les espèces de bourdons dites ici "de forêt" montrent une abondance particulière en lisière et dans les clairières. Quant aux espèces dites ici "de lisière", il est impossible de préciser s'il s'agit d'animaux strictement liés à la lisière ou de taxons peu exigeants et opportunistes (on emploie souvent de terme de "mésophiles" dans ce cas). Ces deux catégories coexistent probablement. Ainsi, une espèce presque

ubiquiste comme *Megabombus pascuorum* serait plutôt opportuniste, en comparaison de taxons comme *M. ruderarius* ou *M. humilis*.

En lieu et place des termes "espèces de forêt" ou "de terrains ouverts", on utilise souvent "espèces de milieux fermés" et "de milieux ouverts" ou encore "de végétation haute" et "de végétation basse". Pour se rapporter à un autre vocabulaire largement utilisé en écologie (Duvigneaud, 1964), les espèces de forêt sont celles qui fréquentent la *Silva* et ses lisières, les espèces de terrains ouverts se cantonnent au *Saltus*. Quant aux espèces de lisière, elles habitent les mosaïques de *Saltus* et de *Silva* et les lisières. En outre, elle comportent les espèces opportunistes qui fréquentent l'*Ager* et même l'*Urbs*.

Les milieux urbains peuvent favoriser certaines espèces très sténotopes ailleurs: *Pyrobombus hypnorum*, une espèce de forêt colonise les zones urbaines et suburbaines du nord de l'Europe; *Pyrobombus niveatus* (Kriechbaumer), une espèce typiquement steppique, abonde dans les villes et villages d'Anatolie où elle trouve des sites de nidification particulièrement favorables (Özbek, 1983).

Il y a encore une différence, fondamentale en apparence, entre la classification de Pittioni (1938) et celle de Reinig (1972). Pittioni considérait son système comme un moyen d'analyse des distributions géographiques ("*Verbreitungsformen*", pour Teräs, 1985: "*Distribution types*") alors que Reinig a voulu mettre au point un système de description de la distribution écologique (l'habitat) d'une espèce ("*ökologische Verbreitungstypen*", pour Teräs, 1985: "*habitats*").

Le tableau XIII montre que les groupements définis par Pittioni & Schmidt (1942) correspondent bien, au vocabulaire près, à ceux proposés par Reinig (1972) et par la présente étude. Les divergences sont rares; c'est assez étonnant, vu les fortes différences de méthodes entre ces études. Il faut voir là, la preuve d'une classification écologique assez robuste du fait de sa constance depuis les Pyrénées jusqu'aux Balkans en passant par l'Europe Centrale. Sur la seule base de ses résultats, il est malheureusement difficile d'étendre la comparaison aux études de Teräs (1985, en Finlande) faites à l'échelle d'un tout petit territoire.

Examinons succinctement les divergences ponctuelles entre le nouveau classement et celui des auteurs précédents. Pour *Ps. quadricolor, M. veteranus, Ps. maxillosus, Ps. norvegicus* et *Ps. vestalis*, l'insuffisance du nombre de spécimens repris dans l'étude du Languedoc-Roussillon peut expliquer les différences. Il est fort possible que des erreurs de détermination de *B. lucorum* aient masqué les affinités de cette espèce chez les anciens auteurs. La taxonomie de cette espèce n'est en effet clarifiée que depuis peu (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986). Pittioni & Schmidt ont placé *Ps. bohemicus* dans le même groupe que *B. lucorum* malgré l'aspect nettement plus "hylophile" de sa distribution qui est bien visible sur leur "*Verbreitungskarte 4*" et leur "*Tafel IV*". Il n'y a pas d'explication valable pour les divergences qui concernent *P. soroeensis* et *M. ruderatus*.

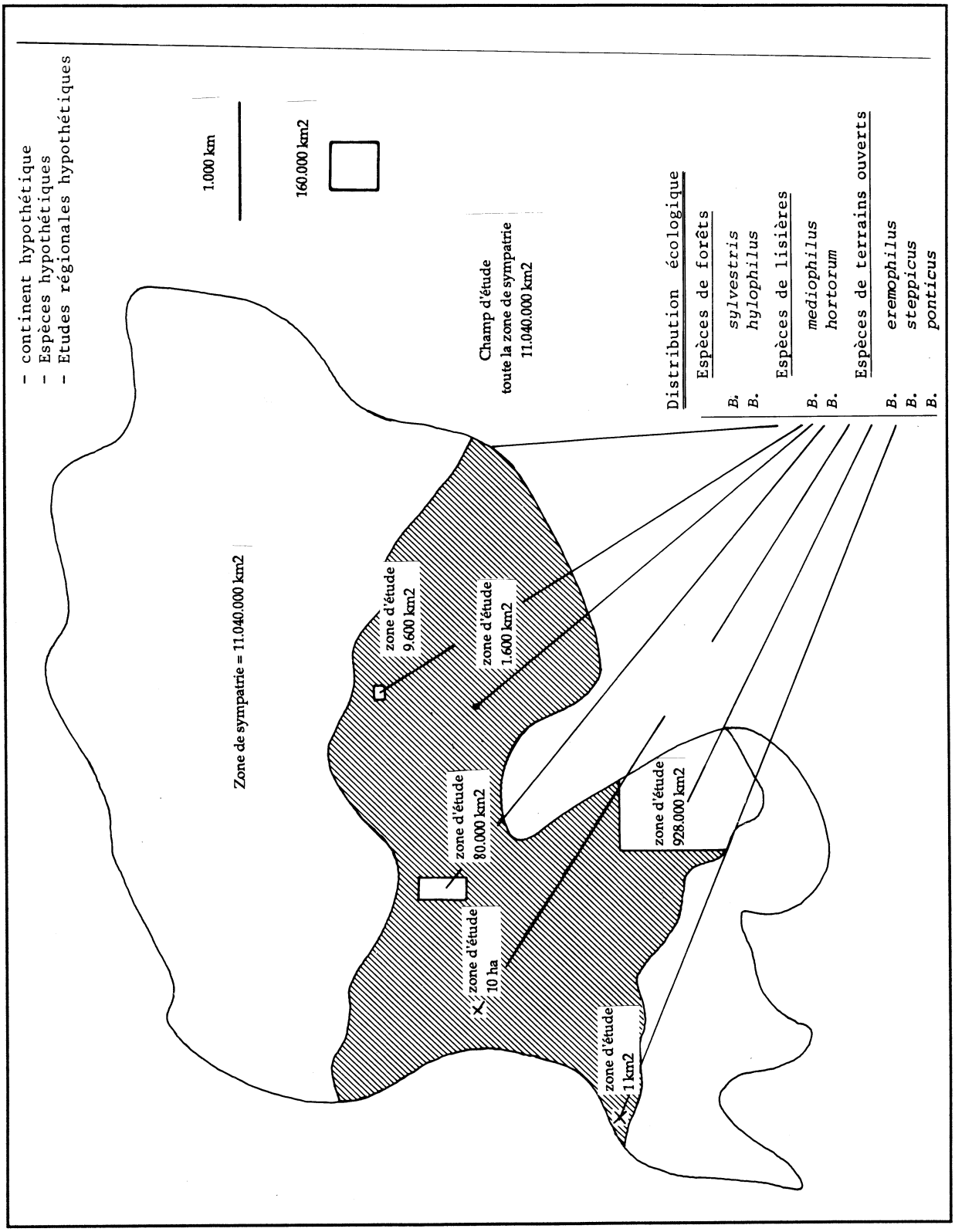
Reinig (1972) avait basé son étude sur une très petite région du Baden-Wurtemberg (les Schwäbische Alp près de Nürtingen-Hardt). Il avait déterminé

ses groupes par l'analyse d'une matrice de fidélité ("*Syntopie Spektren*"). Pekkarinen (1984) établissant un dendrogramme sur la base de la matrice de fidélité de Reinig retrouve les mêmes résultats, très proches de ceux observés ici, on l'a vu. La méthode de groupement utilisée ici, tout comme celles de Reinig et Pekkarinen, a l'avantage d'avoir fonctionné au départ d'une simple collection de données zoogéographiques, sans l'intervention d'aucune observation écologique. Elle est aussi le fruit d'une méthode purement statistique, ce qui est une garantie de sa reproductibilité. Quant au vocabulaire de Reinig, il semble préférable à celui de Pittioni du fait, surtout, de sa simplicité.

Que l'on étudie les groupements à l'échelle locale (Reinig, 1972 dans les Schwäbische Alp), à l'échelle régionale (présente étude, Pittioni & Schmidt, 1942 dans la Nieder Donau) ou à encore plus vaste échelle (Moczar, 1953 en Hongrie; Dylewska, 1957 en Pologne; Reinig, 1972 dans les Balkans), on retrouve toujours la même classification. Gaspar (1970, 1971, 1971b, 1972) a démontré, par l'étude des Formicidae, que la distribution d'une espèce à l'échelle locale ou régionale est en étroite relation avec sa distribution continentale. La classification écologique des bourdons confirme cette théorie. On se trouve en face d'un phénomène indépendant de l'échelle (fig. 29). Cette caractéristique rappelle fort les **objets fractals** (Mandelbrot, 1978, 1982; Mandelbrot *in* Lesort, 1986; Frontier, 1987). Legendre (1987) indique que lors de l'analyse faunique d'une région, le nombre de degrés de liberté (le nombre de "dimensions" de l'analyse) que l'on peut considérer dans les tests multivariés est fractionnaire. Encore une fois, on entrevoit une caractéristique importante des objets fractals dont le nombre de dimensions est lui aussi, par définition, fractionnaire. Cet aspect d'**objet fractal** dela distribution de la faune pourrait avoir des conséquences méthodologiques importantes pour la faunistique, notamment pour le développement et l'utilisation de modèles mathématiques descriptif et même prédictif. En tout état de causes, cet aspect fractal de la faune mérite une étude approfondie.

Voici une première proposition pour cette nouvelle hypothèse zoogéographique induite: **à l'intérieur de leur zone de sympatrie, la distribution écologique d'un groupe d'espèces concurrentes est un objet fractal** (c'est-à-dire que les groupements écologiques sont semblables quelle que soit l'échelle du territoire étudié). On propose de l'appeler "**Règle de Gaspar**" car Gaspar est le premier auteur qui ait mis ce phénomène en évidence. La figure 28 donne une illustration de la Règle de Gaspar dans un continent hypothétique.

Figure 28
Illustration de la Règle de Gaspar dans un continent hypothétique.



6.4. Les plantes alimentaires

On a discuté plus haut une grande partie des questions qui concernent les fleurs butinées par les bourdons. On se contentera maintenant d'examiner en quoi les choix alimentaires des espèces interfèrent avec l'écologie et les mécanismes de peuplement.

C'est devenu banal de constater que les bourdons butinent des fleurs dont la profondeur de corolle est proportionnelle à la longueur de leurs pièces buccales (Heinrich, 1976b; Pekkarinen, 1979, 1984; Ranta & Lundberg, 1980; Teräs, 1985). Comme la longueur de langue moyenne diffère d'un sous-genre à l'autre, il était prévisible que les choix alimentaires reflètent la classification subgénérique. On l'a de nouveau observé et il n'y a pas lieu d' y revenir.

Polylectisme et abondance spécifique

Une des observations originales essentielles est que le nombre de familles botaniques butinées, ou le nombre d'espèces végétales, est fortement corrélé avec le nombre de carrés occupés par une espèce de bourdons. Ce dernier paramètre est sans conteste une bonne mesure de la prospérité d'une espèce (Leclercq, 1973, 1975, 1979; Leclercq *et al.*, 1980; Gaspar, Leclercq & Wonville, 1975). Il n'y a par contre qu'une corrélation insignifiante entre le nombre d'espèces végétales et le nombre moyen de spécimens par carré (abondance moyenne). Cela montre que c'est bien l'étendue de la dispersion d'un bourdon et non pas son abondance qui est liée à son polylectisme. Il semble le plus vraisemblable que ce soit le polylectisme d'une espèce de bourdons qui détermine le nombre de carrés occupés et non pas l'inverse. **Le polylectisme apparaît donc comme un facteur important de prospérité d'une espèce de bourdons.**

On pourrait imaginer que ce soit, à l'inverse, la dispersion d'une espèce qui entraîne son polylectisme (par adaptation aux conditions locales). Plus elle serait répandue et plus elle devrait varier son menu. Dans ce cas, son abondance moyenne devrait, elle aussi, être corrélée au nombre de plantes visitées; une espèce très abondante dans une station devrait y butiner plus de fleurs qu'une espèce rare. Ce n'est pas le cas; il n'y a aucune corrélation entre le nombre de plantes butinées et le nombre de spécimens par carré. **Ce n'est donc pas l'abondance qui implique le polylectisme mais bien, à l'inverse, le polylectisme de l'espèce qui détermine sa prospérité.**

Partage des ressources florales et diversité faunique

Le partage des ressources florales par les bourdons a été abondamment étudié par les auteurs finnois (Ranta & Lundberg, 1980; Ranta, 1981; Ranta, Lundberg & Teräs, 1981; Ranta & Vepsäläinen, 1981; Hanski 1982; Ranta & Tiainen, 1982; Pekkarinen, 1984; Teräs, 1985) ainsi que par Inouye (1977a, 1977b, 1978), Pyke (1982), Barrow (1983) et Barrow & Pickard (1984). C'est ce qu'on pourrait appeler la "**règle d'Inouye**" (Inouye, 1977a,b) qui a introduit le débat entre ces auteurs sur le nombre maximal d'espèces que peut comporter une communauté de bourdons. Pour Inouye, dans un habitat donné, seulement trois ou quatre espèces communes de bourdons peuvent se partager les ressources florales: **une espèce à langue longue, une espèce à langue moyenne, une espèce à langue courte et, parfois, une espèce voleuse de nectar**. D'après Hanski (1982) et Pyke (1982), d'autres espèces (dites "satellites") pourraient encore exister dans la communauté mais en faible proportion (moins de 3 % des effectifs d'après Pyke, 1982). Ranta *et col.* suggèrent que cette règle d'Inouye ne serait valide que dans un environnement et un climat stables. Dans une région au climat instable, beaucoup de bourdons seraient tués par le mauvais temps et le facteur limitant n'y serait plus la nourriture. Cela entraînerait une réduction de la compétition pour les ressources florales. Dans un environnement très instable, la communauté serait proche d'une collection aléatoire d'espèces de la faune régionale ("*random collection from the geographical species pool*"; Ranta & Vepsäläinen, 1981). Ranta & Vepsäläinen expliquent ainsi la présence conjointe de 11 espèces dans un biotope subarctique, ce qui est beaucoup plus que prévu par l'application stricte de la règle d'Inouye.

Hanski (1982) et Pekkarinen (1984) contestent la théorie de Ranta & Vepsäläinen en distinguant les espèces principales ("***core-species***") des espèces satellites ("***satellite-species***") dont la participation à la compétition serait négligeable. En ne tenant compte que des espèces principales, la règle d'Inouye serait, pour ces deux auteurs, respectée dans **tous les cas**. Sur des considérations théoriques, Hanski (1982) propose même un nombre potentiel maximal d'espèces de bourdons cohabitantes: 7 espèces. Pekkarinen (1984) conteste aussi Ranta & Vepsäläinen car "(it is) *difficult to understand how a mechanism based on casual variability of the environment could maintain coexistence of potentially competitive species with similar proboscis lenghts and flower spectra during long periods and in different areas*".

L'étude de la faune de Corse (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*) montre pourtant la validité de la théorie de Ranta *et col.* grâce à la comparaison de cette faune avec celle du Larzac (Rasmont, Delmas & Leclant, *sous presse*). Le climat corse est très stable (Grandjouan, 1978; Brisse *et al.*, 1982) et le nombre d'espèces conjointes correspond à la règle d'Inouye ("pas plus de quatre espèces dans un habitat: une espèce à langue courte, une à langue moyenne, une à langue longue et une voleuse de nectar"). Par contre, le climat du Larzac est très instable et brutal et, malgré la végétation plutôt monotone, le nombre d'espèces conjointes y est très élevé: 24 espèces dont 10 sont représentées

par plus de 3% du nombre total de spécimens. Dans les Pyrénées, les carrés DH10 et DH20 offrent des cas encore plus marquants; DH10: 30 espèces dont 14 principales (représentées par plus de 3 % du nombre total de spécimens); DH20: 34 espèces dont 16 principales (Rasmont, *sous presse*). Bien entendu, la présente étude considère une entité géographique plutôt qu'un habitat ou une communauté. Il faut pourtant préciser que dans ce genre d'endroits riches, il est arrivé à l'auteur de récolter en une heure jusqu'à 13 espèces qui butinaient ensemble dans un seul champ de trèfles ou de vesces. Les espèces peuvent s'éloigner beaucoup de leur nid pour rechercher leurs fleurs favorites (Teräs, 1985), au moins jusqu'à 1 km (Bowers, 1985) et probablement bien plus loin (Ghys, 1948; Heinrich, 1979). On peut donc imaginer qu'un champ de trèfles bien situé pourrait alimenter la faune de plusieurs biotopes ou de plusieurs étages de végétation. Le spectre faunique d'un tel champ représenterait alors une somme de la diversité de plusieurs biotopes. En tenant compte de ce phénomène, si les données de Cerdagne (DH10, DH20) représentent effectivement la somme des récoltes de plusieurs étages de végétation et de faune (de 1000 à 3000m), le Larzac (EJ25, EJ16), par contre, est un plateau d'altitude presque constante (700-800 m) et d'une assez grande monotonie phytosociologique. Il n'est donc pas possible d'invoquer le seul étagement des végétations ou la diversité des biotopes pour expliquer la richesse faunique du Larzac. **La théorie de Ranta & Vepsäläinen constitue actuellement la meilleure hypothèse pour expliquer cette richesse faunique paradoxale du Larzac.**

Le travail de Brosset (1982, cité par Blondel, 1986) confirme aussi la théorie de Ranta au travers de l'étude de Poissons Aplocheilidae (=Cyprinodontidae) de la forêt équatoriale du Gabon. Ces poissons vivent dans de très petites mares ou flaques (par exemple des empreintes d'éléphants) de la forêt. Brosset a étudié les 8 espèces qui cohabitent dans le bassin de l'Ivindo (Gabon). Ces espèces ont les mêmes exigences écologiques et se nourrissent de la même façon. On les rencontre dans les mêmes stations en petites populations mosaïques monospécifiques. Ils sont peu féconds mais ils produisent de gros alevins de viabilité très élevée. Un grand nombre de petites populations sont détruites sans arrêt par le parasitisme ou l'assèchement des flaques. Dans un environnement stable, la communauté d'Aplocheilidae se concentrerait dans quelques mares permanentes et deviendrait rapidement oligospécifique du fait de la concurrence et de l'agressivité interspécifique intense. Une forte instabilité est assurée par les fortes pluies et par le passage des éléphants qui détruisent beaucoup de poissons mais qui recréent perpétuellement de nouvelles ressources. Pour ces Aplocheilidae concurrents, **seule l'instabilité de l'habitat permet le maintien de la diversité spécifique des communautés.**

Des espèces concurrentes peuvent donc bien se maintenir ensemble dans un biotope grâce à la seule évolution chaotique et catastrophique de celui-ci. **Le fait que la théorie de Ranta et Vepsäläinen trouve une confirmation chez des taxons aussi différents que les Bourdons et les Aplocheilidae et dans des biotopes aussi éloignés que la forêt équatoriale et le Causse du Larzac montre qu'il s'agit d'une théorie faunique fondamentale.**

Il semble peu probable que la longueur du proboscis puisse expliquer seule tout le phénomène de partage des ressources par les bourdons. L'oligolectisme,

même modéré, est un de ces mécanismes qui peut réduire fortement la compétition interspécifique. Toutefois, les bourdons oligolectiques sont aussi les plus localisés puisqu'ils dépendent de sites abondamment pourvus de leurs plantes favorites. La présence de grandes populations de leurs fleurs préférées peut être la cause principale de l'abondance locale d'une espèce. On observe ainsi un très grand nombre de *M. pomorum* dans le Larzac alors qu'ailleurs, l'espèce est plutôt rare (Rasmont *et al.*, 1987).

La disponibilité des ressources alimentaires est, bien évidemment, une des causes les plus importantes des différences d'abondance locale des espèces oligolectiques.

6.5. Autres facteurs d'abondance

Par un raisonnement obscur, Teräs (1985) montre que la taille moyenne des colonies détermine l'abondance locale d'une espèce. Cela ne semble pas une théorie valide. Des espèces à très grosses colonies comme *P. lapidarius* ou *P. hypnorum* sont des espèces dont l'abondance est fort variable dans le temps et dans l'espace, malgré que l'une de ces espèces soit localisée et l'autre fort répandue. *M. pascuorum* et *M. hortorum* ne sont pas connus pour faire de grosses colonies; ce sont pourtant des bourdons fort répandus et abondants. Une espèce comme *M. muscorum* fait de très grosses colonies (de Jonghe, *com. pers.*); c'est pourtant une espèce fort localisée. Les contre-exemples de ce genre abondent.

Un autre facteur extrafloral important de compétition interspécifique qui pourrait fort influencer l'abondance des espèces de bourdons est la disponibilité de sites de nidification (Cumber, 1953; Hobbs *et al.*, 1962; Rasmont, 1984). Lorsque le nombre de sites disponibles est limité, les espèces tardives ne trouvent plus que peu de places libres à leur réveil printanier (Rasmont, 1984). La précocité pourrait ainsi être un important facteur d'abondance (Teräs, 1985). Des régions comme la Cerdagne (DH10, DH20) et le Larzac (EJ25, EJ16), sont rocailleuses et très bien pourvues en sites de nidifications potentiels et cette compétition doit y être réduite. Cela pourrait expliquer l'abondance de certaines espèces tardives (*C. confusus, P. cullumanus, M. gerstaeckeri*). Une espèce comme *M. pomorum* est pourtant très précoce (Delmas, 1976), ce qui ne l'empêche pas de n'être que très localement abondante.

La taille moyenne des nids et la précocité d'une espèce semblent donc des facteurs d'abondance mineurs.

D'autres facteurs peuvent encore influencer l'abondance relative et la prospérité des espèces: fécondité utile des femelles fondatrices (c'est-à-dire le nombre moyen de jeunes reines élevées dans chaque nid); résistance aux prédateurs (rongeurs, par exemple); résistance aux maladies; taux moyen de survie à l'hibernation. Malheureusement, ces paramètres spécifiques sont encore largement inconnus à l'heure actuelle.

7. La dérive faunique

7.1. Introduction

Il est bien net que certaines espèces sont en régression en France, en Belgique et dans les régions limitrophes. Ces régressions de distribution se concentrent toutes dans le nord de la région étudiée. On ne peut guère évoquer un déficit récent des observations dans ces régions qui ont bénéficié et bénéficient toujours d'un effort d'exploration soutenu. Ces régions ont fait l'objet d'une **dérive faunique** de grande ampleur.

La dérive faunique peut avoir plusieurs causes: des causes anthropiques (importations d'espèces exotiques concurrentes, destructions volontaires ou involontaires d'espèces, altérations des biotopes, etc...), des causes climatiques (successions d'années chaudes ou froides, évènements météorologiques uniques ou répétés, glaciations, phénomènes géomorphologiques ou géologiques, etc...), des causes pathologiques (épizooties ou pandémies), des causes génétiques (dérive génétique, apparition d'un gène favorable à une espèce, apparition d'une nouvelle espèce, etc...). Bien souvent, plusieurs causes s'additionnent, par exemple l'ouverture d'un bras de mer (phénomène géologique) provoque une solution de continuité génétique et faunique avec le continent, des modifications climatiques, écologiques, etc...

7.2. Evaluation de la dérive faunique chez les bourdons de la Belgique

Le tableau XIV montre une comparaison entre les effectifs de bourdons capturés avant 1950 et ceux observés depuis.

Il est primordial de souligner que l'on n'examine ici que la seule abondance relative des espèces. Il n'existe aucun moyen de savoir si l'ensemble de la tribu des Bombini est en régression ou en expansion absolue car aucune estimation de la densité de population des espèces n'a été faite avant 1950.

On pourrait penser que la très forte différence d'effectif total entre les périodes étudiées (avant 1950: 78937 spécimens, après 1949: 14890 spécimens) reflète une différence d'abondance absolue des Bombinae. Bien que cela soit possible, les très forts changements d'habitudes de collecte peuvent expliquer une partie de cette disproportion. Avant 1950, l'essentiel des collectes étaient le fait d'entomologistes et le souci de protection des espèces n'existait encore presque nulle part. Aussi, le nombre moyen de spécimens par récolte était-il beaucoup plus élevé. Ainsi, à l'Institut Royal des Sciences naturelles de

Belgique, il n'est pas rare de trouver des séries monospécifiques de plusieurs centaines de spécimens capturés un même jour dans un site. De telles récoltes sont devenues impensables chez les naturalistes actuels. Le souci récent de protection des espèces incite, et c'est heureux, à collecter le moins possible de spécimens. Cette préoccupation, très vive chez les entomologistes modernes, est encore plus accentuée chez les étudiants. Ces derniers répugnent à capturer des séries et, de plus, risqueraient de se voir sanctionnés en cas de "vandalisme". Il est possible de chiffrer cet différence d'attitude: pour les données de Belgique déjà incluses dans la Banque de Données fauniques de Gembloux, on trouve une moyenne de 300 spécimens par donnée avant 1950 et seulement 148 par donnée après 1949. Ceci peut donc expliquer une bonne part de la différence d'effectif observée.

La comparaison des effectifs absolus est encore biaisée par la différence de durée entre la période d'avant 1950 et depuis lors. Si les récoltes importantes de bourdons ont débuté en Belgique vers 1870, il faut compter une période de 80 ans jusqu'à 1950. De cette année à nos jours, ne se sont écoulées que 37 années, soit une période d'observation deux fois plus courte. On peut objecter que la longue période de 1870 à 1900 n'a délivré que peu de matériel mais la même remarque est possible pour la période récente de 1950 à 1965.

Tableau XIV
Comparaison entre l'effectif des collections de bourdons d'avant 1950 et celui observé depuis lors
(d'après Rasmont & Mersch, *sous presse*).

Pour avant 1950, tout le matériel n'a pas été fiché mais tout a été compté. Pour l'essentiel, il s'agit de la collection de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, fort bien déterminée et classée par M. F.J. Ball. Seule la détermination des espèces du genre *Bombus* s.s. est à revoir dans cette collection ce groupe ayant récemment fait l'objet d'une profonde révision (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986).

En majeure partie, le matériel postérieur à 1949 provient de la Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à Gembloux.

* = statut principal (abondance relative de plus de 3%)+ = espèce en très nette expansion (abondance relative multipliée au moins par 3)
\- = espèce en très nette régression (abondance relative divisée au moins par 3)
0 = espèce stable, en légère régression ou en légère expansion
? = espèce pour laquelle la dérive faunique n'est pas estimée

L = espèce butineuse de Leguminosae
C = espèce butineuse de Compositae (surtout Carduae)
E = espèce butineuse d'Ericaceae
R = espèce butineuse de Rosaceae sensu lato

INT = intervalle de confiance = $u_{1-\alpha/2} \sqrt{(p\ (1-p)/n)}$ (Dagnelie, 1975:92)

avec $u_{1-\alpha/2}$ = valeur de la distribution normale réduite,
$p = x/n$
x = effectif de l'espèce
n = effectif total
$\alpha = 0,05$

	avant 1950 TOTAL	%	après 1949 TOTAL	% ± INT	Statut	Fleurs
Psithyrus rupestris (Fabricius)	590	0,74	14	0,09 ± 0,02	-	LC
Psithyrus vestalis (Fourcroy)	867	1,10	38	0,26 ± 0,03	-	LC
Psithyrus bohemicus (Seidl)	245	0,31	166	1,11 ± 0,07	+	CE
Psithyrus barbutellus (Panzer)	669	0,85	17	0,11 ± 0,02	-	CER
Psithyrus campestris (Panzer)	1417	1,80	181	1,22 ± 0,08	0	
Psithyrus quadricolor Lepeletier	1	0,00	0	0,00 ± 0,00	?	LCR
Psithyrus norvegicus Sparre Schneider	4	0,01	24	0,16 ± 0,03	+	CER
Psithyrus sylvestris Lepeletier	688	0,87	531	*3,57 ± 0,13	+	CER
Confusibombus confusus (Schenck)	153	0,19	1	0,01 ± 0,01	-	LC
Bombus terrestris auctt.	7156	-	1162	*7,80 ± 0,18	?	LC
Bombus lucorum (L.)	1853	-	1530	*10,28 ± 0,21	?	LCE
Bombus aff. lucorum	11563	-	-	-		
Bombus cryptarum (Fabricius)	214	-	605	*4,06 ± 0,14	?	E
Bombus magnus Vogt	5	-	33	0,22 ± 0,03	?	E
TOTAL *BOMBUS*	20791	*26,34	3330	*22,36 ± 0,29	0	
Alpigenobombus wurfleini (Radoskowski)	3	0,00	0	0,00 ± 0,00	-	LE
Pyrobombus hypnorum (L.)	1384	1,75	772	*5,18 ± 0,15	+	CER
Pyrobombus pratorum (L.)	3603	*4,56	3597	*24,16 ± 0,29	+	CER
Pyrobombus jonellus (Kirby)	286	0,36	25	0,17 ± 0,03	0	CER
Pyrobombus lapidarius (L.)	10714	*13,57	971	*6,52 ± 0,17	0	LC
Pyrobombus cullumanus (Kirby)	9	0,01	0	0,00 ± 0,00	-	LC
Pyrobombus soroeensis (Fabricius)	526	0,66	49	0,33 ± 0,04	0	CE
Megabombus ruderatus (Fabricius)	2504	*3,17	8	0,05 ± 0,02	-	LC
Megabombus hortorum (L.)	5529	*7,00	865	*5,81 ± 0,16	0	LC
Megabombus subterraneus (L.)	338	0,43	16	0,11 ± 0,02	-	LC
Megabombus distinguendus (Morawitz)	796	1,01	3	0,02 ± 0,01	-	LC
Megabombus pomorum (Panzer)	400	0,51	1	0,01 ± 0,01	-	LC
Megabombus sylvarum (L.)	622	0,79	35	0,24 ± 0,03	-	LC
Megabombus veteranus (Fabricius)	3786	*4,80	31	0,21 ± 0,03	-	LC
Megabombus ruderarius (Müller)	1599	2,03	185	1,24 ± 0,08	0	LC
Megabombus muscorum auctt.	1003	1,27	8	0,05 ± 0,02	-	LC
Megabombus humilis (Illiger)	857	1,09	27	0,18 ± 0,03	-	LC
Megabombus pascuorum (Scopoli)	20176	*25,56	3995	*26,83 ± 0,30	0	LC
GRAND TOTAL	78937	100	14890	100		

Ces deux éléments: la **différence d'attitude des entomologistes** et la **durée plus faible de la période d'observation** peuvent justifier à elles seules la disproportion de l'effectif de bourdons collectés avant 1950 et depuis cette année.

Les espèces suivantes sont manifestement en régression dans la région belge: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. barbutellus, C. confusus, A. wurfleini, P. cullumanus, M. ruderatus, M. subterraneus, M. distinguendus, M. pomorum, M. sylvarum, M. veteranus, M. muscorum* et *M. humilis*. De ces espèces, une n'a plus été observée en Belgique après 1900: *A. wurfleini*; trois n'ont plus été capturées après 1950: *C. confusus, P. cullumanus, M. pomorum*. Les espèces en expansion sont *Ps. bohemicus, Ps. norvegicus, Ps. sylvestris, P. hypnorum* et *P. pratorum*. Deux espèces sont passées du statut d'espèce principale (plus de 3% des récoltes selon Hanski, 1982, et Pyke, 1982) au statut d'espèce satellite: *M. ruderatus* et *M. veteranus*. A l'inverse, *Ps. sylvestris* et *P. hypnorum*, autrefois satellites sont maintenant devenues espèces principales. *P. pratorum* a augmenté ses effectifs d'une manière surprenante.

La première composante principale déduite de l'étude de la faune du Languedoc-Roussillon est étroitement liée à l'altitude, elle-même en forte relation avec la température moyenne. On pourrait donc s'attendre à ce que les variations de température soient à la source de la régression de certaines espèces.

Pour l'espèce montagnarde *A. wurfleini*, l'étonnant n'est pas tant la régression que le fait d'avoir pu jadis la capturer en Belgique jusqu'au littoral. Le Petit Age Glaciaire qui a régi le climat européen du XVIème jusqu'à la moitié du XIXème siècle (Le Roy Ladurie, 1983; Pearson, 1978) fournit la seule explication vraisemblable de la présence à basse altitude de cette espèce montagnarde. La distribution planicole d'*A. wurfleini* se serait étendue jusqu'à la Belgique durant le Petit Age Glaciaire et en aurait disparu durant le XIXème siècle. Les récoltes isolées de Heist et Bruxelles (1874 et 1877; Ball, 1914, 1920) concerneraient les dernières populations reliques survivantes de la Belgique. Il est à noter que toutes les stations connues de l'espèce dans le centre et le nord de l'Europe Centrale sont antérieures à 1950 (Rasmont *et al.*, 1985; Reinig & Rasmont, 1988).

On peut se demander si les modifications climatiques ont pu provoquer la régression d'autres espèces. Dans ce cas, la distribution ancienne de ces espèces dans le nord de la région étudiée devrait être à la marge de leur Lentille de Gorodkov. Ce n'est le cas que pour deux des espèces en régression: *C. confusus* et *M. pomorum*, espèces qui semblent éviter la région atlantique et qui n'atteignent pas la Scandinavie vers le nord. Pour les autres espèces, aucun paramètre climatique ne peut être invoqué. C'est particulièrement évident pour des espèces telles que *M. muscorum*, *M. distinguendus* ou *M. veteranus* pour lesquelles le nord de la France et la Belgique constituent le centre de la Lentille de Gorodkov.

La deuxième composante principale (géo-historique) mise en évidence par l'étude du Languedoc-Roussillon ne peut pas être mise en relation avec les espèces en régression. Le nord de la France et la Belgique ne montrent aucune isolation notable et leur peuplement est entièrement allochtone en conséquence des évènements glaciaires.

La troisième composante induite de l'étude du Languedoc-Roussillon concerne la distribution écologique des espèces. Sur les 13 espèces dont la composante 3 est négative, 2 sont en régression en Belgique (*A. wurfleini* et *M. veteranus*); sur les 19 espèces pour lesquelles cette composante est positive, 11 sont en régression (fig. 19). Le tableau XI montre bien que ce sont les espèces de terrains ouverts qui subissent les plus fortes régressions. Toutes les espèces de Belgique de la classe écologique de terrains ouverts y sont en régression de même que six espèces de lisière "ouverte" sur 10. Il faut encore ajouter à cela *M. veteranus* et *M. distinguendus* qui sont en très forte régression en Belgique et qui sont considérés par Reinig (1972) comme espèces de terrains ouverts (Tableau IX). Parmi les espèces forestières, seul *A. wurfleini* est en régression; mais pour cette espèce, la seule explication possible est d'ordre climatique. Toutes les espèces en expansion sont des espèces de forêt en Languedoc-Roussillon: *Ps. bohemicus*, *Ps. norvegicus*, *Ps. sylvestris*, *P. hypnorum* et *P. pratorum*. Deux bourdons de terrains ouverts sont passés du statut d'espèce principale à celui de satellite (*M.*

ruderatus et *M. veteranus*) alors que deux bourdons de forêt ont subi l'évolution inverse (*Ps. sylvestris* et *P. hypnorum*) (tableau XIV).

L'analyse des fleurs butinées montre que ce sont les espèces méso- et oligolectiques qui ont subi les plus fortes régressions. Selon la classification de polylectisme établie ici, aucune espèce polylectique n'est en régression, 7 espèces mésolectiques et 6 oligolectiques sont en régression. Aucune espèce monolectique n'existe dans le nord de la France et en Belgique. A l'exception d'*A. wurfleini* et des *Ps. vestalis* et *Ps. barbutellus*, toutes les espèces en régression dépendent des Leguminosae et des Compositae.

La figure 19 montre bien que toutes les espèces plutôt de terrains ouverts sont en régression en Belgique.

On constate donc que **8 espèces mésolectiques ou oligolectiques ont régressé en Belgique, la plupart inféodées aux Leguminosae et aux Compositae; toutes les espèces de terrains ouverts ont régressé; deux espèces plutôt continentales (à la limite de leur Lentille de Gorodkov) ont régressé; une espèce montagnarde a disparu des plaines il y a longtemps.**

Les espèces qui cumulent plusieurs facteurs de risques sont celles qui ont subi la plus forte régression *C. confusus* et *M. pomorum* sont oligolectiques (Leguminosae et Compositae), de terrains ouverts. Elles étaient en Belgique à la marge de leur Lentille de Gorodkov. *P. cullumanus* est oligolectique (Leguminosae et Compositae), de terrains ouverts et, de plus, il est très sténotherme et lié à la région atlantique. Ces trois espèces ont disparu de la Belgique.

En conclusion, les phénomènes qui semblent donc avoir affecté le plus d'espèces de bourdons de Belgique sont l'altération des ressources florales (surtout Leguminosae et Compositae) et l'altération des terrains ouverts. Pour une espèce montagnarde, *A. wurfleini*, le réchauffement climatique postérieur au Petit Age Glaciaire semble avoir été le facteur principal de disparition.

7.3. Discussion sur les causes possibles de la dérive faunique

Dans le cas de la dérive faunique chez les bourdons du nord de la France et de la Belgique, plusieurs causes hypothétiques sont à examiner: dégradation climatique (un refroidissement); dégradation anthropique de l'habitat; destruction anthropique des plantes alimentaires; destruction directe par les pratiques agricoles (aménagements fonciers, labour, produits phytopharmaceutiques); destruction directe par la collecte entomologique; destruction directe par d'autres pratiques humaines (automobile, pollution, etc...) On va examiner chacune de ces causes hypothétiques en évaluant l'ordre de grandeur de leur importance.

Il est tout d'abord nécessaire de définir l'ordre de grandeur de la production annuelle de bourdons du territoire considéré, la Belgique. La seule étude utilisable comme base de calcul est celle de Teräs (1983). Cet auteur estime que 21500 spécimens sont produits en un an pour 23 ha d'habitats variés dans les faubourgs d'Helsinki (forêt, route, champ, pré, verger). La faune de bourdons de cette région du sud de la Finlande est presque identique à celle de Belgique; on peut donc utiliser cette estimation comme base pour un calcul d'ordre de grandeur. En généralisant cette population à l'ensemble du territoire, on arrive à une production annuelle d'environ 2,9 milliards de bourdons pour la Belgique! Ceci ne constitue bien évidemment qu'un ordre de grandeur étant donné les très grandes difficultés d'estimation des populations de ces insectes (Teräs, 1983).

On peut éloigner définitivement certaines des causes possibles de dérive faunique du fait de l'insuffisance relative de leur ordre de grandeur .

La destruction directe par collecte entomologique est une de ces causes à écarter. Le nombre d'entomologistes qui récoltent les bourdons régulièrement est très faible partout. Pour toute l'Europe, il ne doit pas excéder 1000 personnes. Si on en juge par les publications, moins de 10 personnes en Europe récoltent plus de 1000 bourdons par an. Un service d'Hyménoptérologie très actif comme la Zoologie générale et Faunistique (Gembloux) a collecté depuis 1950 environ 15000 spécimens. Ce nombre correspond à la population pollinisatrice instantanée de 10 ha de Colza (*Brassica napus* L.) en région wallonne (Delbrassinne & Rasmont, *sous-presse*). Encore faut-il préciser que la plus grande partie de ces récoltes entomologiques concerne des mâles et des ouvrières, dont le destin individuel n'influence guère le devenir des colonies. Ainsi, **il est bien évident que la ponction de population due aux récoltes entomologiques est négligeable**[1].

Une cause de destruction directe probablement bien plus importante est celle due à l'automobile. Donath (1986) fait une estimation fort précise du nombre de bourdons tués le long de 35km de route à grande fréquentation en Allemagne de l'Est. Sur base des résultats de cet auteur, on peut extrapoler à seulement 750000 le nombre de spécimens tués le long du réseau routier belge. On peut pourtant raisonnablement estimer que chaque automobile en circulation tue au minimum un spécimen de bourdon par an. Les 3800000 véhicules automobiles de Belgique (Institut National des Statistiques, 1986b) tueraient donc chaque année au moins autant de bourdons, ce qui représente 5 fois l'estimation sur la base de l'étude de Donath. Quoi qu'il en soit, **l'automobile ne détruirait directement qu'une faible fraction de la faune de bourdons du pays (de 0,4 à moins de 2 millièmes).**

---

[1]- On peut donc se demander à quoi peut servir une réglementation des récoltes de bourdons comme celle qui existe en Allemagne fédérale depuis 1980 (Wolf, 1985a; von Hagen, 1986). Dans ce pays, plus de 20 milliards de bourdons naissent chaque année! La première conséquence d'une telle réglementation est l'impossibilité d'une surveillance correcte de la faune nationale de bourdons. L'Allemagne fédérale est actuellement un des seuls pays d'Europe pour lesquels il n'existe aucune carte de distribution de bourdons, même ancienne. La protection des espèces de bourdons dans ce pays ne repose donc pas sur une étude scientifique bien complète; pire, elle en gêne considérablement la réalisation.

Les deux facteurs que l'on vient d'examiner agissent comme des facteurs aléatoires. N'étant pas liés à des biotopes ou à des végétations particulières, ils ne devraient pas modifier significativement l'abondance relative des espèces.

A l'exception des Rosaceae, les plantes favorites des bourdons (Légumineuses, Composées, Ericacées, Lamiacées) sont très rarement traitées aux insecticides. Les seules fleurs favorites régulièrement traitées, les Rosacées (surtout les arbres fruitiers), supportent justement les espèces en expansion relative. Si le facteur "insecticide" était important, il ne manquerait pas non plus d'introduire une forte hétérogénéité spatiale dans les phénomènes de régression, en raison des grandes différences locales de pratiques culturales. Cela n'est pas le cas. Enfin, l'essentiel de la régression est antérieur à la généralisation de l'usage des insecticides organophosphorés et des pyréthrines (les dérivés du DDT, eux, sont peu toxiques pour les abeilles). **Les insecticides apparaissent donc comme un facteur de régression qui n'a pu jouer qu'un rôle négligeable jusqu'ici.**

On peut se demander si le désherbage systématique des bords de routes (mécanique ou chimique) tel qu'il est pratiqué de nos jours n'est pas une cause majeure de régression des insectes mellifères. Le réseau autoroutier de la Belgique compte environ 1400 km (Institut National des Statistiques, 1986b). Avec une largeur totale de 100m (talus compris, estimation large), on arrive à une superficie approximative de 14000 ha. Ce qui est relativement négligeable. Le reste du réseau routier est plus important en longueur (12500 km) mais son assise au sol est bien plus faible et ses talus beaucoup plus étroits. Si on compte 5m de talus nettoyés de chaque côté de la route, cela donne environ 6250 ha désherbés. Ainsi, depuis 1950, la surface de sol nouvellement affectée au réseau routier ne doit pas dépasser 30000 ha (estimation au plus large). Cela ne justifie qu'un déficit d'environ 30 millions de bourdons. **La diminution d'effectifs que l'extension et l'entretien du réseau routier occasionnent ne devraient guère affecter l'abondance relative des espèces.**

On a vu au contraire que la régression touche presque exclusivement des espèces de terrains ouverts et jamais les espèces de forêt. Elle concerne aussi surtout les espèces qui dépendent fortement des Leguminosae et des Compositae pour leur alimentation.

Les terrains ouverts sont-ils en régression en Belgique? La superficie boisée s'est fort accrue depuis 1908 (de 26% en Wallonie). Dans la province de Namur, la superficie de la forêt s'est même multipliée par 5 depuis 1900. Ceci justifie une baisse des populations de terrains ouverts et une augmentation proportionnelle des espèces de forêt. Ce facteur a donc affecté entre 3 et 5 % environ de la population potentielle de la Belgique, ce qui est loin d'être négligeable. Cela peut suffire à expliquer la prospérité relative des espèces de forêt.

Certaines pratiques culturales ont considérablement régressé depuis le début du siècle; la jachère, les cultures fourragères et les vergers. La qualité des prairies s'est elle aussi fort modifiée. On fume maintenant de manière systématique les prairies permanentes, ce qui entraîne la quasi disparition des dicotylées à fleurs. Enfin, les grandes cultures sont désherbées soigneusement ce

qui détruit des plantes telles que les bleuets (*Centaurea cyanus* L.) et les chardons (*Cirsium* spp. et *Carduus* spp.). Les grandes cultures betteravières et céréalières modernes ne fournissent presque plus aucune ressource aux bourdons.

Les statistiques nationales belges ne permettent pas d'estimer la quantité de chardons (*Cirsium* spp. et *Carduus* spp.), de bleuets (*Centaurea cyanus* L.) ou de pissenlits (*Taraxacum* spp.) disparus de nos paysages. Par contre elle donne avec précision la superficie de plantes fourragères et de vergers. L'évolution de certaines productions agricoles de la Belgique est figurée dans le tableau XV.

Tableau XV
Evolution de certaines productions agricoles de la Belgique
(d'après Rasmont & Mersch, *sous presse*)

(en milliers d'ha)	1908	1913	1929	1950	1959	1970	1985
Luzerne	13,9	13,3	7,6	13,0	8,7	6,1	1,3
Trèfles	141,9	128,6	78,1	31,5	29,1	7,0	1,1
Sainfoin	7,9	5,2	2,2	0,4	0,1	0,0	0,0
Lég. fourragères	163,7	147,1	87,9	44,9	37,9	13,1	2,4
Lég. à graines (=pois+féverole)	14,5	13,3	10,2	9,7	11,1	5,6	0,8
culture fruit.	65,6	67,4	70,3	62,2	35,9		1,1
Tabac	3,2	4,0	2,3	1,8	1,4	0,6	0,5
Colza	0,6	0,7	0,1	1,6	0,1	0,5	2,4
prairie permanente	487,7	487,8	714,5	760,5	761,9	727,1	640,2
Total cultures	1774,0				1540,3	1389,9	
Forêt (Belgique)					590,8	601,1	616,9
Forêt (Wallonie)	388,5		428,8	473,1	488,4	490,3	
Ruches (milliers)					56,0		16,1
Chevaux (idem)	253,4	267,2	269,8	243,8	170,0	73,3	26,0

Sources: Statistique de la Belgique, 1910, 1914; Office central de Statistique, 1937; Institut National des Statistiques, 1953, 1961-1964, 1976, 1986a; Clicheroux, 1978.

Ce tableau est éloquent, c'est toute la structure du paysage agricole qui s'est modifiée durant ce siècle, notamment du fait de la mécanisation. Les superficies cultivées de légumineuses fourragères ou à graines se sont réduites de 2 ordres de grandeur, passant de 178000 ha à 3200 ha, soit 50 fois moins! Les cultures fruitières se sont réduites de 6 fois. La culture du tabac a presque disparu. A l'opposé, les prairies permanentes se sont étendues, passant de 488000 à 640000 ha entre 1908 et 1985 mais les qualités mellifères de celles-ci se sont fort dégradées par la pratique de la fumure azotée. Il est significatif que le nombre de ruches se soit aussi fortement réduit. Pour donner un ordre de grandeur, examinons le seul cas des trèfles.

Le trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) supporte une densité instantanée moyenne de 3100 bourdons par hectare (Teräs, 1983: moyenne de 5 études différentes pratiquées en Scandinavie ainsi qu'en Europe Occidentale et Centrale). Si l'on considère que seulement un tiers des butineurs soient visibles en même temps, ce qui est un maximum, cela fait environ 9300 bourdons par ha de trèfle. En tenant compte d'une régression de cette culture de l'ordre de 140000 ha, cela donne une baisse de la population de bourdons de **1,3 milliard** de

spécimens. Cela représente une fraction importante de la faune de bourdons de la Belgique. Les espèces polylectiques peuvent se reporter sur l'une ou l'autre plante adventice (bien qu'elles soient elles aussi, traquées partout par les pratiques culturales), tandis que les méso- ou oligolectiques de légumineuses perdent une énorme source de nourriture. Le trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) figure parmi les plantes favorites des espèces de bourdons suivantes (voir chapitre 4.6.): *C. confusus, B. lucorum, A. wurfleini, P. lapidarius, M. subterraneus, M. distinguendus, M. sylvarum, M. veteranus, M. ruderarius, M. pascuorum,* parmi lesquelles 7 sont disparues de Belgique ou en forte régression. Le trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum* L.), dont la culture a disparu de nos régions est l'espèce favorite de *P. cullumanus,* lui aussi disparu. Les Leguminosae en général constituent la base du régime alimentaire de *M. ruderatus* et *M. humilis,* deux espèces en très forte régression. La disparition de la jachère et des parcours communaux (élevage ovin extensif) ainsi que le désherbage soigné des grandes cultures modernes et la fumure des prairies permanentes achèvent de rendre inhabitables les espaces ouverts de la Belgique. Seules les forêts et les villes, en extension, conservent et même améliorent leur possibilité d'accueil des bourdons.

Wolf (1982, 1985a, 1985b) remarque aussi la régression particulière des espèces de terrains ouverts. Il donne comme explication principale les pratiques récentes de désherbage. Si ces pratiques ont probablement une part de responsabilité, la régression des cultures fourragères, consécutive à l'abandon de la traction chevaline et à la mécanisation agricole, semble avoir une importance déterminante. Sur la base d'une étude de Kolbe (1985), Wolf fait lui aussi remarquer que les changements climatiques observés depuis 50 ans ne suffisent pas à expliquer la régression des espèces de bourdons.

Pour Peters (1972) et Williams (1982, 1986), c'est l'agriculture intensive moderne qui, en uniformisant la végétation, est responsable de l'appauvrissement de la faune de bourdons. Williams estime que cet appauvrissement est avant tout sensible pour les espèces qui sont en marge de leur aire de distribution. On a vu pourtant que toutes les espèces de terrains ouverts sont atteintes, qu'elles soient ou non en marge de leur distribution. Les cas de *C. confusus* et *M. pomorum* montrent que des espèces rares auparavant disparaissent complètement. Bowers (1985), par une analyse statistique détaillée, montre que c'est la diversité florale locale qui détermine directement la diversité de la faune de bourdons: "*Perhaps the most exciting result of this study lie in the demonstration that both local extinctions and production of reproductives of* Bombus *are highly correlated with meadow floristics*".

Cette découverte de Bowers ainsi que les observations de Peters (1972) et de Williams (1982, 1986) sont très cohérentes avec le fait que le nombre de carrés occupés par une espèce est fortement corrélé avec le nombre de plantes dont elle se nourrit. Plus la flore d'une station est diversifiée, plus la présence de fleurs favorites des bourdons spécialisés est probable.

A l'issue de cette discussion, un facteur semble avoir été négligé: le climat.

Dans un récent article sur la dynamique des Carabes des Pays-Bas, Hengeveld (1985) conclu à l'importance primordiale des facteurs climatiques (température et pluviosité) sur la prospérité de ces Coléoptères. Il suggère qu'après avoir connu un maximum d'abondance durant les années chaudes de 1910 à 1945, les espèces les plus xérophiles seraient en régression et laisseraient la place aux espèces hygrophiles.

Les tentatives d'interprétation des variables climatiques semblent poser plus de problèmes et susciter plus de contestation dans les îles Britanniques. Ainsi, Turner (1986) constate une très forte corrélation entre la diversité faunique des Rhopalocères des îles Britanniques et l'ensoleillement. Toutefois, en guise de réponse, Barbour (1986) fait observer qu'une corrélation négative d'importance comparable lie cette diversité faunique à la pollution atmosphérique. Enfin, Dennis (1986), toujours en réponse à Turner, fait remarquer que les gradients de latitude et de température sont corrélés dans les îles Britanniques à un gradient de population humaine et surtout d'entomologistes; ce qui rend très délicate l'interprétation des gradients géographiques de diversité de l'entomofaune.

L'hypothèse de Hengeveld (1985) peut s'ajuster de façon valide au cas de *Confusibombus confusus* et *Megabombus pomorum*. Ces deux espèces sont xérophiles et atteignent en Belgique la limite nord de leur distribution. Leur maximum d'abondance se situe avant 1950 et elles n'ont pas été revue depuis.

Par contre, pour la plupart des autres espèces en régression, cette hypothèse ne peut suffire à fournir une explication. Pour la plupart, la Belgique est bien loin de constituer une marge de distribution. Le cas de *Megabombus veteranus* est notable. Cette espèce occupe en Belgique le milieu de sa distribution en latitude (du sud du Massif Central jusqu'au sud de la Fennoscandie). Il est difficile de concevoir que cette espèce ait pu être victime de conditions climatiques passagères au milieu même de son aire de distribution au point de passer du statut d'espèce principale (la troisième en abondance avant 1950) au statut d'espèce satellite rare. Autre contre-exemple: *Megabombus muscorum* semble une espèce climatiquement très tolérante puisqu'on la trouve depuis les côtes de la Méditerranée jusqu'au Cercle Arctique. Elle semble apprécier particulièrement le climat atlantique humide et venteux comme en témoigne son abondance en Ecosse et sur les côtes de Norvège. Sur la base de ces préférence et à partir des observations de Hengeveld (1985), on aurait pu s'attendre à une augmentation de ses effectifs pendant les années pluvieuses de 1950 à 1970. Cela n'a pas été le cas et on n'en a trouvé que quelques rares spécimens isolés durant cette période.

De ces exemples, on peut déduire que le refroidissement climatique des années 1950 à 1970 n'a eu qu'une faible influence sur la faune de bourdons de la Belgique. En corollaire, le réchauffement qui se manifeste depuis 1976 n'a donné lieu à aucun recrudescence d'espèce.

De la présente discussion, il ressort clairement que des facteurs très importants en apparence comme le climat et la collecte entomologique n'ont eu qu'une influence mineure sur la dérive faunique des bourdons depuis le début

du siècle. A l'opposé, les transformations du paysage suite aux modifications des pratiques culturales, pastorales et forestières semblent les principaux responsables de la dérive faunique des bourdons de Belgique.

Il est intéressant que Delvosalle *et al.* (1969) soit arrivé à une conclusion fort proche pour expliquer la dérive négative de la flore belge. Pour ces auteurs, les pratiques culturales, pastorales et forestières sont responsables de la régression de 177 espèces de plantes vasculaires ("*conversion des landes en prairies ou terres cultivées*": -16 spp.; "*plantations d'épicéas, de pins ou de peupliers*": -48 spp.; "*conversion des prairies semi-naturelles en prairies artificielles*": -27 spp.; "*transformations des pratiques agriculturales et pastorales*": -60 spp.; "*engrais chimiques et amendements*": -26 spp.). Le climat ne serait responsable que de la régression d'une seule espèce, la collecte botanique de 8 et l'urbanisation de 10 espèces. L'usage des insecticides semble avoir été moins dommageable pour les bourdons que ne l'a été celui des herbicides pour la flore. Delvosalle *et al.* (1969) estiment que 60 espèces de plantes vasculaires ont régressé du fait de l'usage de ces derniers.

Pour conclure, **c'est l'action conjointe de la baisse de diversité florale des terrains ouverts et de la quasi-disparition des cultures fourragères qui sont les principaux responsables de la forte régression des bourdons non forestiers.** La relative stabilité écologique des forêts et leur extension en superficie permettent aux espèces de bourdons qui y sont inféodées de s'y maintenir et même d'atteindre une plus grande abondance relative que jadis.

8. Résumé et conclusions

Introduction

L'auteur a établi un catalogue des espèces et sous-espèces ainsi que les cartes de distribution de chacune des 48 espèces de la France continentale, de la Belgique et des régions limitrophes. Leurs préférences alimentaires sont analysées. Pour l'analyse des affinités fauniques entre espèces, on a choisi d'étudier en détail la faune du Languedoc-Roussillon. Cette région a bénéficié de récoltes particulièrement abondantes ces dernières décennies. Elle présente une diversité climatique écologique et faunique qui permet de la considérer comme un excellent modèle pour l'étude de la faunistique des bourdons d'Europe occidentale. Les phénomènes de régression et d'expansion d'espèces en Belgique sont examinés et des hypothèses sont proposées pour expliquer cette dérive faunique.

Des données sur plus de 101000 spécimens ont été rassemblées grâce à l'étude critique de la littérature, des musées, des récoltes et des observations personnelles. Ces données sont gérées selon les méthodes de la Banque de Données fauniques de Gembloux. Une analyse en composantes principales de la faune des bourdons du Languedoc-Roussillon (sud de la France) permet de dégager les principaux facteurs de peuplement chez ces insectes.

Préférences alimentaires

L'analyse des préférences alimentaires porte sur plus de 21000 visites de 742 espèces de plantes.

Les bourdons sont adaptés à des espèces botaniques abondantes dans leur domaine de vol. Parmi les fleurs abondantes qu'ils rencontrent, ils manifestent des préférences sensiblement différentes pour certaines familles et espèces végétales. Leurs choix se modifient d'une année et d'une station à l'autre mais on distingue de grandes constantes. Un petit nombre de végétaux favoris sont appréciés par les mêmes espèces de bourdons en toutes circonstances. Les familles botaniques suivantes concentrent les visites: Leguminosae, Compositae (surtout les Carduae), Ericaceae, Labiatae, Rosaceae, Boraginaceae, Ranunculaceae (surtout le genre *Aconitum* L.), Onagraceae (surtout *Epilobium angustifolium* L.) et, dans une moindre mesure, Grossulariaceae, Umbelliferae, Dipsacaceae et Scrophulariaceae. Parmi ces familles, les Leguminosae, Compositae et Ericaceae supportent l'essentiel des besoins alimentaires des bourdons.

Les espèces des genres *Megabombus, Bombias* et *Confusibombus* ainsi que les sous-genres *Melanobombus* et *Cullumanobombus* affectionnent les Leguminosae (♀), Compositae (☼), Labiatae et Boraginaceae (♀, ☿). Les espèces

parasites du genre *Bombus* s.s. préfèrent les Ericaceae. Les bourdons des sous-genres *Pyrobombus* et *Kallobombus* apprécient particulièrement les Ericaceae, les Rosaceae et les Onagraceae. Les espèces du genre *Psithyrus* choisissent le plus souvent les mêmes fleurs que leur hôte.

On distingue des espèces **polylectiques**: *Bombus terrestris, B. lucorum, Pyrobombus hypnorum, P. pratorum, P. lapidarius, Megabombus hortorum, M. ruderarius* et *M. pascuorum;*

des espèces **mésolectiques**: *Psithyrus rupestris, Ps. vestalis, Ps. bohemicus, Ps. sylvestris, Bombus cryptarum, B. magnus, Alpigenobombus wurfleini, Pyrobombus pyrenaeus, P. monticola, P. sicheli, P. soroeensis, Megabombus subterraneus, M. sylvarum, M. muscorum* et *M. humilis;*

des espèces **quasi-oligolectiques**: *Psithyrus campestris, Allopsithyrus sp., Ps. quadricolor, Ps. flavidus, Ps. norvegicus, C. confusus, Bombias mendax, Pyrobombus jonellus, P. cullumanus, Megabombus distinguendus, M. pomorum, M. mesomelas, M. veteranus, M. mucidus* et *M. laesus;*

des espèces **monolectiques**: *Pyrobombus brodmannicus* sur *Cerinthe* spp., *Megabombus gerstaeckeri* sur *Aconitum* spp.

Affinités fauniques

L'analyse en composantes principales des fidélités et des corrélations entre les distributions d'espèces en Languedoc-Roussillon met quatre facteurs de peuplement en évidence. Le premier facteur est lié à l'altitude; le deuxième est lié à l'histoire postglaciaire du peuplement; le troisième est lié à la distribution écologique des espèces; le quatrième facteur est lié au nombre de carrés occupés par l'espèce et à son polylectisme.

Altitude

Le modèle climatique tridimensionnel de distribution géographique potentielle de Gorodkov ("**Lentille de Gorodkov**"; Gorodkov, 1986a, 1986b) est discuté et critiqué. Seule la prise en compte du temps et de la génétique des populations permet de justifier la forme de lentille biconvexe attribuée par Gorodkov à la distribution climatique potentielle d'une espèce.

Lorsqu'on peut modéliser une distribution par la Lentille de Gorodkov, c'est que le principal facteur limitant de l'espèce est la température. La Lentille de Gorodkov permet une bonne représentation de la distribution de la majorité des espèces de bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes. Dans ce cas, à une distribution montagnarde dans le sud correspond une distribution planicole dans le nord.

La distribution de certaines espèces peut se représenter par une demi Lentille de Gorodkov, soit une moitié ouest (*Bombus magnus* et *Megabombus ruderatus*), soit une moitié est (*Bombus cryptarum* et *Megabombus argillaceus*). Dans chacun des cas examinés, deux espèces vicariantes très proches se partagent une Lentille de Gorodkov.

Pour les espèces auxquelles on peut ajuster une Lentille de Gorodkov, la partie méridionale montagnarde de la distribution peut donner lieu à des phénomènes de subspéciation qui perturbent l'ajustement du modèle (cas de *Pyrobombus sicheli* et de *Bombus terrestris*).

A la marge de sa Lentille de Gorodkov, il semble qu'une espèce puisse manifester une perte de variabilité génétique qui pourrait induire une perte locale d'adaptabilité des populations locales (cas de *Confusibombus confusus*).

Une espèce dont la Lentille de Gorodkov est mince (cas de *Pyrobombus cullumanus*) a une distribution plus lacunaire qu'une espèce dont la Lentille de Gorodkov est épaisse.

Outre leur Lentille de Gorodkov, certaines espèces peuvent marquer une préférence pour le climat atlantique (cas de *Pyrobombus cullumanus*) ou pour le climat continental (cas de *Pyrobombus hypnorum*).

On rencontre des cas auxquels la Lentille de Gorodkov ne peut s'appliquer: une espèce à tendance littorale (*Megabombus muscorum*); une espèce qui semble liée à l'aridité (*Megabombus laesus*); des espèces subalpines endémiques des montagnes du sud de la région ouest-paléarctique (*Bombias mendax, Pyrobombus pyrenaeus, Megabombus mesomelas, Megabombus inexspectatus, Megabombus mucidus*); deux espèces subalpines sud-européennes monolectiques (*Pyrobombus brodmannicus* et *Megabombus gerstaeckeri*).

Les deux seules espèces subalpines auxquelles on puisse ajuster exactement la Lentille de Gorodkov sont des espèces boréoalpines issues chacune d'un groupe d'espèces circumboréales (*Alpinobombus alpinus* et *Pyrobombus monticola*).

Pour s'ajuster à sa Lentille de Gorodkov, la distribution planicole apparemment récente d'*Alpigenobombus wurfleini* devrait s'étendre petit à petit vers l'est de la Fennoscandie.

Historique postglaciaire du peuplement

La deuxième composante en importance, dégagée par l'analyse de la distribution des espèces en Languedoc-Roussillon, est un facteur de séparation des massifs de montagnes (Pyrénées et Massif Central).

L'absence de *Megabombus pomorum* et de *Bombus cryptarum* dans les Pyrénées peut s'expliquer par leur immigration récente dans le Massif Central à partir de refuges est-européens de faune tertiaire. Le Seuil de Naurouze

constituant déjà alors un obstacle majeur pour ces espèces, elles n'auraient pu atteindre les Pyrénées.

Certaines espèces subalpines n'ont pas de distribution de plaine dans le nord de la région paléarctique (*Bombias mendax, Pyrobombus pyrenaeus, Pyrobombus brodmannicus, Megabombus mesomelas, Megabombus inexspectatus* et *Megabombus mucidus*). Ces espèces se sont probablement répandues en Europe à la faveur d'une toundra steppique qui aurait constitué une biocénose majeure durant le Würm (Kowalski, 1977). Cette biocénose ayant disparu en plaine, ces espèces auraient trouvé refuge aux étages pseudo-alpin et alpin des montagnes méridionales lors du réchauffement post-glaciaire. Elles sont apparentées à des taxons des hautes steppes de montagne d'Asie Mineure.

Deux autres espèces subalpines (*Alpinobombus alpinus* et *Pyrobombus monticola*) habitent aussi la toundra arctique. Durant le Würm, elles auraient été des habitantes d'une autre grande biocénose, la toundra humide, qui subsiste encore de nos jours dans la région arctique.

Deux espèces attachées aux biotopes steppiques sont des immigrants récents dans la péninsule Ibérique à partir de la steppe pontique (*Pyrobombus serrisquama* et *Megabombus laesus mocsaryi*). Ces deux espèces ne peuvent être venues qu'à la faveur d'un couloir post-glaciaire de végétation ouverte à faciès steppique, installé au nord des Alpes. Les conditions qui auraient permis ce peuplement ont maintenant complètement disparu.

Distribution écologique des espèces

La troisième composante en importance fournit un critère de classification de la distribution écologique des espèces. Ainsi obtenu, ce classement est comparable à celui de Pittioni (1938a), Pittioni & Schmidt (1942) et Reinig (1972). Quelle que soit l'échelle géographique de l'étude, la classification de la distribution écologique a fourni des résultats comparables, ce que Gaspar (1970, 1971a, 1971b, 1972) avait remarqué chez les Formicidae. Voici l'énoncé proposé pour cette nouvelle Règle de Gaspar: **à l'intérieur de leur zone de sympatrie, la distribution écologique d'un groupe d'espèces concurrentes est indépendante de l'échelle**. Envisagée sous cet angle, la distribution de la faune semble un objet fractal. Pour les bourdons, on distingue les classes de distribution écologique suivantes: espèces de forêt, espèces de lisière (avec deux sous-classes, lisière "forestières" et lisière "ouvertes"), espèces de terrains ouverts.

Polylectisme et nombre de carrés

La quatrième composante en importance est fortement corrélée au nombre de carrés où l'espèce a été trouvée et au nombre de taxons végétaux butinés. Si le nombre de taxons végétaux visités est fort corrélé au nombre de carrés de l'espèce, il n'est pas du tout lié à son abondance moyenne. Cela permet

d'induire que c'est le polylectisme qui permet à l'espèce d'être répandue et non l'inverse.

La très grande diversité de la faune de certains carrés (au Larzac, 25 espèces dont 10 principales qui font plus de 3 % des captures; en Cerdagne, 33 espèces dont 14 principales) dont le climat est très instable et les habitats très hétérogènes, montre que la théorie de Ranta & Vepsäläinen (1981) est valide. Ces auteurs remarquaient que les milieux hétérogènes et instables supportent une diversité de bourdons plus grande que ce qui est attendu sur la seule base des théories d'Inouye (1977) et Hanski (1982) (partage des ressources selon la longueur de leur proboscis).

Dérive faunique

L'auteur propose de désigner par **dérive faunique** les phénomènes d'altération de la faune dans le temps et dans l'espace sous l'influence de facteurs externes.

La dérive faunique est très marquée dans le nord de la France et la Belgique. Là, 10 espèces de bourdons sur 31 sont en très forte régression et 4 espèces sont disparues (*Confusibombus confusus, Alpigenobombus wurfleini, Pyrobombus cullumanus* et *Megabombus pomorum*).

Le fait qu'au XIXème siècle, on ait pu trouver *A. wurfleini*, espèce montagnarde, jusqu'au littoral belge ne peut s'expliquer que par le climat froid qui a régné durant le Petit Age Glaciaire (XVIème-XIXème siècle, Le Roy Ladurie, 1983). C'est la seule espèce pour laquelle la modification du climat (un réchauffement) apparaisse comme une cause déterminante de disparition.

Toutes les espèces de terrains ouverts ont régressé en Belgique de même que les espèces méso- ou oligolectiques des Leguminosae et Compositae. Trois espèces de terrains ouverts, rares et oligolectiques, ont disparu. *C. confusus* et *M. pomorum* étaient à la limite ouest de leur distribution tandis que *P. cullumanus* est partout très sténotopique. Toutes les espèces en expansion relative sont forestières et sont plutôt polylectiques et inféodées aux Rosaceae (*Psithyrus bohemicus, Psithyrus norvegicus, Psithyrus sylvestris, Pyrobombus hypnorum* et *Pyrobombus pratorum*). Les phénomènes qui semblent donc avoir fait régresser le plus d'espèces de Bourdons en Belgique sont **la diminution des ressources florales (Leguminosae et Compositae) ainsi que l'altération des biotopes ouverts.**

La population annuelle potentielle totale de bourdons de la Belgique peut être estimée à 2,9 milliards de spécimens si l'on se réfère à Teräs (1983) qui a étudié la densité de population de bourdons en Finlande.

L'ordre de grandeur de certaines causes possibles de régression est évalué et comparé à cette population de 2,9 milliards de spécimens.

- Bien qu'elle soit fort soutenue en Belgique, la collecte entomologique détruit en moyenne moins de 1000 bourdons par an. Il n'y a donc pas lieu de s'en inquiéter.

- La destruction directe par l'automobile doit concerner de 0,4 à 4 millièmes de la population annuelle potentielle, ce qui est négligeable.

- A l'exception des Rosacées, les plantes favorites des bourdons (Légumineuses, Composées, Ericacées, Labiées) sont très rarement traitées aux insecticides. Les seules fleurs favorites régulièrement traitées, les Rosacées, supportent justement les espèces en expansion relative. Si le facteur "insecticide" était important, il ne manquerait pas d'introduire une forte hétérogénéité spatiale dans les phénomènes de régression en raison des grandes différences de pratiques culturales. Enfin, l'essentiel de la régression est antérieur à l'usage des insecticides organophosphorés (les dérivés du DDT, eux, sont peu toxiques pour les abeilles). Les insecticides apparaissent donc comme un facteur de régression au rôle négligeable jusqu'ici.

- Le désherbage des bords de routes et la constitution du réseau autoroutier ne concernent, au plus, qu'une superficie de 30000 ha. Cela ne doit occasionner qu'une baisse d'environ 1 % de la population de bourdons et ne doit pas affecter l'abondance relative des espèces.

- La superficie boisée s'est fort accrue depuis 1908 (100000 ha pour la seule région wallonne; Clicheroux, 1978). Ce qui justifie une baisse de la population des bourdons de terrains ouverts et une augmentation proportionnelle des espèces de forêt. Ce facteur affecte plus de 100 millions de bourdons par an, soit plus de 5 % de la population potentielle de la Belgique, ce qui est loin d'être négligeable.

- La qualité moderne du désherbage des grandes cultures a détruit la plus grande partie des peuplements de Carduae (*Centaurea* spp., *Cirsium* spp., *Carduus* spp.) et autres adventices mellifères (Labiées par exemple). La qualité mellifère des prairies a fort baissé depuis la généralisation de la fumure azotée qui défavorise les Dicotylées. Il n'existe malheureusement pas de statistiques qui permettrait d'évaluer l'importance de ces facteurs non négligeables.

- Les cultures de Légumineuses ont presque disparu, passant de 180000 ha en 1908 (environ 6 % du territoire belge d'alors) à 3200 ha en 1985. La quasi-disparition des Trèfles (*Trifolium* spp.) peut à elle seule expliquer une baisse de population de 1,3 millard de spécimens, soit près de la moitié de la population potentielle.

C'est surtout la régression des cultures de Légumineuses, accompagnée de la forte extension des forêts, du désherbage des grandes cultures et de la fumure des prairies permanentes, qui permet d'expliquer la forte baisse des populations de bourdons de terrains ouverts inféodés aux Légumineuses et aux Composées.

L'étude du seul territoire belge n'aurait pas permis de découvrir d'explication à la dérive faunique qu'on y a observée. En effet, un tiers des espèces de cette région s'y est raréfié à un tel point qu'il est devenu impossible de

les y étudier. Le choix du Languedoc-Roussillon comme région modèle pour l'étude des affinités fauniques s'est avéré très fructueux. Cela peut s'expliquer par la multiplicité et le contraste des biotopes et des climats et par la zonation en altitude de la végétation de cette région. L'écologie en transparaît de ce fait, fort clairement, dans la représentation cartographique à petite échelle. A l'opposé, la zonation climatique et écologique d'une région comme la Belgique apparaît bien plus ténue. En conséquence, la représentation cartographique de la distribution des espèces n'y laisse pas transparaître aussi clairement leurs préférences écologiques. En outre, la comparaison avec la faune d'autres régions telles que la Corse (Rasmont, Adamski & De Bast, *en préparation*), les îles Britanniques (Alford, 1975; Williams, 1982, 1986), la Finlande (Pekkarinen *et al.*, 1981) et la Scandinavie (Løken, 1973, 1984) est d'une grande valeur heuristique.

9. Remerciements

Certaines des personnes qui m'ont aidé ont malheureusement disparu avant la fin de ce travail. Le professeur Robert Delmas de Montpellier nous a quittés le 30 mars 1987 à l'âge de 86 ans. Sans lui, ce travail aurait sans nul doute pris une toute autre tournure. Merci Monsieur le Professeur. Madame Lotte Reinig nous a quittés le 28 janvier 1987. Elle m'a hébergé bien souvent durant mes séjours en Allemagne et je lui dois beaucoup. Le Dr. William Frederik Reinig n'a pas assisté à l'initiation de ce travail, il est décédé le 7 juin 1980, à l'âge de 75 ans. Néanmoins, il m'a beaucoup aidé lors de mes débuts en Apidologie et en zoogéographie. Il est hors de doute que ma vie eût été tout autre si je ne l'eus point rencontré. A tous trois, je vous dédie ma mémoire éternelle.

Parmi les personnes que je dois remercier, il en est à qui je dois bien plus qu'un simple coup de main. Sans eux, il est probable que ce travail n'aurait jamais existé, que je n'aurais pas étudié l'entomologie et, peut-être même, que je ne serais pas devenu ingénieur agronome. Sans le Professeur Jean Leclercq et le Professeur Charles Gaspar, mon destin aurait été bien différent. Je les remercie de tout coeur.

Toute ma gratitude va au Président du Jury, M. le Recteur de la Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, le Professeur Albert Ledent.

Je remercie les membres du jury qui ont bien voulu me consacrer leur précieux temps: messieurs les professeurs Arsène Burny, Pierre Dagnelie, Charles Debouche, François Malaisse (Gembloux), Charles Jeuniaux (Liège) et Jean-Pierre Lumaret (Montpellier).

Les personnes qui suivent m'ont apporté leur soutien moral, leurs conseils et des avis scientifiques avisés; je les en remercie: Académie Royale des Sciences et des Lettres de Belgique, Fonds National de la Recherche Scientifique, Prof. A. Bertsch (Marburg), Prof. C. Blanc (Montpellier), Prof. J.-J. Claustriaux (Gembloux), Prof. P. Heinemann (Gembloux), Prof. J. Lambinon (Liège), Prof. F. Leclant (Montpellier), Prof. J. Leclercq (Gembloux), Prof. N. Magis (Liège), Prof. J.-J. Pasteels (Bruxelles), Prof. J. Pasteels (Bruxelles), Prof. R. Rasmont (Bruxelles), Prof. A. Scholl (Bern), Prof. J. Semal (Gembloux), Dr. J. André (Montpellier), Dr. F. de Beaufort (Paris), Dr. M. Day (Londres), Dr. M. Ito (Sapporo), Dr. R. de Jonghe (Westerlo), Dr. A. Løken (Oslo), Dr. R.P. Macfarlane (Christchurch, New-Zealand), Dr. J.-L. Marchal (Gembloux), Dr. H. Maurin (Paris), Dr. E. Obrecht (Bern), Dr. C. Ornosa Gallego (Madrid), Dr. R. Palm (Gembloux), Dr. A. Pekkarinen (Helsinki), Dr. A. Pouvreau (Bures-sur-Yvette), Dr. P. Ramlot (Gembloux), Dr. B. Tkalcû (Prague), Dr. P.H. Williams (Londres), Dr. I.H.H. Yarrow (Murwillumbah, Australia), Ir. H. Brisse (Strasbourg), Ir. A. De Bast (Gembloux), Ir. B. De Bast (Gembloux), Ir. S. Delbrassinne (Charleroi), Ir. O. Guillitte (Gembloux), Ir. Y. Six (Gembloux), Ir. C. Verstraeten (Gembloux), Pater A. Aichhorn (Salzburg), Pater V. Lefeber (Maastricht), M. A. Adamski (Châteaudun), M. L. Castro (Teruel), M. P. Dessart (Bruxelles), M. M. Dufrêne

(Louvain-la-Neuve), M. A. Pauly (Gembloux), M. J.-P. Vandevandel (Gembloux), M. R. Wahis (Chaudfontaine).

Ma gratitude va encore vers ceux qui ont bien voulu me confier leur matériel: Prof. A. Coomans (Gent), Prof. J. Gusenleitner (Linz), Prof. G. de Lattin (Saarbrücken), Prof. H.F.F. Paulus (Freiburg), Prof. Réal (Aix-en-Provence), feu Dr. S. Kelner-Pillault (Paris), Dr. J. Bitsch (Toulouse), Dr. S. Casevitz-Weulersee (Paris), Dr. G. Coulon (Bruxelles), Dr. F. Gusenleitner (Linz), Dr. G. Kruseman (Amsterdam), Dr. G. Pagliano (Torino), Pater E. Ebmer (Linz), M. G. Boosten (Ath), M. B. Denis (Charleroi), M. E. Devos (Mouscron), M. R. Fonfria (Eygalières), M. Halflant, M. J. Hamon (Gaillard), M. J.-P. Hébrard (Marseille), M. K. Janssens (Antwerpen), M. A. Larivière (Orléans), M. A. Leprêtre (Lille), M. G. Verdonck (Namur).

J'ai reçu une aide technique considérable des personnes suivantes: M. G. Nève de Mévergnies, M. S. Artisien, Mme M. Bolzonello, M. G. Buchet, M. D. Conoir, Mme G. Coyette-Laurent, Ir. J. Fagot, Ir. A. Jacob-Remacle, Mlle L. Jacobs, M. J.-P. Josis, Mme M. Lamort, M. P. Mersch, Mlle C. Thirion, M. M. Thirion, Ir. A. Toussaint, M. C. Wonville, Architecte S. Wéry (Bruxelles), M. P. Lefébure (Wavre), Mlle J. Panier (Genappe). Je les en remercie.

Lors de mes voyages j'ai été hébergé par les familles de mes confrères: Mme I. Adamski (Châteaudun), Mme T. Delmas et M. J.-M. Delmas (Montpellier), Mme J. Day (Londres). je leur dois toute ma gratitude.

Il m'est bien difficile de préciser plus outre la dette que j'ai accumulée envers les personnes que j'ai citées. A chacune sont associées des souvenirs, des émotions, des tracas, des soulagements. Bien souvent ils m'ont donné des conseils, parfois même d'excellents...que je n'ai pas suivis. Parfois, d'innombrables heures de discussion, je n'ai retiré qu'un mot, un seul. Mais ce simple mot, cette référence griffonnée, cette adresse notée sur un coin de nappe, peuvent m'avoir fait gagner des jours ou même des semaines de travail. Tous, je vous remercie de ce que vous avez fait pour moi et je vous remercie encore pour le pardon que vous accorderez à mon ingratitude.

10. Bibliographie

Aerts, W., 1949. Die Bienenfauna der Kölner Bucht. *Wissenschaftliche Mitteilungen des Vereins für Natur- und Heimatkunde in Köln,* 2(1): 1-35.

Aerts, W., 1960. Hymenopteren des Rheinlandes. *Decheniana,* 112(2): 181-208.

Aichhorn, A., 1976. Beitrag zur Hummelzucht und zur Biologie von Bombus mendax. *Berichte aus dem Haus der Natur, Salzburg,* 7: 13-29, pls 19-22.

Aichhorn, A., *sans date connue.* Eine Hummel trotzt dem Hochgebirge. Nationalpark, pp 44-47.

Alcock, J. & J.P. Alcock, 1983. Male behaviour in two bumblebees, *Bombus nevadensis auricomus* and *B. griseocollis* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Zoology,* 200(4): 561-570.

Alfken, J.D., 1913. Die Bienenfauna von Bremen. *Abhandlungen vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen,* 12(1): 1-220.

Alford, D.V., 1975. *Bumblebees.* Davis-Poynter, London, XII + 352 pp., 16 pls.

Amiet, F., 1977. Die Bienenfauna in der Umgebung von Solothurn. *Bulletin de la Société entomologique suisse,* 50: 307-320.

Ansted, D.T. & R.G. Latham, 1862. *The Channel Islands,* 2ème édition, London (cité par O.W. Richards, 1978)

Ball, F.J., 1914. Les Bourdons de la Belgique. *Annales de la Société Entomologique de Belgique,* 58: 77-108, pl. 1.

Ball, F.J., 1920. Notes supplémentaires sur les bourdons de la Belgique. *Annales de la Société entomologique de Belgique,* 60: 31-43.

Balles, L. von, 1930. Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens III - IV. *Archiv für Insektenkunde des Oberrheingebietes und der angrenzenden Länder,* 2: 161-203.

Barbour, D.A., 1986. Why are there so few butterflies in Liverpool? An answer. *Antenna,* 10(2): 72-75.

Barrow, D.A., 1983. *Ecological studies on bumblebees in South Wales with special reference to resource partitioning and bee size variation.* Ph.D. Thesis, University College, Cardiff, 161 pp.

Barrow, D.A. & R.S. Pickard, 1984. Size-related selection of food plants by bumblebees. *Ecological Entomology,* 9(4): 369-373.

Beaumont, J. de, 1955. Hyménoptères des environs de Neuchâtel. Deuxième partie. *Bulletin de la Société neuchâteloise de Sciences naturelles,* 78: 17-30.

Beaumont, J. de, 1958. Les Hyménoptères aculéates du Parc National Suisse et des régions limitrophes. *Ergebnisse des Wissenschaftliche Untersuchungen der Schweizerischen Nationalparks,* 6: 146-233, 1 map.

Benoist, R., 1926. Hyménoptères mellifères des environs de Paris. *Annales de la Société entomologique de France,* 95: 210.

Benoist, R., 1928. Etude sur la faune des Hyménoptères des Alpes françaises. *Annales de la Société entomologique de France,* 97: 389-417.

Bequaert, J., 1909. Bouwstoffen voor de Hymenopteren-fauna van België. *Handelingen van het XIII° Vlaamsch Natuur en Geneeskundig Congres, Brussel,* 1909: 161-170.

Bequaert, J., 1913. Over eenige merkwaardige Apiden (Hymenoptera) der belgische fauna. *Handelingen van het XVII° Vlaamsch Natuur en Geneeskundig Congres, Brussel,*1913: 161-167.

Bernardi, G., 1980. Les catégories taxonomiques de la systématique évolutive. pp 373-425 *In:* C. Bosquet, J. Génermont & M. Lamotte, *Les problèmes de l'espèce dans le règne animal. Tome III.* Mémoire n°40, Société zoologique de France, Paris, 452 pp.

Blondel, J., 1986. *Biogéographie évolutive.* Collection d'écologie, Masson, Paris, 221 pp.

Bols, J.H., 1939a. Un remarquable terrain d'hivernation de Bombus et de Psithyrus près de Louvain, à Lubbeek, en Belgique. *VIIth Int. Kongr. Entom., 1938*: 1048-1060, pls 1-2.

Bols, J.H., 1939b. De raadselachtige hommel, Bombus confusus Schenck. *De levende Natuur,* 1939:202-207.

Bouché, M.B., 1972. *Lombriciens de France. Ecologie et systématique.* Institut National de la Recherche scientifique, Paris, 671 pp.

Bouché, M.B., 1983. Earthworm evolution and distributions patterns. pp 431-448 *in:* Satchell, J.E. (ed.), *Earthworm Ecology from Darwin to vermiculture.* Chapman & Hall, London, New York, 495 pp.

Bowers, M.A., 1985. Bumble bee colonization, extinction, and reproduction in subalpine meadows in northeastern Utah. *Ecology,* 66(3): 914-927.

Braun-Blanquet, J., 1932. *Plant sociology. The study of plant communities.* University of Chicago, 438 pp. Titre de l'édition originale "*Pflanzen-Soziologie*" (1928). Cité par Grandjouan (1978).

Brian, A.D., 1951. The pollen collected by bumblebees. *Journal of animal Ecology,* 20: 191-194 (cité par Teräs, 1985).

Brian, A.D., 1952. Division of labour and foraging in *Bombus agrorum* Fabricius. *Journal of animal Ecology,* 21: 223-240.

Brian, A.D., 1954. The foraging of bumblebees. *Bee World,* 35: 61-67, 81-91.

Brian, A.D., 1957. Differences in the flowers visited by four species of bumble-bees and their causes. *Journal of animal Ecology,* 26: 71-98.

Brian, A.D., 1983. *Social insects: ecology and behavioural biology.* Chapman & Hall, London, X + 377 pp.

Brinck, P., 1951. *In:* Brinck, P. & Wingstrand, K.G.. The mountain fauna of the Virihaure area in Swedish Lapland. *Acta Universitatis Lundensis, N.F. avd. 2,* 45(2): 1-69.

Brisse, H., G. Grandjouan & P. de Ruffray, 1982. Les types de climat annuel, un mode d'expression des gradients climatiques intégrant les variations interannuelles. *La Météorologie VIe Série,* 31: 39-81.

Brisse, H., P. Rasmont, P. de Ruffray & C. Gaspar, *sous presse.* *Code informatisé de la Flore d'Europe.* Presses agronomiques de Gembloux, Secrétariat de la Faune et de la Flore, Gembloux, Paris, ca. 300 pp.

Brosset, A., 1982. Le peuplement de Cyprinodontes du bassin de l'Invindo, Gabon. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie),* 36: 233-295 (cité par Blondel, 1986).

Carles, J., 1951. Le Puy. *Carte de la Végétation de la France, N°59, C.N.R.S., Ministère de l'Agriculture.*

Carles, J., 1957. Notice détaillée de la feuille 59 - Le Puy., *Carte de la Végétation de la France, C.N.R.S.,* 59:1-40.

Carpentier, F., A. Crèvecoeur & P. Maréchal, 1925. Liste d'Hyménoptères intéressants. *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique,* 65: 352-356.

Cavro, E., 1950. Catalogue des Hyménoptères du département du Nord et régions limitrophes. I. Aculéates. *Bulletin de la Société entomologique du Nord de la France, supl.,* 52: 1-86.

Cederberg, B. 1979. Doftstyrt värdval hos snylthumlor - Odour guided host selection in Psithyrus (Hym., Apidae). *Entomologisk Tidskrift,* 100: 128-129.

Cederberg, B. 1983. The role of trail pheromones in host selection by Psithyrus rupestris (Hymenoptera, Apidae). *Annales Entomologici Fennici*, 49: 11-16.

Cederberg, B., Bo G. Svensson, G. Bergström, M. Appelgren & I. Groth, 1984. Male Marking Pheromones in North European Cuckoo Bumble Bees, *Psithyrus* (Hymenoptera, Apidae). *Nova Acta Regiae Societatis Scientarum Upsaliensis, Serie V: C*, 3: 161-166.

Cherix, D. & S. Higashi, 1979. Distribution verticale des fourmis dans le Jura vaudois et recensement préliminaire des bourdons (Hymenoptera, Formicidae et Apidae). *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 74: 315-324.

Chevin, H., 1966. Végétation et peuplement entomologique des terrains sablonneux de la côte ouest du Cotentin. *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*, 52: 1-138.

Clicheroux, E., 1978. *La forêt, deuxième richesse de Wallonie?* Crédit Général, Bruxelles, 30 pp.

Cockerell, T.D.A., 1910. Some bees from high altitudes in the Himalaya Mountains. *The Entomologist*, 43: 238-242.

***Code International de Nomenclature zoologique. Troisième édition*, 1985.** International Trust for Zoological Nomenclature, London, 338 pp.

Comba, M., 1960. Contributo alla conoscenza dei *Bombus* Latr. e *Psithyrus* Lep. delle Valli del Pellice, Angrogna, Germanasca (Alpi Cozie) (Hymenoptera, Apidae). *Fragmenta Entomologica*, 3(8): 163-201.

Comba, M., 1972. *Bombus* e *Psithyrus* delle regioni alpine occidentali. *Memorie della Scieta Entomologica Italiana*, 51: 39-70.

Cresson, E.T., 1863. List of the North American species of *Bombus* and *Apathus*. *Proceedings of the entomological Society of Philadelphia*, 2: 83-116.

Cresson, E.T., 1874. Descriptions of new Hymenoptera. *Transactions of the American entomological Society*, 5: 99-102.

Crèvecoeur, A. & P. Maréchal, 1927. Liste d'Hyménoptères intéressants capturés en 1926. *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique*, 67: 138-141.

Crèvecoeur, A. & P. Maréchal, 1929. Liste d'Hyménoptères intéressants, la plupart capturés en 1928. *Bulletin et annales de la Société entomologique de Belgique*, 69: 166-171.

Crèvecoeur, A. & P. Maréchal, 1935. Matériaux pour servir à l'établissement d'un nouveau Catalogue des Hyménoptères de Belgique. V. *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique*, 75: 409-412.

Crèvecoeur, A. & P. Maréchal, 1937. Matériaux pour servir à l'établissement d'un nouveau Catalogue des Hyménoptères de Belgique. VII. *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique*, 77: 445-456.

Cumber, R.A., 1953. Some aspects of the biology and ecology of bumblebees bearing upon the yields of red-clover seed in New-Zealand. *New Zealand Journal of Science and Technology*, B34: 227-240.

Daget, J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie.* Collection d'écologie, 8, Masson, Paris New York Barcelone Milan, 172 pp (2ème tirage 1979).

Dagnelie, P., 1975a. *Théorie et méthodes statistiques. vol. 2.* Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 463 pp.

Dagnelie, P., 1975b. *Analyse statistique à plusieurs variables.* Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 362 pp.

Dalla Torre, K.W. von, 1890. Hymenopterologische Notizen. *Wiener entomologische Zeitung*, 9(5): 97-99.

Darwin, C., 1841. Humble-bees. *Gardener's Chronicle and Agricultural Gazette*, 34: 550.

Darwin, C., 1876. *The effect of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom.* Murray, London, 482 pp.

Day, M.C., 1979. The species of Hymenoptera described by Linnaeus in the genera *Sphex, Chrysis, Vespa, Apis* and *Mutilla. Biological Journal of the Linnean Society,* 12: 45-84.

De Hennin, G., & Anciaux, F., 1948. Catalogue des Hyménoptères de la zone calcareuse de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique,* 84: 71-86.

De Ruijter, A. & J.T. Wiebes, 1975. Colour variation of Bombus pascuorum in the Netherlands. *Netherlands Journal of Zoology,* 25(2): 233-238.

Delbrassinne, S. & P. Rasmont, *sous presse.* Contribution à l'étude de la pollinisation du Colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* (Moench) Delile) en Belgique. *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux,* 27 pp.

Delmas, R., 1945. Sur la présence de *Bombus laesus* F. Mor. dans le Midi de la France. *Bulletin de la Société entomologique de France,* 5: 83-84.

Delmas, R., 1962. Notes zoogéographiques et systématiques sur les Bombidae. *Annales de l'Abeille,* 5(3): 175-179.

Delmas, R., 1976. Contribution à l'étude de la faune française des *Bombidae (Hymenoptera, Apoidea, Bombidae). Annls Soc. ent. Fr. (N.S.),* 12: 247-290.

Delmas, R.,1981. Systematics and geographical variation in the Bombinae, *In:* Howse, P.E. & Clement, J.L., *Biosystematics of social insects,* Academic Press, London, 223-229.

Delvosalle, L., F. Demaret, J. Lambinon & A. Lawalrée, 1969. *Plantes rares, disparues ou menacées de disparition en Belgique: L'appauvrissement de la flore indigène.* Service des Réserves Naturelles domaniales et de la Conservation de la Nature, Ministère de l'Agriculture, Bruxelles, 129 pp.

Dennis, R.L.H., 1986. Butterflies "diversity" - regressing and a little latitude. *Antenna,* 10(3): 108-112.

Dervin, A., 1960. Notes de chasse. Hyménoptères (suite) - Apides. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle des Ardennes,* 50: 61-67.

Donath, H., 1986. Der Strassentod als bestandsgefährdender Faktor für Hummeln (Insecta, Hymenoptera, Bombidae). *Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg,* 22(2): 39-43.

Donovan, B.J. & S.S. Wier, 1978. Development of hives for field population increase, and studies on the life cycles of the four species of introduced bumble bees in New Zealand. *New Zealand Journal of agricultural Research,* 21: 733-756.

Douglas, J.M., 1973. Double Generations of *Bombus jonellus subborealis* Rich. (Hym. Apidae) in an Arctic Summer. *Entomologia Scandinavica,* 4: 283-284.

Doublet, C., 1951. Matériaux pour servir à la connaissance des Hyménoptères de France. *L'Entomologiste,* 7: 110-114.

Dupias, G. & G. Cabaussel, 1966. Rodez. *Carte de la Végétation de la France,* 65.

Dupias, G. & D. Lavergne, 1968. Aurillac. *Carte de la Végétation de la France,* 58.

Dupias, G., R. Molinier, J.J. Corre & L. Trabaud, 1968. Montpellier, *Carte de la Végétation de la France,* 73.

Dupias, G. *et al.* (Service de la Carte de Végétation), 1973. Avignon. *Carte de la Végétation de la France,* 66.

Duvigneaud, P., 1974. *La synthèse écologique.* Doin, Paris, 296 pp.

Dylewska, M., 1957. The distribution of the species of genus *Bombus* Latr. in Poland. *Acta Zool. cracov.,* 2: 259-278.

Fabricius, J.C., 1775. *Systema Entomologiae.* Flensburgi et Lipsiae, 832 pp.

Ferton, C., 1901. Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs avec la description de quelques espèces. *Annales de la Société entomologique de France,* 70: 83-143.

Ferton, C., 1908. Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs. *Annales de la Société entomologique de France,* 77: 535-586, extraits pp 339-343 *In*: **C. Ferton,** *La vie des abeilles et des guêpes,* Chiron ed., Paris, 376 pp, 1923.

Fesci, S., 1975. La succession des floraisons et la phénologie du genre *Bombus* Latr. dans la zone alpine des Monts Cindrel (1750-2244m). *Travaux du Musée d'Histoire naturelle Grigore Antipa,* 20(1): 245-251.

Flamary, A., 1898. Hyménoptères du Maconnais. *L'Echange, Revue Linnéenne,* 14: 61-63.

Frey-Gessner, E., 1889. Une chasse au *Bombus alpinus* Lin., I-VIII. *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 4: 17-18, 26, 31-32, 42, 49-50, 55-56, 63-65, 71-72.

Frey-Gessner, E., 1890a. Une nouvelle chasse au *Bombus alpinus* Lin., *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft*

Frey-Gessner, E., 1890b. Supplément aux chasses au Bombus alpinus Lin. *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 5: 75-76, 81, 92-93.

Frey-Gessner, E., 1890c. *Bombus agrorum* Fab. und *B. variabilis* Schmdk. *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 8: 183-187.

Frey-Gessner, E., 1890d. Die weissen alpenhummeln. *Bombus mucidus* Gerst., var. *mollis* Pérez, und *B. pomorum* Pz. var. *elegans* Seidl (*Mesomelas* Gerst.). *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 8: 187-190.

Frey-Gessner, E., 1890e. *Bombus alticola* Krchb., *rajellus* Kirby and *pyrenaeus* Pérez. *Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 8: 190-194.

Frey-Gessner, E., 1892. Les bourdons du Valais. *Bulletin des Travaux de la Société Murithienne,* 13: 32-36.

Frey-Gessner, E., 1898. Über die Erkennungszeichen der Hochalpinen dreifarbigen Hummelarbeiter *alticola, derhamellus* var. 3, *mendax* und *lapponicus. Mitteilungen der Scheizerischen entomologischen Gesellschaft,* 10: 127-132.

Frey-Gessner, E., 1898-1899. Fauna insectorum helvetiae. Hymenoptera Apidae. Vol. I. Gesellig lebende Bienen, Urbienen und Schenkelsemmler. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.,* 10: 1-52 (1898), 53-84 (1899).

Frey-Gessner, E., 1912a. Fauna insectorum helvetiae. Hymenoptera Apidae. Vol. II. Bauchsammler und Schmarotzerbienen. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.,* 11: 257-319.

Frey-Gessner, E., 1912b. Tables analytiques des Hyménoptères du Valais (suite). *Bulletin des Travaux de la Société Murithienne,* 25-82 (1911).

Friese, H., 1893. *Die Bienenfauna von Deutschland und Ungarn.* Friedländer & Sohn, Berlin, 80 pp.

Friese, H., 1897. *Die Bienen Europa's (Apidae europaeae). Theil III. Solitäre Apiden. Genus Podalirius.* Friedländer & Sohn, Berlin, 316 pp.

Friese, H., 1905. Neue oder wenig bekannte Hummeln des russischen Reiches (Hymenoptera). *Annuaire du Musée Zoologique de l'Académie Impériale des Sciences de St-Pétersbourg,* 9: 507-523 (1904).

Friese, H., 1913. Über einige neue Apiden. *Archiv für Naturgeschichte,* 78: 85-89 (1912).

Frionnet, C., 1902. Bombus et Psithyrus de France et de Belgique. *La Feuille des jeunes Naturalistes,* 32(3):165-169, (4): 177-183, pl. II.

Frison, T.H., 1917. Notes on Bombidae, and on the life history of *Bombus auricomus* Robt. *Annals of the entomological Society of America,* 10: 277-286, 2 pls.

Frison, T.H., 1918. Additional notes on the life history of *Bombus auricomus* Robt. *Annals of the entomological Society of America,* 11: 43-47, pl. III.

Frontier, S., 1987. Applications of fractal theory to ecology. *pp 335-378 In:* P. Legendre & L. Legendre, *Developments in Numerical Ecology.* NATO ASI series, vol. G14, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Gaspar, C., 1970. *Les Formicides de la Famenne. Une monographie faunique régionale.* Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, Volume 1: VII + 219 + 34 pp; volume 2: 94 cartes; volume 3: 41 yableaux.

Gaspar, C., 1971a. Les fourmis de la Famenne. I. Une étude zoogéographique. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique,* 47(20): 1-116.

Gaspar, C., 1971b. Les fourmis de la Famenne. II. Une étude zoosociologique. *Rev. Ecol. Biol. Sol,* 8(4): 553-607.

Gaspar, C., 1972. Les fourmis de la Famenne. III. Une étude écologique. *Rev. Ecol. Biol. Sol,* 9(1): 99-125.

Gaspar, C., 1986. La surveillance des Invertébrés, le rôle de Gembloux. *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux,* 21: 197-226.

Gaspar, C., J. Leclercq & C. Wonville, 1975. Examen synoptique des 784 premières cartes de l'Atlas provisoire des Insectes de Belgique. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique,* 105(1-2): 111-128.

Gaspar, C. & C. Thirion, 1978. Modification des populations d'Hyménoptères sociaux dans des milieux anthropogènes. *Memorabilia Zoologica,* 29: 61-77.

Gauss, R., 1967. Verzeichnis der im badischen Gebiet bekanntgewordenen aculeaten Hautflügler und Goldwespen (Hymenoptera) sowie von stylopisierten Arten. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde,* 9(3): 529-587.

Gaussen, H. 1964. Foix. *Carte de la Végétation de la France,* 77.

Gaussen, H. 1972. Perpignan. *Carte de la Végétation de la France,* 78 (2ème édition).

Gaussen, H., G. Cabaussel, G. Dupias & L. Mestre, 1964. Carcassonne. *Carte de la Végétation de la France,* 72.

Gaussen, H. & P. Rey, 1947. Toulouse. *Carte de la Végétation de la France,* 71.

Gerstaecker, A., 1869. Beiträge zur näheren Kenntnisseiniger Bienen-Gattungen. *Stettiner entomologische Zeitung,* 30: 139-184.

Ghys, R., 1948. Les Insectes dans le Folklore Wallon. *Le Naturaliste amateur,* 5(9-10): 99-126.

Gorodkov, K.B., 1986a. Three-Dimensional Climatic Model of the Potential Range and Some of Its Characteristics. II. *Entomological Review,* 65(2): 1-18 (article original en russe dans *Entomologicheskoye Obozreniye,* 1986(1): 81-95).

Gorodkov, K.B., 1986b. Three-Dimensional Climatic Model of the Potential Range and Some of Its Characteristics. I. *Entomological Review,* 65(2): 19-35 (article original en russe dans *Entomologicheskoye Obozreniye,* 1985(2): 295-310).

Grandjouan, G., 1978. *Une méthode de comparaison statistique entre les répartitions des plantes et des climats.* Thèse, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 316 pp.

Haas, A., 1949. Arttypische Flugbahnen von Hummelmännchen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie,* 31: 281-307.

Haas, A., 1976. Paarungsverhalten und Nestbau der alpinen Hummelart Bombus mendax (Hymenoptera: Apidae). *Ent. Germ.,* 3: 248-259.

Haeseler, V., 1972. Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik,* 99: 133-212.

Hagen, E. von, 1986. *Hummeln.* Naturführer, Neumann-Neudamm, Melsungen, 221 pp.

Hammer, K. & Sv. N. Holm, 1970. Danske humblebier og snyltehumler. *Natur og Museum*, 14(2-3): 3-22.

Handlirsch, A., 1888. Die Hummelsammlung des K.K. naturhistorischen Hofmuseums. *Annalen des K.K. Naturhistorischen Hofmuseums*, 3: 209-250.

Hanski, I., 1982. Communities of bumblebees: testing the core-satellite species hypothesis. *Annales Entomologici Fennici*, 19: 65-73.

Harder, L.D., 1985. Morphology as a predictor of flower choice by bumble bees. *Ecology*, 66: 198-210.

Hasselrot, T.B., 1960. Studies on Swedish bumblebees (Genus *Bombus* Latr.). *Opuscula entomologica*, suppl. 17: 1-192.

Heinrich, B., 1972. Energetics of Temperature Regulation and Foraging in a Bumblebee, *Bombus terricola* Kirby. *Journal of compared Physiology*, 77: 49-64.

Heinrich, B., 1973. The Energetics of the Bumblebee. *Scientific American*, 228: 96-102.

Heinrich, B., 1976a. Foraging specializations of individual bumblebees. *Ecol. Monogr.*, 46: 105-128.

Heinrich, B., 1976b. Resource partitioning among some eusocial insects: bumblebees. *Ecology*, 57: 874-899.

Heinrich, B., 1979. *Bumblebee economics.* Harvard University Press, Cambridge, 246 pp, 2 pls.

Hengeveld, R., 1985. - Dynamics of Dutch beetle species during the twentieth century (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Biogeography*, 12: 389-411.

Hobbs, G.A., 1965. Ecology of species of Bombus Latr. (Hymenoptera: Apidae) in southern Alberta. II. Subgenus Bombias Robt. *The Canadian Entomologist*, 120-128.

Hobbs, G.A., W.O. Nummi & J.F. Virostek, 1962. Managing Colonies of Bumble Bees (Hymenoptera: Apidae) for Pollination Purposes. *The Canadian Entomologist*, 94(11): 1121-1132.

Hoffer, E., 1882. *Die Hummeln Steiermarks. Lebensgeschichte und Beschreibung derselben. I. Hälfte.* Leuschner & Lubensky, Graz, 2 + 92 pp, 3 pls.

Hulkkonen, O., 1928. Zur Biologie des Südfinnischen Hummeln. *Annales Universitatis Fennica Aboensis*, 3(1): 1-81.

I.B.R.A., 1980. *Atlas of the Bumblebees of the British Isles.* Institute of terestrial Ecology, Cambridge, 32 pp, 27 maps.

Inouye, D., 1977a. Species Structure of Bumblebee Communities in North America and Europe. pp. 35-49 *In:* Mattson, W.J., *The role of Arthropods in forest ecosystems.* Springer, Berlin - Heidelberg - New york.

Inouye, D., 1977b. Resource partitioning in bumblebees. *New York entomological Society*, 85(4): 253-254.

Inouye, D., 1978. Resource partitioning in bumblebees: experimental studies of foraging behavior. *Ecology*, 59(4): 672-678.

Institut National des Statistiques, 1953. *Recensement général de l'Agriculture de 1950.* Ministère des Affaires économiques et des Classes moyennes. Tomes I à III, Bruxelles; Tomes IV à VI, Strée.

Institut National des Statistiques, 1961-1964. *Recensement général de l'Agriculture et des Forêts de 1959.* Ministère des Affaires économiques et de l'Energie, Tomes I-II, 1961; Tomes III-V, 1962; Tomes VI-VII, 1963; Tome VIII, 1964.

Institut National des Statistiques, 1976. *Recensement général de l'Agriculture et des Forêts de 1970.* Tomes I à X. Ministère des Affaires économiques, Bruxelles.

Institut National des Statistiques, 1986a. *Statistiques agricoles*, 18 (1-2-3): 1-263.

Institut National des Statistiques, 1986b. *Aperçu statistique de la Belgique.* Ministère des Affaires économiques, Bruxelles, 8 pp.

Ito, M., 1985. Supraspecific Classification of Bumblebees based on the Characters of Male Genitalia. *Contributions from the Institute of Low Temperature Science, ser. B,* 20: 1-143.

Ito, M. & S. Sakagami, 1985. Possible Synapomorphies of the Parasitic Bumblebees (*Psithyrus*) with Some Nonparasitic Bumblebees (*Bombus*) (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology,* 10(1): 105-119.

Jacob-Remacle, A. & J.-P. Jacob, 1983. Hyménoptères Aculéates de la Fagne de Spa-Malchamps (Hautes-Fagnes). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie,* 119: 234-256.

Janssens, K. 1971. Hymenoptera Aculeata ex coll. Raymond Enckels. *Schakel, Antwerpen,* 9(1): 10-17.

Janssens, K. 1981. Enkele notities over Hymenoptera uit de Gaume en aangrenzend gebied. *Phegea, Antwerpen,* 9(1): 1-8.

Jonghe, R. de, 1982. Copulation interspécifique en captivité d'espèces du genre *Bombus* Latreille (sensu stricto) (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie,* 118: 171-175.

Jonghe, R. de, 1986. Crossing experiments with *Bombus terrestris terrestris* (Linnaeus, 1758) and *Bombus terrestris xanthopus* Kriechbaumer, 1870 and some notes on diapause and nosemose (Hymenoptera: Apoidea). *Phegea, Antwerpen,* 14: 19-23.

Jonghe, R. de, & P. Rasmont, 1983. Kreuzungsexperiment mit Hummeln des Genus Bombus Latreille sensu stricto (Hymenoptera, Apidae). *Phegea, Antwerpen,* 11: 7-10.

Kimsey, L.S., 1987. Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Systematic Entomology,* 12: 63-72.

Kirby, W., 1802. *Monographia Apum Angliae.* Ipswich, Vol. I, XII + 258 pp, 14 pls; Vol. II, 388 pp, 4 pls.

Knechtel, W.K., 1954. Studiu zoogeographic si ecologic asupra bombinelor din Republica Populara Romina. *Buletin stiintific, Academia Republicii Populare Romine,* 6: 757-775.

Knechtel, W.K., 1955. *Fauna Republicii Populare Romine. Insecta. Volumul IX. Fascicula 1. Hymenoptera. Subfamilia Apinae.* Academia Republicii Populare Romine, 111 pp.

Knuth, P., 1906. *Handbook of flower pollination.* Oxford University Press (cité par Ranta & Lundberg, 1980).

Kolbe, W., 1985. Beziehungen zwischen Klima, Pflanzenbau und Pflanzenschutz II. - 40jährige Ergebnisse der Wetterstation Versuchsgut Höfchen in Burscheid (1943-1983). *Pflanzenschutz-Nachr. Bayer, Leverkusen,* 38: 63-194 (cité par Wolf, 1985b).

Koorneef, J., 1951. Loose aantekeningen over Hymenoptera. *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 13: 244-249.

Kowalski, K., 1977. Les mammifères de la zone arctique. *La Recherche,* 8: 344-351.

Kratochwil, A., 1983. Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera) eines versaumten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl - Ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen als Lizenz-Biotope gefährdeter Tierarten. *Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftpsflege in Baden-Württemberg,* 34: 57-108.

Kratochwil, A., 1984. Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). *Phytocoenologia,* 11: 455-669.

Krüger, E., 1917. Zur Systematik der mitteleuropäischen Hummeln (Hym.). *Entomologische Mitteilungen,* 6(1-3): 55-66.

Krüger, E., 1920. Beiträge zur Systematik und Morphologie der mittel-europäischen Hummeln. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik,* 42: 289-464.

Krüger, E., 1928. Über die Farbenvariationen der Hummelart Bombus agrorum Fabr. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere,* 11: 361-494, 2 pls.

Krüger, E., 1931. Über die Farbenvariationen der Hummelart Bombus agrorum Fabr. II. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere,* 24: 148-237.

Krüger, E., 1939. Die Hummeln und Schmarotzerhummeln von Sylt und dem denachbarten Festland. *Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein,* 23: 28-123.

Krüger, E., 1940. Über die Farbenvariationen der Hummelart Bombus variabilis. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere,* 37: 276-386, 1 pl.

Krüger, E., 1951. Phänoanalytische Studien an einigen Arten der Untergattung Terrestribombus O. Vogt (Hymen. Bomb.). I. Teil. *Tijdschrift voor Entomologie,* 93: 141-197 (1950).

Krüger, E., 1956. Phänoanalytische Studien an einigen Arten der Untergattung Terrestribombus O. Vogt (Hymenoptera, Bombidae). II. Teil (fortsetzung). *Tijdschrift voor Entomologie,* 99: 75-105.

Krüger, E., 1958. Phänoanalytische Studien an einigen Arten der Untergattung Terrestribombus O. Vogt (Hymenoptera, Bombidae). III. Teil. *Tijdschrift voor Entomologie,* 101: 283-344.

Kruseman, G., 1937. *In:* Korte mededeling (*Bombus jonellus* in Nederland). *Tijdschrift voor Entomologie,* 80: 63-64.

Kruseman, G., 1948. *In:* Korte mededeling (*Bombus subterraneus* L., *Psithyrus norvegicus* Sp.-Sn.). *Tijdschrift voor Entomologie,* 12: 282.

Kruseman, G., 1951. Afwijkende Bombus terrestris (L.) *Entomologische Berichten,* 13: 232.

Kruseman, G., 1953a. *Bombus laesus mocsaryi* Kriechb. trouvé en France. *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 14: 266.

Kruseman, G., 1953b. Note on Bombus jonellus (Kirby). *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 13: 43-47.

Kruseman, G., 1955. Vindplaatsen van Bombus magnus Vogt in de collectie van het Zoölogisch Museum te Amsterdam (Hym.). *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 15: 398.

Kruseman, G., 1958. Notes sur les bourdons pyrénéens du genre *Bombus* dans les collections néerlandaises. *Beaufortia,* 6(72): 161-170, 1 pl.

Kruseman, G., 1959. Enkele zoogeographische opmerkingen over de hommelfauna van Zweden (Hym., Apid.). *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 19(1): 49-51.

Kruseman, G., 1961. *Bombus confusus* Schenck dans les Pyrénées-Orientales. *Vie et Milieu,* 11(4): 688 (1960).

Kruseman, G., 1969. Bombus magnus Vogt ook in België. *Entomologische Berichten, Amsterdam,* 29: 164.

Lattin, G. de, 1967. *Grundriss der Zoogéographie.* Gustav Fischer, Jena, 602 pp.

Lavergne, D., 1963. Bergerac. *Carte de la Végétation de la France,* 57.

Leclercq, J., 1942. Notes sur les Hyménoptères des environs de Liège (3° série). Observations sur le choix des fleurs butinées. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique,* 73: 1.

Leclercq, J., 1960. Fleurs butinées par les Bourdons (*Hym. Apidae Bombinae*) dans la Région Liégeoise (1945-1959). *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherche de Gembloux,* 28(2): 180-198.

Leclercq, J., 1973. Statistique et destin des Guêpes et des Abeilles solitaires de l'Entre-Vesdre-et-Meuse. *Natuurhistorische Maanblad, Maastricht,* 62(12): 159-168.

Leclercq, J., 1975. La Cartographie des Invertébrés européens: l'apport de la Belgique et de Gembloux. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique,* 105(1-2): 87-109.

Leclercq, J., 1979. Tous ces atlas, toutes ces cartes, c'est pour quoi faire? *Notes fauniques de Gembloux,* 2: 1-22.

Leclercq, J., C. Gaspar, J.-L. Marchal, C. Verstraeten & C. Wonville, 1980. Analyse des 1600 premières cartes de l'Atlas provisoire des Insectes de Belgique, et première liste rouge d'Insectes menacés dans la faune belge. *Notes fauniques de Gembloux*, 4: 1-104.

Legendre, L. & P. Legendre, 1984. *Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques*, 260 pp, *2. La structure des données écologiques*, 335 pp, 2ème édition, Masson, Presses de l'Université du Québec, Paris, Québec.

Legendre, P., 1987. Organisation spatiale des communautés biologiques: importance pour les théories de gestion des écosystèmes. 26 pp *In:* Compte-rendu de la Conférence européenne "*Diversité biologique - un défi pour la science, l'économie et la société*", Dublin, 4-6 mars 1987, programme FAST, Commission des Communautés européennes.

Leininger, H., 1930. Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens. *Archiv für Insektenkunde des Oberrheingebietes und der angrenzenden Länder*, 2: 203-210.

Le Pelley, R.H., 1972. Entomological report. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 19: 17-21. (1971).

Le Roy Ladurie, E., 1983. *Histoire du climat depuis l'an Mil.* Flammarion, Paris, Vol. 1, 287 pp; Vol. 2, 254 pp.

Lesort, M., 1986. Comment j'ai découvert les fractales. *La Recherche*, 17: 420-424. (compte-rendus d'une entrevue avec B. Mandelbrot)

Løken, A., 1949. Bumble bees in relation to *Aconitum septentrionale* in Central Norway (øyer). *Nytt Magasin for Naturvidenskapene*, 87: 1-60.

Løken, A., 1950. Bumble bees in relation to *Aconitum septentrionale* in Western Norway (Eidfjord). *Norsk Entomologisk Tidsskrift*, 8: 1-16.

Løken, A., 1954. Observations of bumblebee activity during the solar eclipse june 30, 1954. *Universitet Bergen Arbok, 1954 Nat. rekke*, 13: 1-6.

Løken, A., 1961. Bombus consobrinus Dahlb., an oligolectic bumble bee (Hymenoptera, Apidae). *XIth International Congress of Entomology 1960*, 1: 598-603.

Løken, A., 1973. Studies on Scandinavian Bumble Bees (Hymenoptera, Apidae). *Norsk entomologisk Tidsskrift*, 20(1): 1-218.

Løken, A., 1984. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). *Entomologica Scandinavica*, suppl. 23: 1-45.

Løken, A. & E. Framstad, 1983. Contribution to the taxonomy of *Fernaldaepsithyrus* (Hym., Apidae). *Acta Entomologica Fennica*, 42: 46-50.

Luff, W.A., 1895. The Aculeate Hymenoptera of Guernsey. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1894: 347-355 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1900. The Insects of Alderney. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1899: 388-408 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1903. Report of the entomological section. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1902: 123-126 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1905a. The insects of Herm. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1904: 374-387 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1905b. Report of the entomological section. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1904: 318-322 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1905c. The insects of Jethou. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1905: 388-390 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1906. Report of the entomological section. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1905: 20-22 (cité par O.W. Richards, 1978).

Luff, W.A., 1907. The insects of Sark. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science*, 1906: 185-199 (cité par O.W. Richards, 1978).

Lumaret, J.-P., 1978. *Biogéographie et écologie des Scarabéides coprophages du sud de la France.* Thèse, Université des Sciences et des Techniques du Languedoc, Montpellier, tome I, 254 pp, 6 annexes; tome II, 88 cartes.

Lumaret, J.-P., 1979. Biogéographie et écologie des Scarabéides coprophages du sud de la France. II. Analyse synécologique des répartitions. *Vie et Milieu,* 28-29(2C): 179-201.

Lundberg, H. & Bo G. Svensson, 1977. Altitudinal distribution of Psithyrus Lep. in relation to that of their hosts Bombus Latr. in a Subalpine/ Alpine area. *VIIIth int. Congr. IUSSI,* 1977: 305-306.

Mac Leod, J., 1893. *Bevruchting der Bloemen in het kempisch gedeelte van Vlaanderen.* Botanisch Jaarboek, Gent, 511 pp.

Mac Leod, J., 1894. *Bevruchting der Bloemen in het kempisch gedeelte van Vlaanderen. Tweede deel.* Botanisch Jaarboek, Gent, 452 pp.

Mandelbrot, B., 1978. Les objets fractals. *La Recherche,* 9: 5-13.

Mandelbrot, B., 1982. *The fractal geometry of nature.* (3éme ed.), W.H. Freeman, New York, 468 pp.

Marchal, J.-L., 1982. Organisation d'une banque de données entomologiques. *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique,* 112: 125-136.

Marchal, J.-L., 1984. Die Verwendung einer kleinen Datenbank für das Studium von Pfanzenwespengemeinschaften (Hymenoptera, Symphyta). pp. 1-22 *In: Computers in Biogeography,* Linz.

Maréchal, P. & J. Petit, 1957. Insectes intéressants récoltés par le "Cercle des Entomologistes liégeois" (Liste 1957). *Lambillionea,* 57: 55-63.

Maréchal, P. & J. Petit, 1961. Insectes intéressants récoltés par le "Cercle des Entomologistes liégeois" (Liste 1961). *Lambillionea,* 61: 56-64.

Marion, H., 1977. Les Bourdons de la Nièvre et du Morvan. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon,* 46(7): 225-231.

Maurin, H., 1986. *Conception et organisation d'un système d'information sur le patrimoine naturel.* Thèse, Université de Rennes, Rennes, 346 pp.

May, J., 1938. Bionomie rodu *Bombus* Latr. a *Psithyrus* Lep. (II.) (Hym. Apid.). *Casopis Ceské Ceskoslovenské Spolecnosti Entomologické,* 35: 71-80.

May, J., 1942. Subgenus Allopsithyrus Popov in Böhmen und in Mähren (Hym. Apid.). *Sbornik Entomologického Oddeleni Narodniho Musea v Praze,* 20: 223-231.

May, J., 1959. *Cmelaci v CSR jejich bionomie, chow a hospodarsky vyznam.* Praha, 170 pp.

Mayr E., 1954. Change of genetic environment and evolution, pp 157-180 *In:* J. Huxley (Ed.), *Evolution as a process.* Allen & Unwin, London.

Mayr E., 1982. Speciation and macroevolution. *Evolution,* 36: 1119-1132.

Meidell, O., 1968. *Bombus jonellus* (Kirby) (Hym., Apidae) has Two Generations in a Season. *Norsk entomologisk Tidsskrift,* 15(1): 31-32.

Michener, C.D., 1974. *The Social Behavior of the Bees.* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 404 pp.

Michener, C.D. & M. Amir, 1977. The seasonal cycle and habitat of a tropical bumble bee. *Pacific Insects,* 17(2-3): 237-240.

Milliron, H.E., 1961. Revised classification of the bumblebees - a synopsis (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas entomological Society,* 34: 49-61.

Milliron, H.E., 1971. A monograph of the Western Hemisphere Bumblebees (Hymenoptera: Apidae; Bombinae). I. The Genera Bombus and Megabombus Subgenus Bombias. *Memoirs of the Entomological Society of Canada,* 82: 1-80.

Milliron, H.E., 1972. A monograph of the Western Hemisphere Bumblebees (Hymenoptera: Apidae; Bombinae). II. The Genus Megabombus Subgenus Megabombus. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 89: 81-237.

Milliron, H.E., 1973. A monograph of the Western Hemisphere Bumblebees (Hymenoptera: Apidae; Bombinae). III. The Genus Pyrobombus Subgenus Cullumanobombus. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 91: 239-333.

Milliron, H.E. & D.R. Olivier, 1966. Bumblebees from Northern Ellesmere Island, with observations on usurpations by *Megabombus hyperboreus* (Schönh) (Hymenoptera: Apidae). *The Canadian Entomologist*, 98: 207-213.

Misonne, X., 1959. *La règle de Bergmann. Essai d'interprétation des races géographiques en fonction du climat.* Editions de l'Université, Leopolville, 31 pp.

Mjelde, A., 1983. The foraging strategy of Bombus consobrinus (Hymenoptera, Apidae). *Acta entomologica Fennica*, 42: 51-56.

Moczar, M., 1953. Magyarorszag es a környezö területek dongoméheinek (*Bombus* Latr.) rendzere és ökologiaja. (Système et écologie des bourdons (*Bombus* Latr.) de la Hongrie et de ses régions voisines. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 4: 131-159.

Morawitz, F., 1880. Ein Beitrag zur Bienen-Fauna Mittel-Asiens. *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences*, 26: 333-389.

Müller, H., 1944. Beiträge zur Kenntnis der Bienenfauna Sachsens (Hym. Apid.). *Mitteilungen der Deutschen entomologischen Gesellschaft*, 13: 65-108.

Müller, M., 1936. Psithyrus barbutellus Kirby und P. maxillosus Klug. (Apid., Hym.). *Mitteilungen der Deutschen entomologischen Gesellschaft*, 6: 73-76.

Obrecht, E. & A. Scholl, 1984. *Bombus lucorum* auct. ein Artenkomplex - Enzymelektrophoretische Befunde (Hymenoptera, Bombidae). *Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft*, 77: 266.

Office central de Statistique, 1937. *Agriculture. Recensement général au 31 décembre 1929.* Ministère de l'Intérieur, Bruxelles, XXXVI + 470 pp.

Ornosa Gallego, C., 1983. *Bombus (Kallobombus) soroeensis ancaricus* ssp. n. *(Hym. Apidae). Boletin Asoc. esp. Entom.*, 7: 323.

Ornosa Gallego, C., 1984. *La subfamilia Bombinae* (Hym., Apidae) *de la fauna española.* Thèse, Universidad Complutense de Madrid, 333 pp.

Ornosa Gallego, C., 1986a. Revision de los *Bombinae* estudiados por D. Modesto Quilis (*Hym., Apidae). Boletin Asoc. esp. Entom.*, 10: 359-368.

Ornosa Gallego, C., 1986b. Especies de *Bombinae* de la Sierra de los Ancares (Hymenoptera, Apidae). *Actas de las VIII Jornadas A e E, Sevilla,* Octubre 1986: 1042-1050.

Ornosa Gallego, C., 1985. Nuevos datos sobre *Bombus (Kallobombus) soroeensis ancaricus* Ornosa, 1983 (*Hym., Apidae). Boletim da Sociedade portuguesa de Entomologia,* suppl. 1: 43-46.

Özbek, H., 1983. *Dogu Anadolu'num Bazi Yörelerindeki Bombinae (Hymenoptera: Apoidea, Bombidae) Türleri Üzerinde Taksonomik ve Bazi Biyolojik Calismalar. Taxonomical and Some Biological Studies on Bombinae (Hymenoptera: Apoidea, Bombinae) From Some Parts of Eastern Anatolia.* Atatürk üniversitesi Basimevi, Erzurum, 70 pp.

Panfilov, D.V., 1951. Shmeli podroda Cullumanobombus Vogt (Hymenoptera, Apoidea). *Trudy vsesoyuznogo Entomologicheskogo Obshchestva*, 43: 115-128.

Panfilov, D.V., 1982. Cartes 147-150 *In:* K.B. Gorodkova, *Arealy nasekomykh evropejskoj chasti SSSR. Karty 126-178.* Akademiya Nauk SSSR, Zoologicheskij Institut, Leningradskoe Otdelenie.

Pavillard, J., 1935. *Eléments de sociologie végétale (Phytosociologie)* Hermann & Cie, Paries, 102 pp.

Pearson, R., 1978. *Climate & Evolution.* Academic Press, London - Ney York - San Francisco, 274 pp.

Pekkarinen, A., 1979. Morphometric, colour and enzyme variation in bumblebees (Hymenoptera, Apidae, Bombus) in Fennoscandia and Denmark. *Acta zoologica Fennica*, 158: 1-60.

Pekkarinen, A., 1982. Morphology and specific status of *Bombus lapponicus* (Fabricius) and *B. monticola* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Entomologica Scandinavica*, 13: 41-46.

Pekkarinen, A., 1984. Resource partitioning and coexistence in bumblebees (Hymenoptera, Bombinae). *Annales Entomologici Fennici*, 50: 97-107.

Pekkarinen, A., I. Teräs, J. Viramo & J. Paatela, 1981. Distribution of bumblebees (Hymenoptera, Apidae: Bombus and Psithyrus) in eastern Fennoscandia. *Notulae Entomologicae*, 61: 71-89.

Pérez, J., 1879. Contribution à la Faune des apiaires de France. 1re partie. *Actes de la Société Linéenne de Bordeaux*, 33: 119-229.

Pérez, J., 1884. Contribution à la Faune des apiaires de France. 2me partie. *Actes de la Société Linéenne de Bordeaux*, 37: 205-380, 2 pls.

Pérez, J., 1897. (visites de *Bombus hortorum* et *B. Lefebvrei* sur *Aconitum* spp.). *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 52(6): LXXXVII-LXXXVIII.

Pesson, P. & J. Louveaux (ed.), 1984. *Pollinisation et production végétale*, I.N.R.A., Paris, 663 pp.

Peters, G., 1972. Ursachen für den Rückgang der seltenen heimischen Hummelarten (Hym., Bombus et Psithyrus). *Entomologische Berichte, Berlin*, 9: 85-90.

Peus, F., 1927. Notizen zur Bienenfauna Westfalens. *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie*, 22: 92-97.

Pittioni, B., 1938a. Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan-Halbinsel mit besonderer Berucksichtigung der Fauna Bulgariens. I: Allgemeiner Teil. *Mitteilungen aus den Köninglichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 11: 12-69.

Pittioni, B., 1938b. Neue und wenig bekannte Hummeln der Paläarktis (Hymenopt., Apidae). *Konowia*, 17: 244-263, 2 pls.

Pittioni, B., 1939. Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan-Halbinsel mit besonderer Berucksichtigung der Fauna Bulgariens. II: Spezieller Teil. *Mitteilungen aus den Köninglichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 12: 49-122, 6 pls.

Pittioni, B., 1942. Die boreoalpinen Hummeln und Schmarotzerhummeln (Hymen., Apidae, Bombinae). I. Teil. *Mitteilungen aus den Köninglichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 15: 155-218.

Pittioni, B., 1943. Die boreoalpinen Hummeln und Schmarotzerhummeln (Hymen., Apidae, Bombinae). II. Teil. *Mitteilungen aus den Köninglichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 16: 1-78.

Pittioni, B. & R. Schmidt, 1942. Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. I: Apidae, Podaliriidae, Xylocopidae und Ceratinidae. *Niederdonau, Natur und Kultur*, 19: 1-69.

Popov, V.V., 1931. Zur Kenntnis der paläarktischen Schmarotzerhummeln (*Psithyrus* Lep.). *Eos, Madrid*, 7(2): 131-209.

Postner, M., 1952. Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hummeln und ihren Nestern. *Veröffentlichungen aus dem Ubersee-Museum Bremen, Reihe A*, 2: 45-86.

Pyke, G.H., 1982. Local geographic distributions of bumblebees near Crested Butte, Colorado: competition and community structure. *Ecology*, 63: 555-573.

Quilis Perez, M., 1927. Los apidos de Espana. Genero *Bombus* Latr. *Trabajos del Laboratorio de Historia Natural, Valencia*, 16: 1-119, 1à pls.

Radoszkowski, O., 1884. Révision des armures copulatrices des mâles du genre Bombus. *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou*, 59: 51-92, 4 pls.

Ranta, E., 1981. *Structure of bumblebee communities in Northern Europe.* Thèse, Department of Zoology, University of Helsinki, 8 pp + copies de 7 autres articles de Ranta *et coll.*.

Ranta, E. & H. Lundberg, 1980. Resource partitioning in bumblebees: the significance of differences in proboscis lenght. *Oikos*, 35: 298-302.

Ranta, E., H. Lundberg & I. Teräs, 1981. Patterns of resource utilization in two Fennoscandian bumblebee communities. *Oikos*, 36: 1-11.

Ranta, E. & M. Tiainen, 1982. Structure in seven bumblebee communities in eastern Finland in relation to resource availability. *Holarctic Ecology*, 5: 48-54.

Ranta, E. & K. Vepsäläinen, 1981. Why are there so many species? Spatio-temporal heterogeneity and northern bumblebee communities. *Oikos*, 36: 28-34.

Rasmont, P., 1981. Redescription d'une espèce méconnue de bourdon d'Europe: *Bombus lucocryptarum* Ball, 1914 N. status (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie*, 117: 149-154.

Rasmont, P., 1982. *Pyrobombus cullumanus* (Kirby), espèce de bourdon nouvelle pour la Belgique (Hymenoptera, Apidae). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie*, 118: 21-23.

Rasmont, P., 1983a. Notes taxonomiques sur les Bourdons (Hymenoptera, Apidae). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie*, 119: 167-170.

Rasmont, P., 1983b. Catalogue commenté des Bourdons de la région ouest-paléarctique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Notes fauniques de Gembloux*, 7: 1-72.

Rasmont, P., 1983c. La notion d'exerge appliquée à *Megabombus (Thoracobombus) pascuorum* (Scopoli) (Hymenoptera: Apidae). *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie*, 119: 185-195.

Rasmont, P., 1984. Les Bourdons du genre *Bombus* Latreille sensu stricto en Europe Occidentale et Centrale (Hymenoptera, Apidae). *Spixiana, München*, 7: 135-160.

Rasmont, P., 1985. Bombus terrestris (L.) (Hymenoptera, Apidae) dans le Massif des Maures (France, Var), une génération d'hiver? *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie*, 120: 359-363.

Rasmont, P., 1986. *Pyrobombus jonellus* (Kirby) (Hymenoptera: Apidae, Bombinae) dans la péninsule ibérique et les Pyrénées. *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 46: 185-189.

Rasmont, P., 1987. *La Banque de Données fauniques de Gembloux.* Communication présentée à la Table Ronde sur les Insectes menacés de Belgique, février 1987, 11 pp.

Rasmont, P., *sous presse.* Centres de richesse et centres de pauvreté de la faune des Bourdons de France (Hymenoptera, Apidae). Théorie d'Inouye contre théorie de Ranta & Vepsäläinen. *Colloque sur l'Utilisation des Inventaires d'Invertébrés pour l'Identification et la Surveillance d'Espaces de grand Intérêt faunistique*, Paris, novembre 1987, 12 pp.

Rasmont, P., A. Adamski & A. De Bast, *en préparation.* Faune des Bourdons de la Corse (Hymenoptera, Apidae). ca. 70 pp.

Rasmont, P., R. Delmas & F. Leclant, *sous presse.* Contribution de la Banque de Données fauniques de Gembloux à la Cartographie des Bourdons et des Xylocopes (Hymenoptera: Apidae, Anthophoridae) de l'Aveyron (France: Massif Central). *Bulletin du Rouergue*, 12 pp, 34 maps.

Rasmont, P., R. Delmas, F. Leclant & I.H.H. Yarrow, 1985. *Alpigenobombus wurfleini* (Radoszkowski, 1859), le Bourdon des montagnes. *Documents pour un Atlas zoogéographique du Languedoc-Roussillon*, 30: 1-4.

Rasmont, P., R. Delmas, F. Leclant & I.H.H. Yarrow, 1987a. *Megabombus (Rhodobombus) pomorum* (Panzer, 1805) (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Documents pour un Atlas zoogéographique du Languedoc-Roussillon*, 31: 1-4.

Rasmont, P., R. Delmas, F. Leclant & I.H.H. Yarrow, 1987b. *Megabombus (Rhodobombus) mesomelas* (Gerstaecker, 1869) (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Documents pour un Atlas zoogéographique du Languedoc-Roussillon*, 32: 1-4.

Rasmont, P. & P. Mersch, *sous presse.* Première estimation de la dérive faunique chez les bourdons de la Belgique (Hymenoptera, Apidae). *Annales de la Société Royale zoologique de Belgique,* 10 pp.

Rasmont, P., A. Scholl, R. de Jonghe, E. Obrecht & A. Adamski, 1986. Identité et variabilité des mâles de bourdons du genre *Bombus* Latreille sensu stricto en Europe occidentale et centrale (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Revue suisse de Zoologie,* 93: 661-682.

Reinig, W.F., 1931. Fußnote, p. 862 *In:* Bischoff, H., Entomologische Ergebnisse der Deutsch-Russischen Alai-Pamir-Expedition 1928 (II). 4. Hymenoptera VII. Zur Kenntnis einiger Hummelnester aus dem Pamir. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin,* 16(6): 860-864.

Reinig, W.F., 1933. Über die Verteilung der Haartypen die Hummeln und ihre mutmaßliche Bedeutung für die Färbung. *Sitzungberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin,* 1933: 102-110. (type de poils en relation avec climat, vérifier)

Reinig, W.F., 1931. Phaenoanalytische Studien über Rassenbildung. I. *Psithyrus rupestris* Fabr. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik,* 60: 257-280 (1930).

Reinig, W.F., 1935. On the variation of *Bombus lapidarius* L. and its cuckoo, *Psithyrus rupestris* Fabr., with notes on mimetic similarity. *Journal of Genetics,* 30(3): 321-356, pl. XV.

Reinig, W.F., 1937. *Die Holarktis. Ein Beitrag zur diluvialen und alluvialen Geschichte der zirkumpolaren Faunen- und Florengebiete.* Gustav Fischer, Jena, 124 pp.

Reinig, W.F., 1938. *Elimination und Selection. Eine Untersuchung über Merkmalsprogressionen bei Tieren und Pflanzen auf genetisch- und historisch-chorologischer Grandlage.* Gustav Fischer, Jena, 146 pp.

Reinig, W.F., 1939a. Die Evolutionsmechanismen, erläutert an den Hummeln. *Zoologischer Anzeiger,* suppl. 12: 170-206.

Reinig, W.F., 1939b. Real Systematic Units in Zoology and Their Genetic Structure. *Research and Progress,* 5(1): 20-39.

Reinig, W.F., 1939c. Die genetisch-chorologischen Grundlagen der gerichteten geographischen Variabilität. *Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre.* 76: 260-308.

Reinig, W.F., 1940. Beiträge zur Kenntnis der Hummelfauna von Afghanistan (Hym., Apid.) (Ergebnisse der Reise von H. und E. Kotzsch in den Hindukusch im Jahre 1936). *Deutsche Entomologische Zeitschrift,* 1940: 224-235.

Reinig, W.F., 1965. Die Verbreitungsgeschichte zweier für die Apenninen neuer boreoalpinen Hummelarten mit einem Versuch der Gliederung boreoalpiner Verbreitungsformen. *Jahrbücher, Abteilung für Systematik,* 92: 103-142.

Reinig, W.F., 1966. Bombus lapponicus (Fabricius 1793) ein für den Olymp neues Eiszeitrelikt (Hym. Apidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen,* 15: 81-85.

Reinig, W.F., 1970. Bastardierungszonen und Mischpopulationen bei Hummeln (Bombus) und Schmarotzerhummeln (Psithyrus) (Hymenopt., Apidae). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft,* 59: 1-89.

Reinig, W.F., 1971. Zur Faunistik und Zoogeographie des Vorderen Orients. 3. Beitrag zur Kenntnis der HUmmeln und Schmarotzerhummeln Anatoliens. *Veröffentlichungen der zoologischen Staatssammlung München,* 15: 139-165.

Reinig, W.F., 1972. Ökologische Studien an mittel- und südeuropäischen Hummeln (Bombus Latr., 1802; Hym., Apidae). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft,* 60: 1-56.

Reinig, W.F., 1973. Zur Kenntnis der Hummeln und Schmarotzerhummeln des Saarlandes und der Pfalz (Hym., Bombidae). *Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland.* 4: 3-28.

Reinig, W.F., 1974. Zur Verbreitung einiger Hummelarten auf der Balkan-Halbinsel (Hym., Bombidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen,* 23: 11-13.

Reinig, W.F., 1976. Über die Hummeln und Schmarotzerhummeln von Nordrhein-Westfalen (Hymenoptera, Bombidae). *Bonner zoologische Beiträge,* 27: 267-299.

Reinig, W.F., 1981. Synopsis der in Europa nachgewiesenen Hummel- und Schmarotzerhummelarten (Hymenoptera, Bombidae). *Spixiana, München,* 4: 159-164.

Reinig, W.F., & P. Rasmont, 1988. Beitrag zur Kenntnis des Berghummel *Alpigenobombus wurfleini* (Radoszkowski, 1859) (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Spixiana, München,* 11(1): 37-67.

Rensch, B., 1928. Grenzfälle von Rasse und Art. *Journal für Ornithologie,* 76: 222-231.

Rey, P. 1959. Montauban. *Carte de la Végétation de la France,* 64.

Richards, K.W., 1973. Biology of *Bombus polaris* Curtis and *B. hyperboreus* Schönherr at Lake Hazen, Northwest Territories (Hymenoptera: Bombini). *Quaestiones entomologicae,* 9: 115-157.

Richards, O.W., 1928. A revision of the european bees allied to *Psithyrus quadricolor* Lepeletier (Hymenoptera, Bombidae). *Transactions of the Royal entomological Society of London,* 76: 345-365, 1 pl.

Richards, O.W., 1930. The humble-bees captured on the expeditions to Mount Everest (Hymenoptera, Bombidae). *Annals and Magazine of Natural History, serie 10,* 56: 633-658.

Richards, O.W., 1931. Some notes on the humble-bees allied to *Bombus alpinus* L. *Tromsø Museums Aarshefter,* 50: 3-32 (1927).

Richards, O.W., 1935. *Bombus muscorum* (Linnaeus) and *B. smithianus* White(Hym.), *Transactions of the Society for British Entomology,* 2: 73-85, 1 pl.

Richards, O.W., 1968. The subgeneric divisions of the genus *Bombus* Latreille (Hymenoptera, Apidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology,* 22(5): 211-276.

Richards, O.W., 1978. The Hymenoptera Aculeata of the Channel Islands. *Report and Transactions. Guernsey Society of Natural Science,* 1978: 389-424.

Robertson, C., 1903. Synopsis of Megachilidae and Bombinae. *Transactions of the American entomological Society,* 29: 163-178.

Ruszkowski, A., 1969a. Rosliny pokarmowe trzmiela parkowego - *Bombus hypnorum* (L.) i jego znaczenie gospodarcze. *Pamietnik Pulawski,* 36: 321-338.

Ruszkowski, A., 1969b. Rosliny pokarmowe trzmiela parkowego - *Bombus pratorum* (L.) i jego znaczenie gospodarcze. *Pamietnik Pulawski,* 36: 339-354.

Ruszkowski, A., 1970. Rosliny pokarmowe trzmieli z podrodzajów *Pratobombus* Vogt i *Soroeensibombus* Vogt (*Hym., Apidae*). Food plants of the bumblebee species from subgenera Pratobombus Vogt and Soroeensibombus Vogt (Hym., Apidae). *Polskie Pismo Entomologiczne,* 40: 191-209.

Ruszkowski, A., A. Anasiewicz & S. Sowa, 1980. Polskie Trzmiele (*Bombus* Latreille) z podrodzaju *Laesobombus* Skorikov (*Hymenoptera, Apidae*). Polish bumblebees (*Bombus* Latreille) of the subgenus *Laesobombus* Skorikov (*Hymenoptera, Apidae*). *Polskie Pismo Entomologiczne,* 50: 509-513.

Sakagami, S.F., 1976. Specific Differences in the Bionomic Characters of Bumblebees. A Comparative Review. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Serie VI, Zoology,* 20(3): 390-447.

Sakagami, S.F., Y. Akahira & R. Zucchi, 1967. Nest architecture and brood development in a Neotropical Bumblebee, *Bombus atratus. Insectes sociaux,* 14(4): 389-413.

Sakagami, S.F. & R. Zucchi, 1965. Winterverhalten einer neotropischen Hummel, *Bombus atratus,* innerhalb des Beobachtungskastens. Ein Beitrag zur Biologie der Hummeln. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Serie VI, Zoology,* 15: 712-762.

SAS Institute, 1985. *SAS User's Guide: Statistics.* Version 5, Cary (U.S.A.), 958 pp.

Saunders, E., 1902. Hymenoptera Aculeata of Jersey, Guernsey, Alderney and St-Briac (Brittany). *Entomologist's monthly Magazine*, 38: 140-146 (cité par O.W. Richards, 1978).

Schmiedeknecht, O., 1878. Monographie der in Thüringen vorkommenden Arten der Hymenopteren-Gattung Bombus. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, 12: 303-429.

Schmiedeknecht, O., 1930. *Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas.* 2ème édition, Gustav Fischer, Jena, 1062 pp.

Scholl, A. & E. Obrecht, 1983. Enzymelektrophoretische Untersuchungen zur Artabgrenzung im *Bombus lucorum*-Komplex (Apidae, Bombini). *Apidologie*, 14: 65-78.

Scholl, A. & E. Obrecht, 1984. Hummeln und Schmarotzerhummeln aus dem Kanton Bern. Die Sammlung des Naturhistorischen Museums Bern und eigene Funde. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, N.F.*, 41: 1-10.

Schremmer, F., 1972. Beobachtungen zum Paarungsverhalten der Männchen von *Bombus confusus* Schenck. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 31: 503-512.

Schütze, A.L., 1921. Die Apiden (Bienen) der Lausitz. *Bautzen*, 1921: 81-90.

Schwammerberger, K.H., 1969. Interessante Bienenfunde aus Südwestdeutschland (Hymenoptera, Apoidea). *Veröffentlichungen der Landstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg*, 37: 213-220.

Siegel, S., 1956. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences.* International Student edition, McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, 312 pp.

Skorikov, A.S., 1910. *Bombus mendax* Gerst. i ego variatsii (Hymenoptera, Bombidae). *Revue russe d'Entomologie*, 9(3): 328-330 (traduction en allemand de cet article dans Rasmont, 1983b).

Skorikov, A.S., 1911. Revision der in der Sammlung des weil. Prof. E.A. Eversmann befindlichen Hummeln. *Horae Societatis entomologicae Rossicae*, 39: 570-584.

Skorikov, A.S., 1914. Novya formy shmelej (Hymenoptera, Bombidae). Les formes nouvelles des bourdons (Hymenoptera, Bombidae). VI. *Revue russe d'Entomologie*, 14(1): 119-129.

Skorikov, A.S., 1922. Shmeli paleartiki. Chast I. Obshchaya biologiya (so vklyucheniem zoogeografii). Les bourdons de la faune paléarctique. Partie I. Biologie générale (la zoogéographie y compris). *Izvestiya Severnoi Oblastnoi Stantsii Zashchity Rastenii ot Vreditelei*, 4: 1-160, 17 maps.

Skorikov, A.S., 1931. Die Hummelfauna Turkestans und ihre Beziehungen zur zentralasiatischen Fauna (Hymenoptera, Bombidae). *Abhandlungen der Pamir-Expedition, 1928*, 8: 175-247.

Skorikov, A.S., 1937. Die grønländischen Hummeln in Aspekte der Zirkumpolarfauna. *Entomologiske Meddelelser*, 20: 37-64.

Sprengel, C.K., 1793. *Das endeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen.* Berlin. (existe en fac-similé dans la collection *Wissenschaftliche Classiker, Vol. III.*, Mayer & Müller, Berlin, 1898).

Statistique de la Belgique, 1910. *Recensement agricole de 1909.* Ministère de l'Agriculture, Bruxelles, 64 pp.

Statistique de la Belgique, 1914. *Statistique agricole de 1913.* Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics, Bruxelles, 201 pp.

Steffny, H., A. Kratochwil & A. Wolf, 1984. Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (*Rhopalocera, Hesperiidae, Zygaenidae*) und Hummeln (*Apidae, Bombus*) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene). *Natur und Landschaft*, 59(11): 435-443.

Stoekhert, F.K., 1933. *Die Bienen Frankens (Hym., Apid.). Eine ökologisch-tiergeographische Untersuchung.* Friedländer & Sohn, Berlin, VIII + 294 pp.

Svensson, Bo G. 1979a. *Pyrobombus lapponicus* auct., in Europe recognized as two species: *P. lapponicus* (Fabricius, 1793) and *P. monticola* (Smith, 1849) (Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). *Entomologia Scandinavica*, 10: 275-296.

Svensson, Bo G., 1979b. Patrolling behaviour of bumble bee males in a subalpine/alpine Area, Swedish Lapland. *Zoon*, 7: 67-94.

Svensson, Bo G., 1980. Species-isolating mechanisms in male bumble bees (Hymenoptera, Apidae). *Acta Universitatis Upsaliensis*, 549: 1-42.

Svensson, Bo G. & H. Lundberg, 1977. Distribution of Bumble Bee Nests in a Subalpine/Alpine Area in Relation to Altitude and Habitat. *Zoon*, 5: 63-72.

Taseï, J.N., 1976. Les insectes pollinisateurs de la féverole d'hiver (Vicia faba equina) et la pollinisation des plantes mâle-stérile en production de semence hybride. *Apidologie*, 7(1): 1-38.

Taseï, J.N., 1978. La floraison du colza et son butinage par les abeilles. *Informations techniques du CETIOM*, 60: 11-20.

Teräs, I., 1976. Flower visits of bumblebees, Bombus Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. *Annales Entomologici Fennici*, 13: 200-232.

Teräs, I., 1983. Estimation of bumblebee densities (Bombus: Hymenoptera). *Acta Entomologica Fennica*, 42: 103-113.

Teräs, I., 1985. Food plants and flower visits of bumblebees (*Bombus:* Hymenoptera, Apidae) in southern Finland. *Acta Zoologica Fennica*, 179: 1-120.

Tkalcû, B., 1960. Sur l'hibernation des bourdons. *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1960(2-3): 9-12.

Tkalcû, B., 1961. Deuxième contribution sur l'hibernation des bourdons. *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1961(11-12): 105-106.

Tkalcû, B., 1962a. Sur la faunistique des Bourdons d'Espagne. *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1962(1-2): 14-16.

Tkalcû, B., 1962b. Bourdons capturés par M. Ed. Klinzig en 1960 et 1961. *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1962(5-6): 44-48.

Tkalcû, B., 1963. Eine neue Hummel-Art der Gattung Agrobombus Vogt aus dem Alpengebiet (Hymenoptera, Apoidea). *Casopis Ceskoslovenské Spolecnosti Entomologické*, 60: 183-196.

Tkalcû, B., 1965. Über Agrobombus inexpectatus Tkalcû (Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). *Reichenbachia*, 5: 225-230.

Tkalcû, B., 1967. Sur deux espèces de Bourdons décrites par William Nylander (Hymenoptera, Apoidea: Bombus). *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1967(6-7-8): 41-58.

Tkalcû, B., 1968. Neue Arten der Unterfamilie Bombinae der paläarktischen Region (Hymenoptera, Apoidea). *Acta entomologica Bohemoslovaca*, 65: 21-51.

Tkalcû, B., 1969a. Ergebnisse der Albanien-Expedition 1961 des Deutschen Entomologischen Institutes. 78. Beitrag. Hymenoptera: Apidae IV (Bombinae). *Beiträge zur Entomologie*, 19(7/8): 887-916.

Tkalcû, B., 1969b. Beträge zur Kenntnis der Fauna Afghanistans. Bombinae, Apoidea, Hym. *Acta Musei Moraviae*, 53: 189-210.

Tkalcû, B., 1972. Arguments contre l'interprétation traditionnelle de la phylogénie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea). Première partie. Introduction et exposés fondamentaux. *Bulletin de la Société entomologique de Mulhouse*, 1972(4-5-6): 17-28.

Tkalcû, B., 1973. Taxonomie von *Pyrobombus brodmannicus* (Vogt) *(Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). Acta entomologica bohemoslovaca*, 70(4): 259-268.

Tkalcû, B., 1974a. Ergebnisse der 1. und 2. mongolisch-tschechoslowakischen entomologisch-botanischen Expedition in der Mongolei. Nr. 29: Hymenoptera, Apoidea, Bombinae. *Acta faunistica entomologica Musei nationalis Pragae*, 15: 25-57.

Tkalců, B., 1974b. Beitrag zur Kenntnis der Hummelfauna der französischen Basses-Alpes (Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). *Acta Rerum naturalium Musei nationalis Slovenici Bratislava,* 20: 167-186.

Tkalců, B., 1985. Eine neue geographische Rasse von *Pyrobombus pratorum* (L.) aus N-Spanien (Hymenoptera, Apoidea). *Entomologische Nachrichten und Berichte,* 29: 184-185.

Turner, J.R.G., 1986. Why are there so few butterflies in Liverpool? Homage to Alfred Russel Wallace. *Antenna,* 10(1): 18-24.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb, 1964. *Flora Europaea. Volume 1. Lycopodiaceae to Platanaceae.* Cambridge University press, Cambridge London.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb, 1968. *Flora Europaea. Volume 2. Rosaceae to Umbelliferae.* Cambridge University press, Cambridge London.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb, 1972. *Flora Europaea. Volume 3. Diapensiaceae to Myoporaceae.* Cambridge University press, Cambridge London.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb, 1976. *Flora Europaea. Volume 4. Plantaginaceae to Compositae.* Cambridge University press, Cambridge London.

Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters & D.A. Webb, 1980. *Flora Europaea. Volume 5. Alismataceae to Orchidaceae.* Cambridge University press, Cambridge London.

van Honk, C., P.-F. Röseler, H. Velthuis & M. Malotaux, 1981. The conquest of a *Bombus terrestris* colony by a *Psithyrus vestalis* female. *Apidologie,* 12(1): 57-68.

Vogt, O., 1909. Studien über das Artproblem. 1. Mitteilung. Über das Variieren der Hummeln. I. Teil. *Schriften der berlinischen Gesellschaft Naturforschender, Freunde, Berlin,* 1909: 28-84, 1 pl.

Vogt, O., 1911. Studien über das Artproblem. 2. Mitteilung. Über das Variieren der Hummeln. 2. Teil (Schluss). *Schriften der berlinischen Gesellschaft Naturforschender, Freunde, Berlin,* 1911: 31-74.

Vogt, O., 1947. Ethnos, ein Begriff der Populations-Taxinomie. *Die Naturwissenschaften (Berlin),* 34(2): 1-8.

Vuyck, L., 1921. Nederlansche hommels. *De levende Natuur, Amsterdam,* 26: 92-108, 113-122.

Wagner, A.C.W., 1937. Die Stechimmen (Aculeaten) und Goldwespen (Chrysididen s.l.) des westlichen Norddeutschland. *Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftlischen Heimatforschung zu Hamburg,* 26: 94-153.

Wang Su-Fang, 1979. Three new species of bomble bees from Tibet. *Acta entomologica sinica,* 22(2): 188-191.

White, E.J. & R.ai. Smith, 1982. *Climatological Maps of Great Britain.* Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, 14 pp, 23 maps.

Williams, P.H., 1982. The distribution and decline of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Journal of Apicultural Research,* 21(4): 236-245.

Williams, P.H., 1985. A preliminary investigation of relationships among the bumblebees. *Systematic Entomology,* 10: 239-255.

Williams, P.H., 1986. Environmental change and the distributions of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Bee World,* 67(2): 50-61.

Wolf, H., 1956. Nassauische Bienen (Hym. Apoidea) (Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieg-Gebietes V). *Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde,* 92: 37-49.

Wolf, H., 1982. Zur Hummelfauna von Südwestfalen - Gefährdung und Schutz. *Der Märker, Altena,* 31: 189-191.

Wolf, H., 1985a. Veränderungen der Hummelfauna (Hymenoptera: Apidae) des Siegerlandes, Bemerkungen zum Artenschutz und Bestimmungsschlüssel der in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Arten. *Natur und Heimat,* 45: 26-33.

Wolf, H., 1985b. Veränderungen der Hummelfauna (Hymenoptera: Apidae) bei Frankfurt (Main) und Marburg (Lahn). *Hessische faunistische Briefe,* 4: 66-69.

Woydak, H., 1967. Beitrag zur Bienenfauna Westfalens (Die Bienen des Lippetales und Umgebung) (Schluss). *Entomologische Zeitschrift,* 77(11): 121-125.

Yalden, P.E., 1983. The pollen collected by *Bombus lucorum* (L.) (Hym., Apidae) in the Peak District, England. *Entomologist's Monthly Magazine,* 119: 105-109.

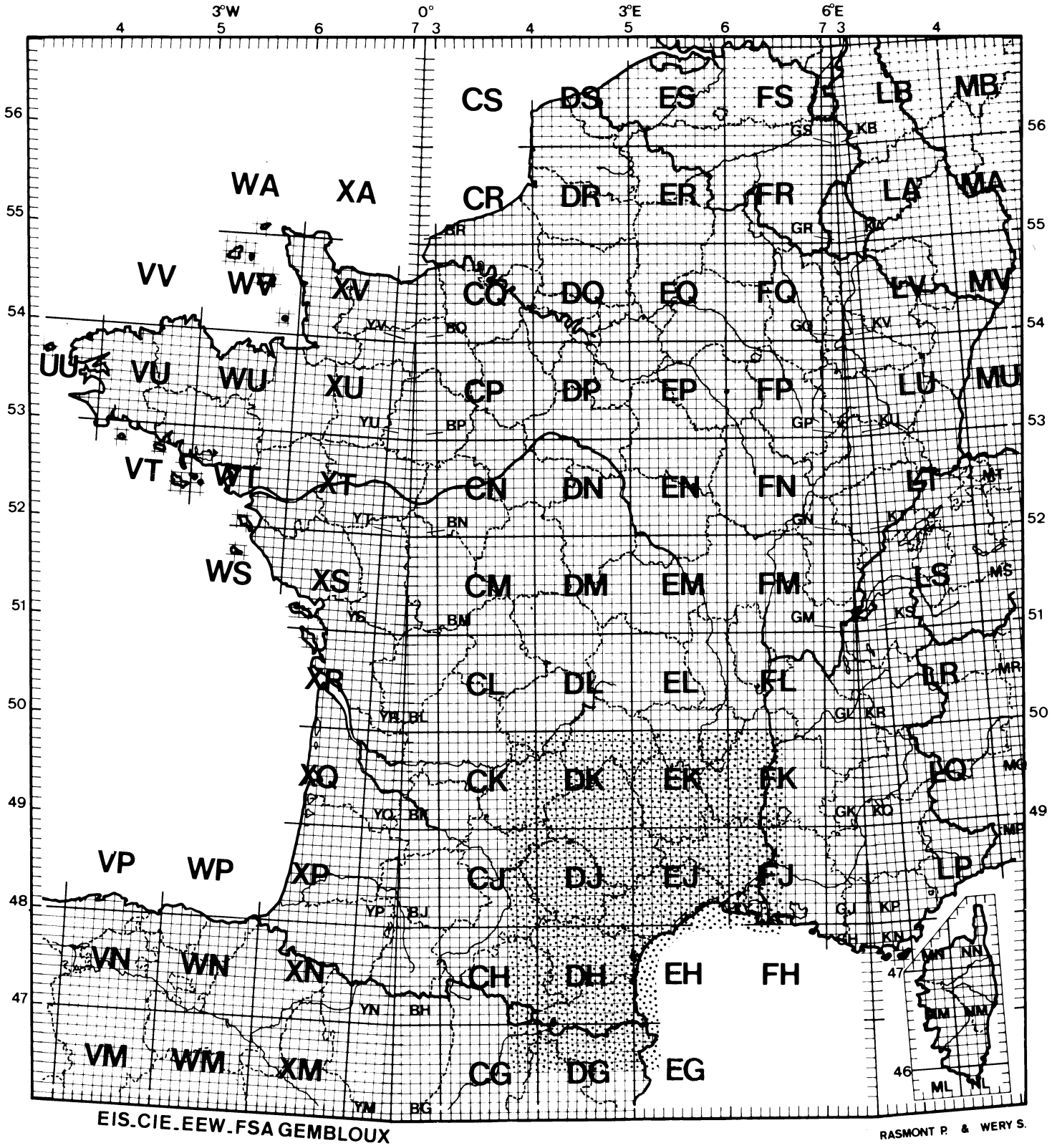
Yarrow, I.H.H., 1954. Some observations on the genus *Bombus* with special reference to *Bombus Cullumanus* (Kirby) (Hym. Apidae). *Journal of the Society for British Entomology,* 5: 34-39.

Yarrow, I.H.H., 1967. *Bombus (Alpinobombus) hyperboreus clydensis,* n. ssp., from Baffin Island, North-West territories, Canada. *Annals and Magazine of Natural History, serie 12,* 8: 151-152.

Yarrow, I.H.H., 1970. Is *Bombus inexspectatus* (Tkalců) a workerless obligate parasite ? (Hym. Apidae). *Insectes sociaux,* 17: 95-112.

12. Cartes

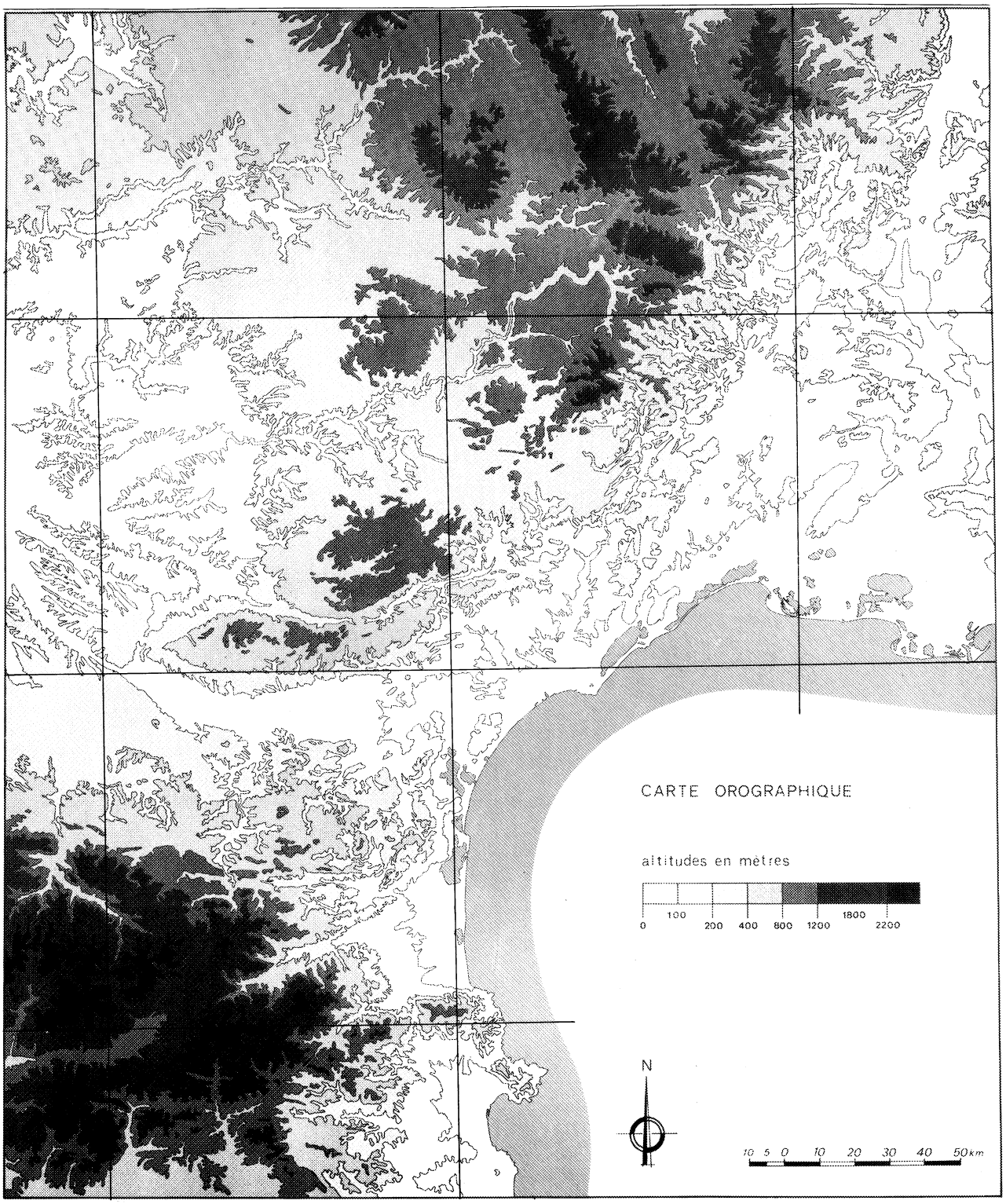
Carte 1 **Cadre géographique,**
Quadrillage U.T.M. décakilométrique
En grisé: Languedoc-Roussillon et régions limitrophes



Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

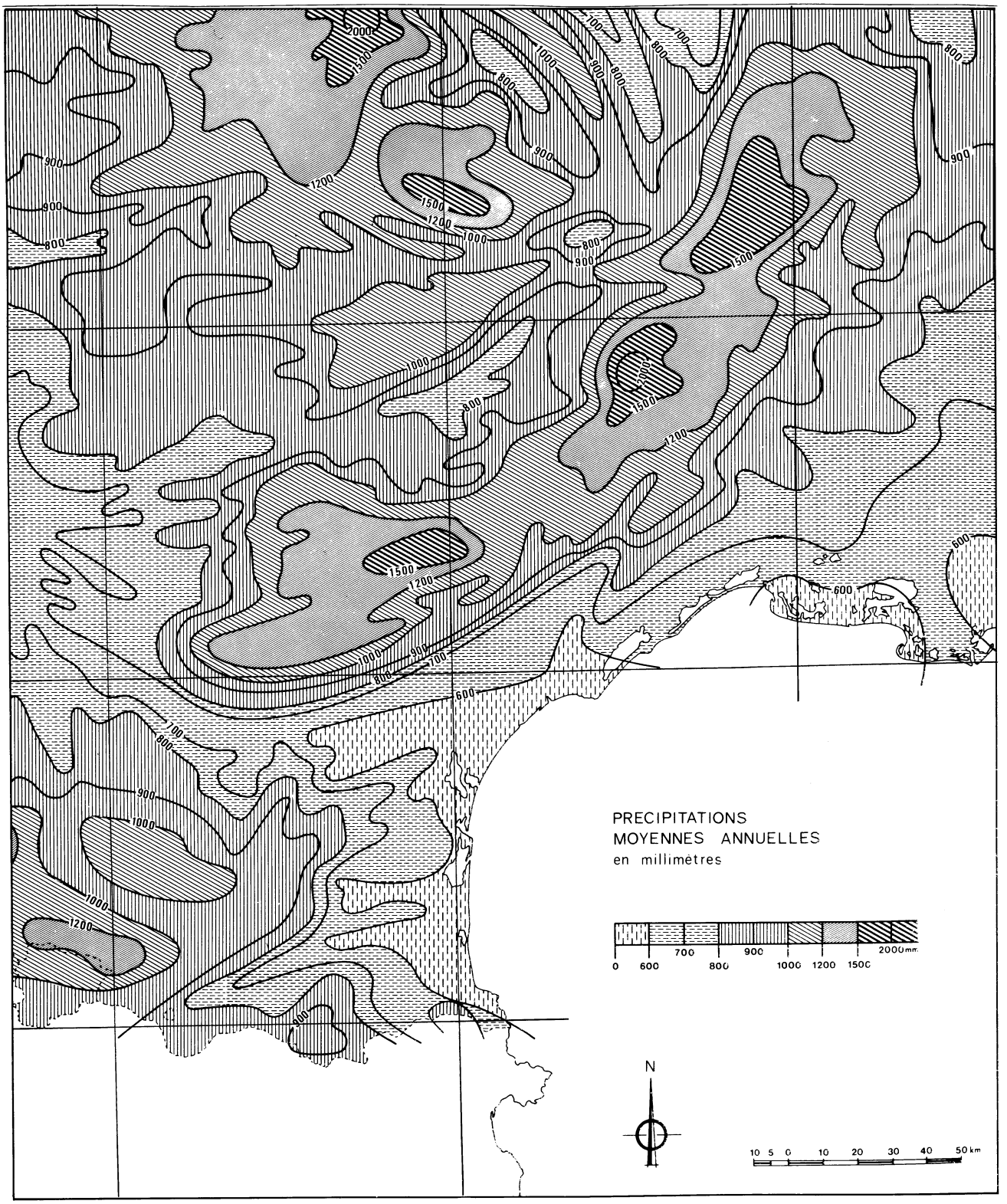
a. Régions traditionnelles et relief

Un transparent annexé figure les régions traditionnelles et administratives



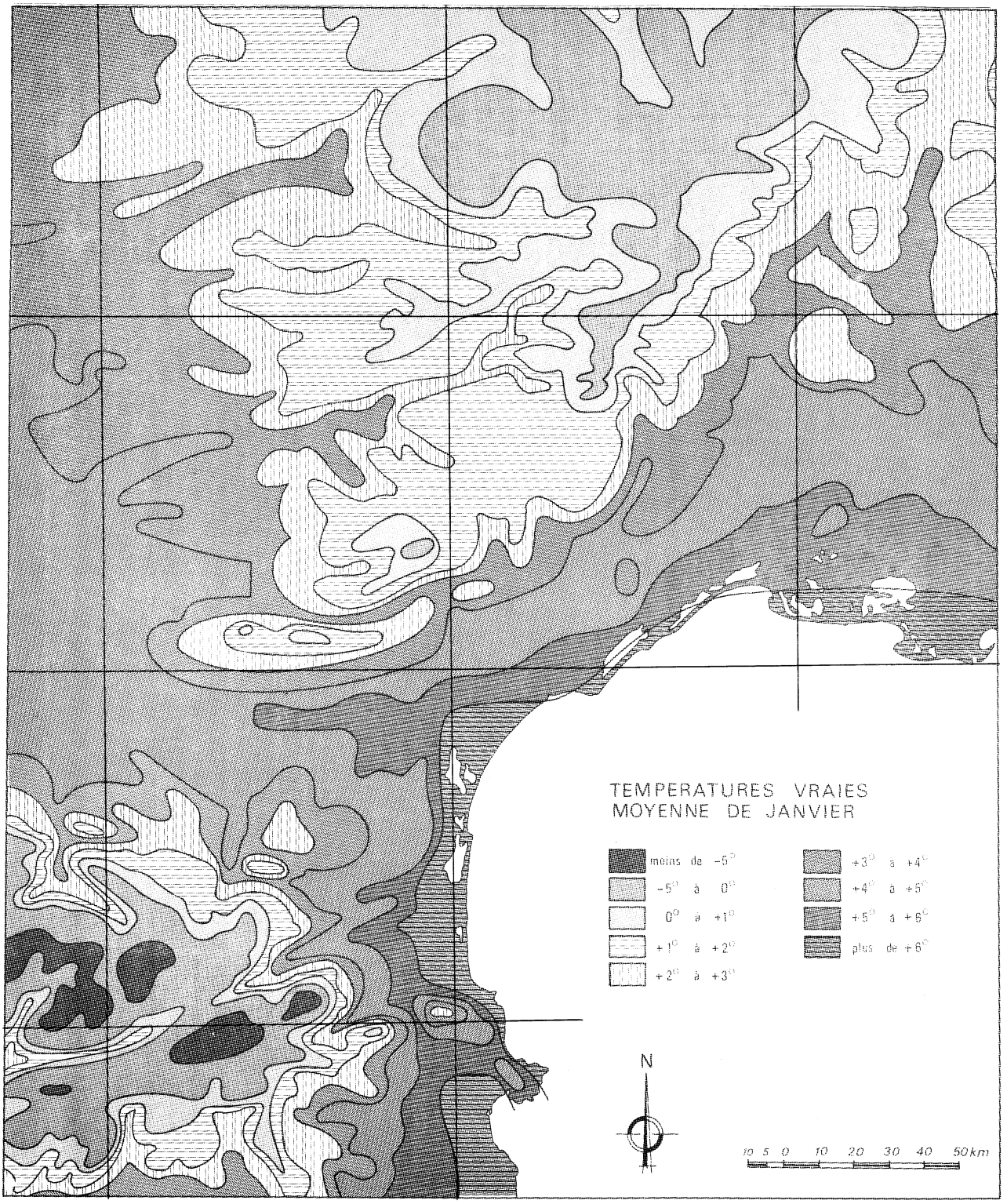
Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

b. Précipitations moyennes annuelles



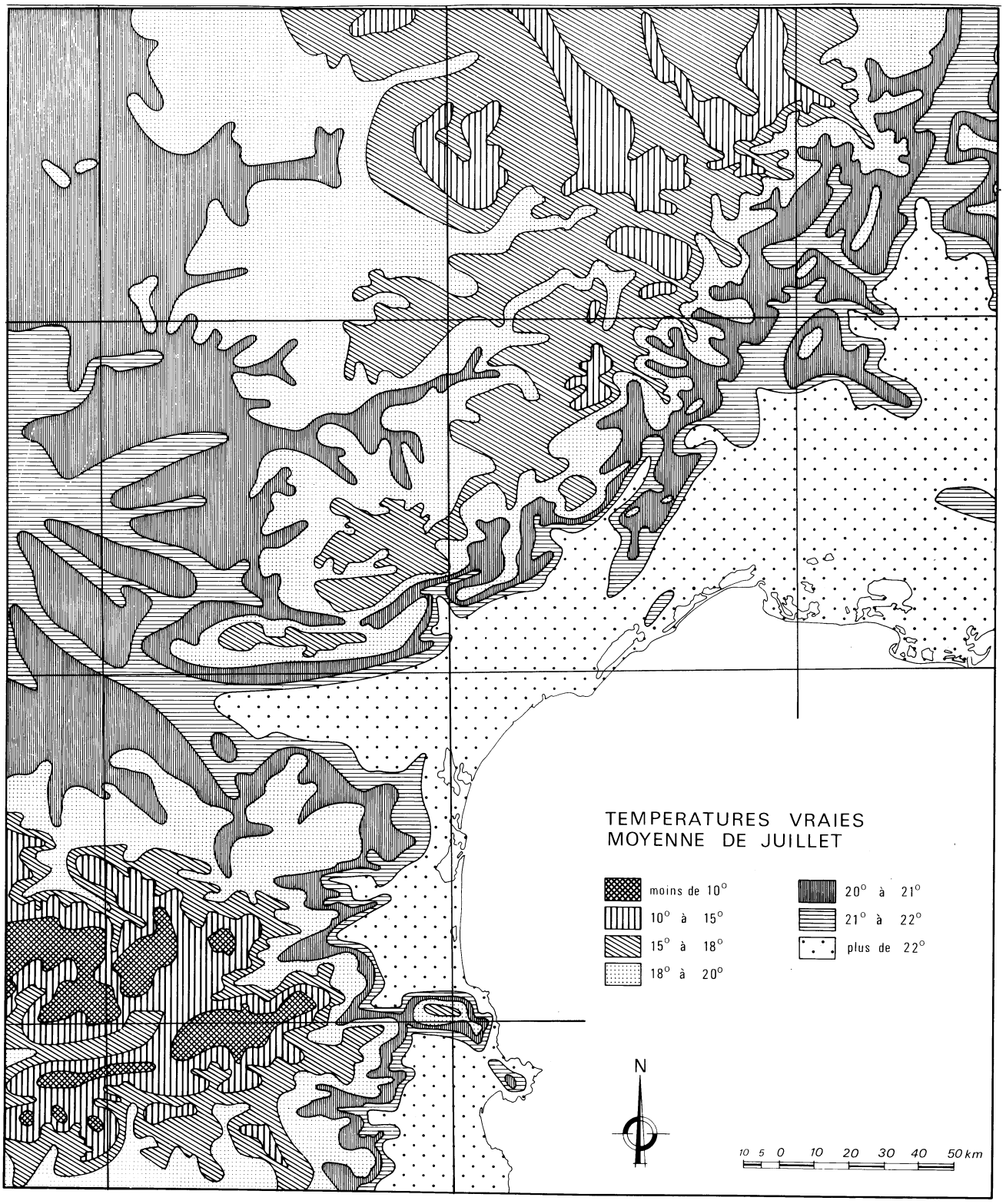
Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

c. Températures vraies, moyenne de janvier



Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

d. Températures vraies moyenne de juillet



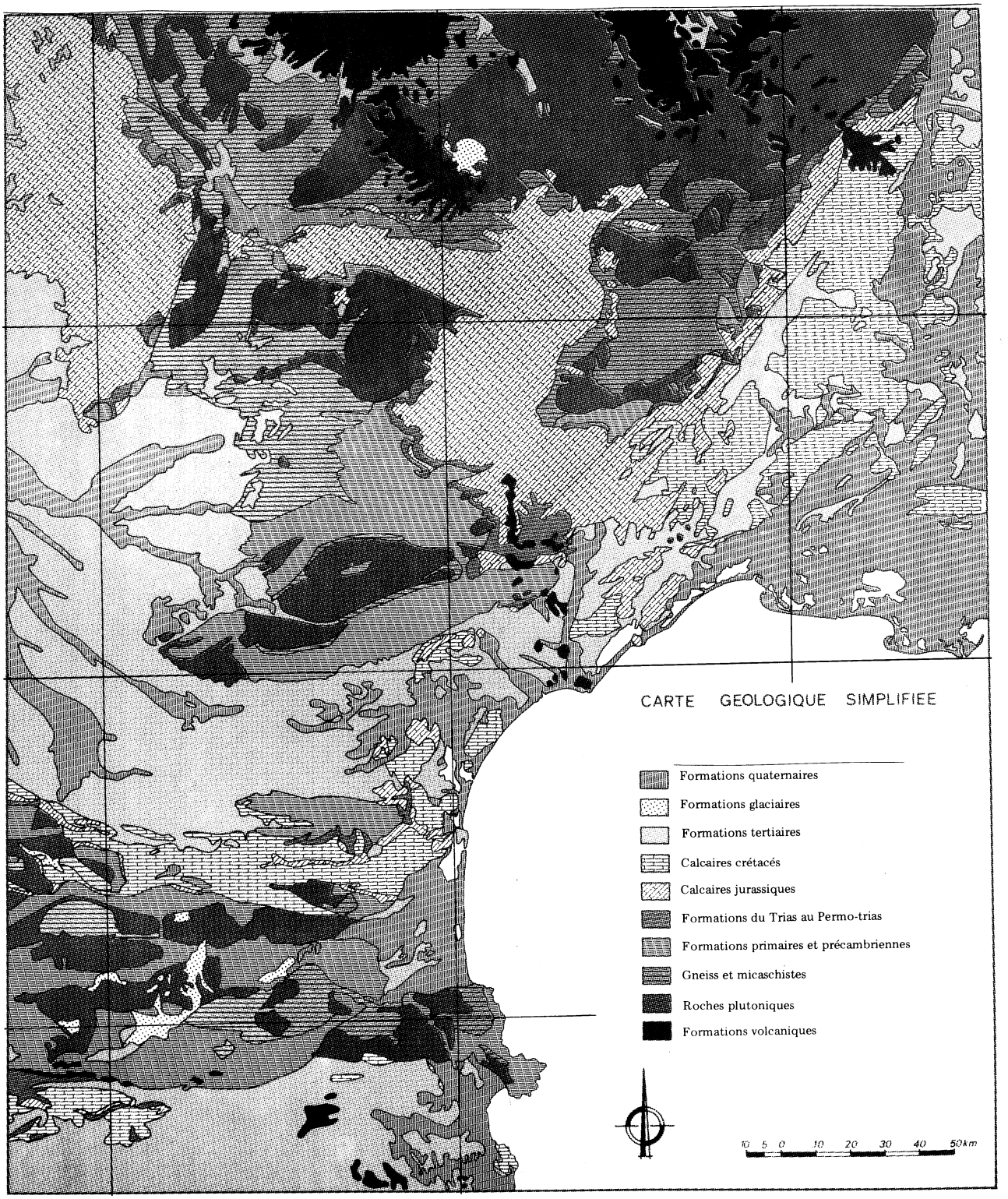
Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

e. Zones de sécheresse de Lumaret

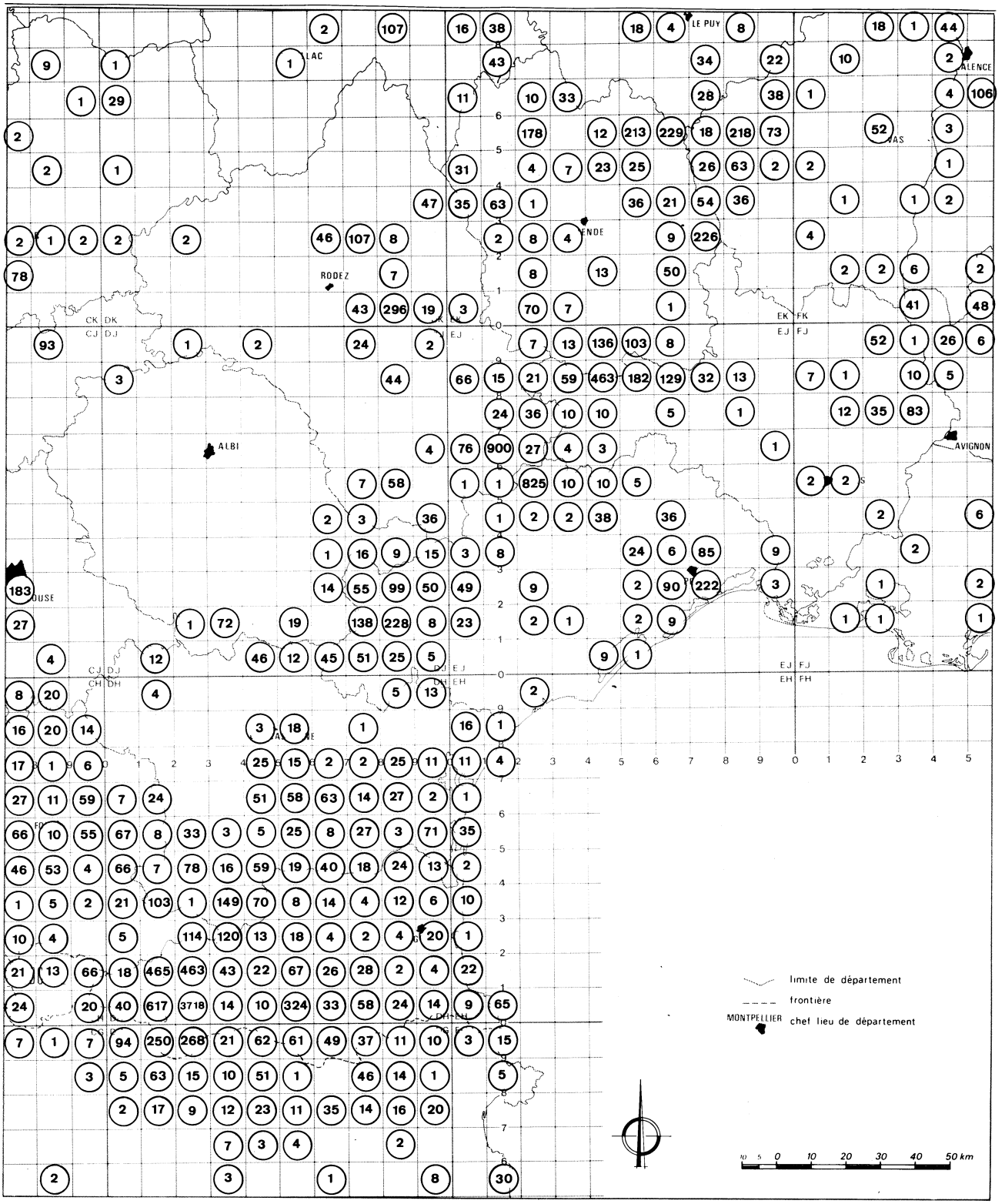


Carte 2 **Cartographie du Languedoc-Roussillon (d'après Lumaret, 1978)**

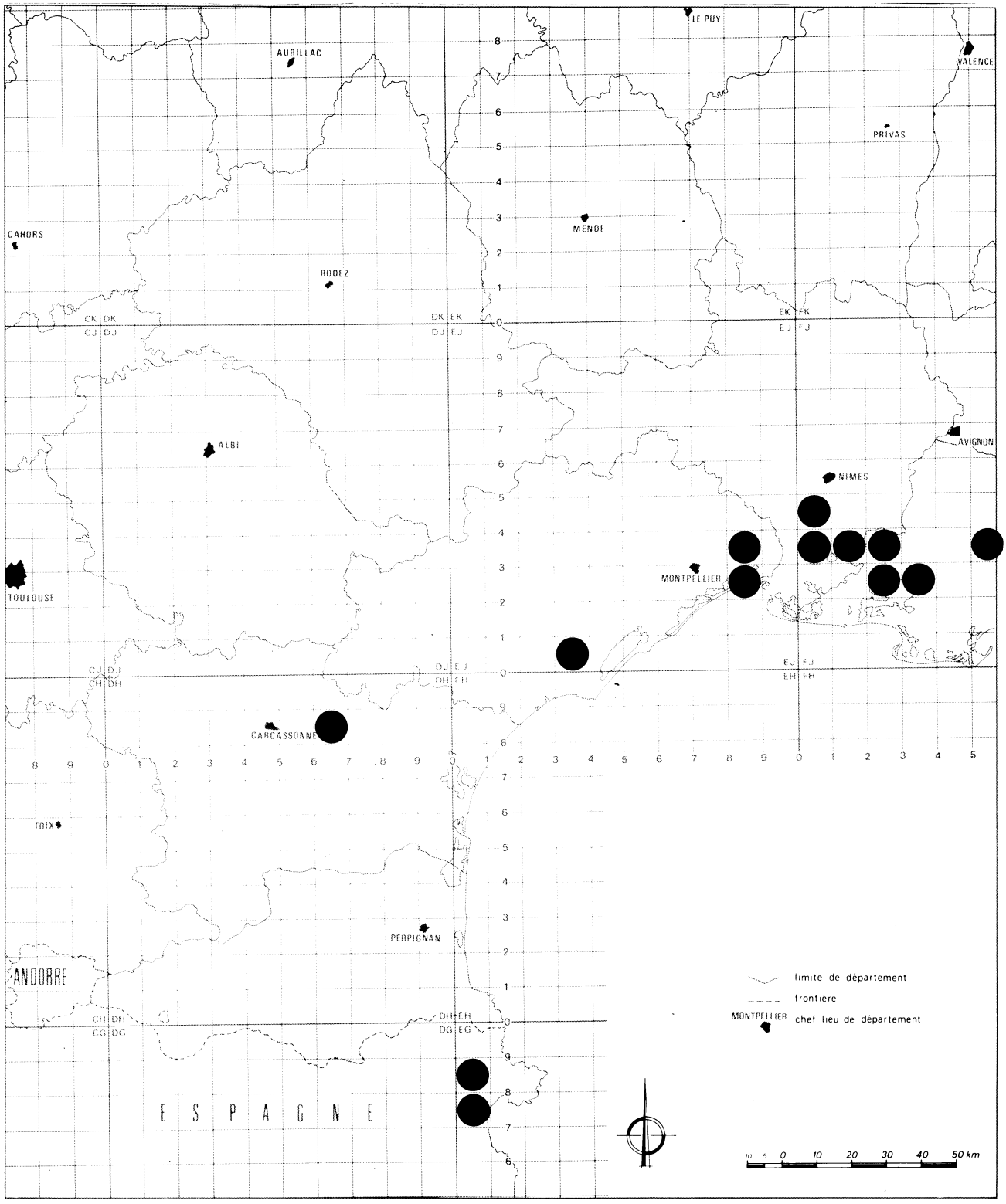
f. Carte géologique simplifiée



Carte 3 **Sommation des données pour le Languedoc-Roussillon**

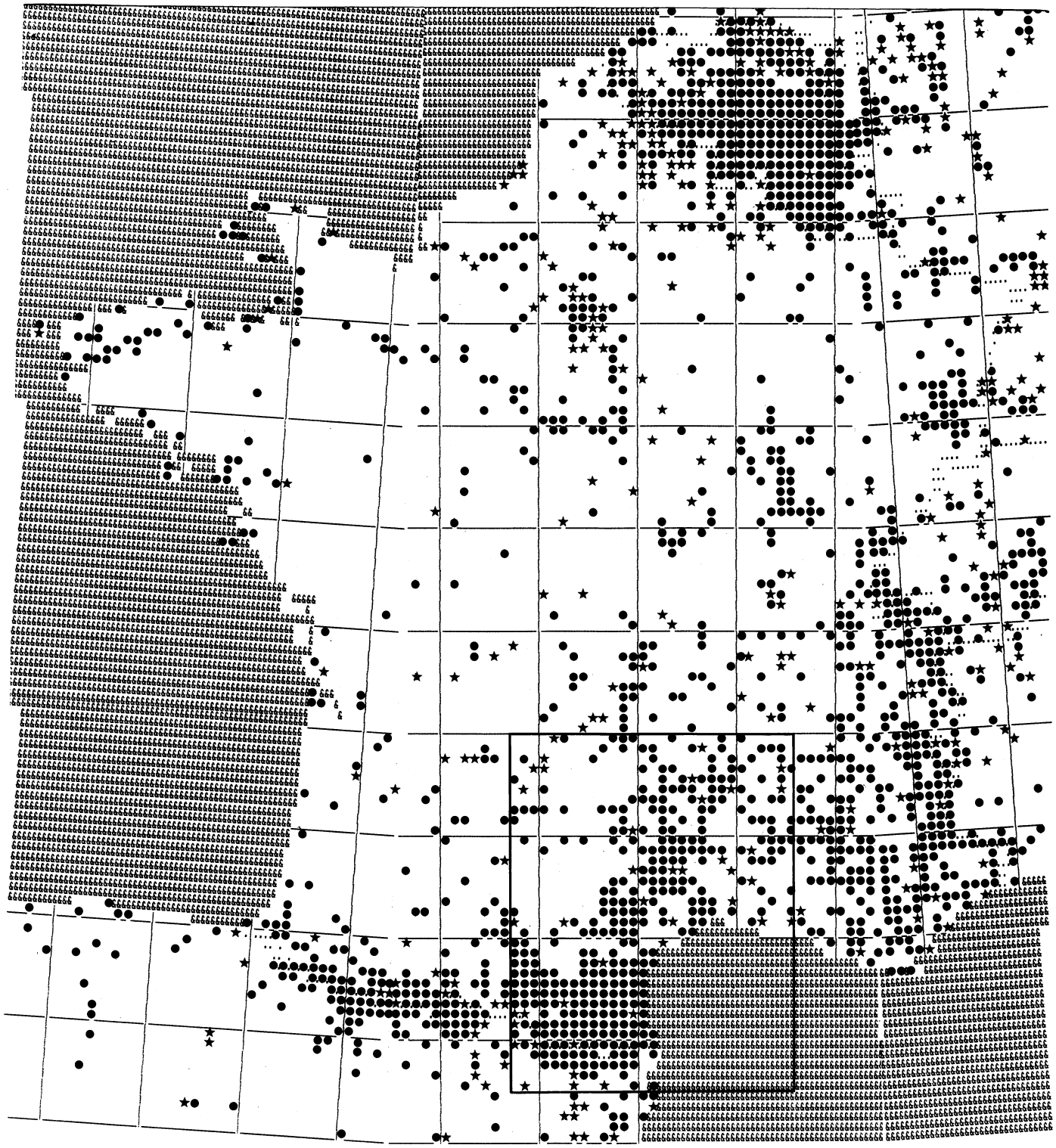


Carte 4 **Carrés du Languedoc-Roussillon qui ont été parcourus par l'auteur mais où aucun bourdon n'a été observé**



Carte 5 **Sommation des données pour la France, la Belgique et les régions limitrophes**

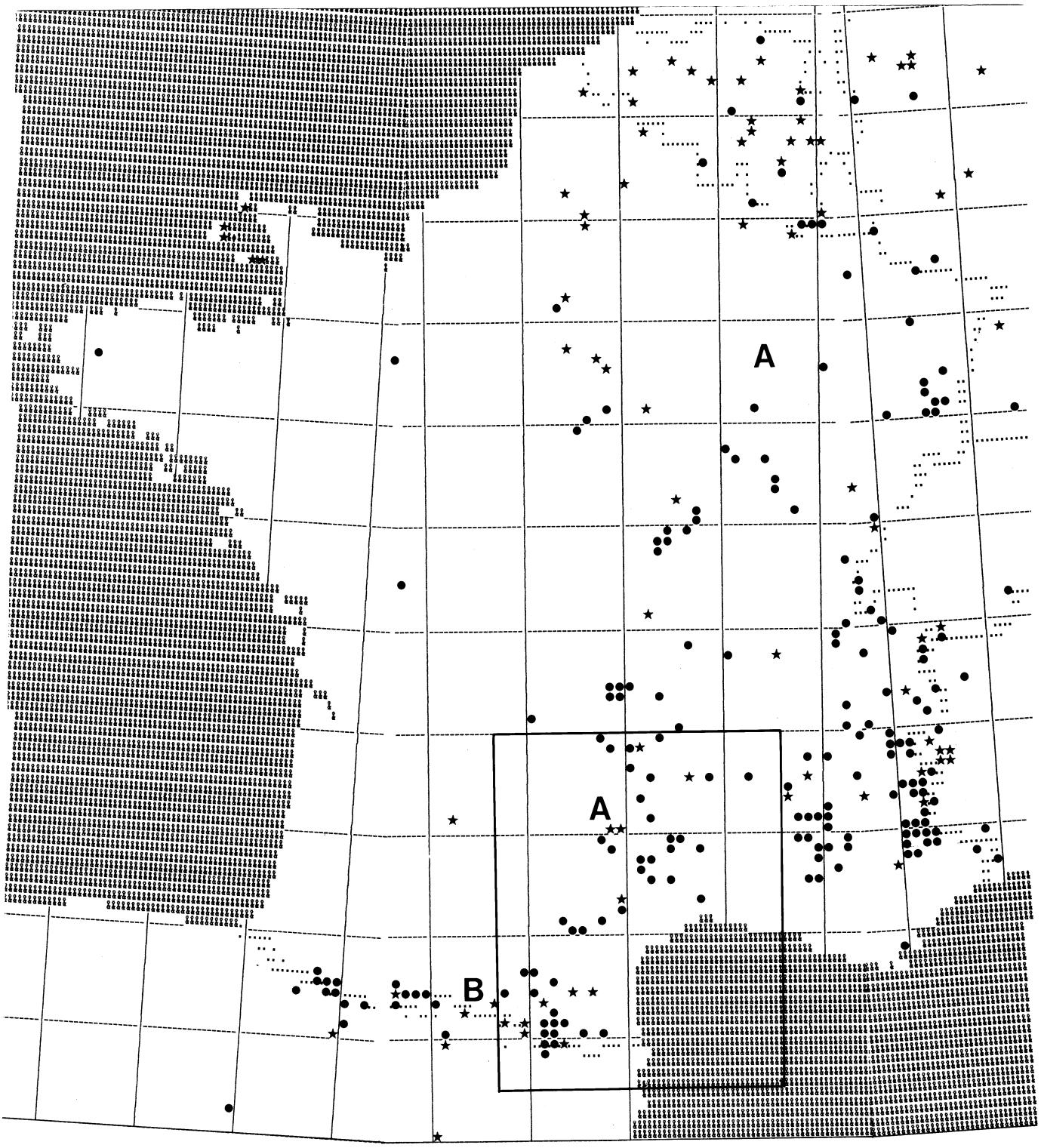
★ Avant 1950: 35933 spécimens, 12231 données
● Après 1949: 63285 spécimens, 27419 données
Au total: 99218 spécimens, 39650 données



Carte 6 **Distribution de *Psithyrus rupestris* (Fabricius, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

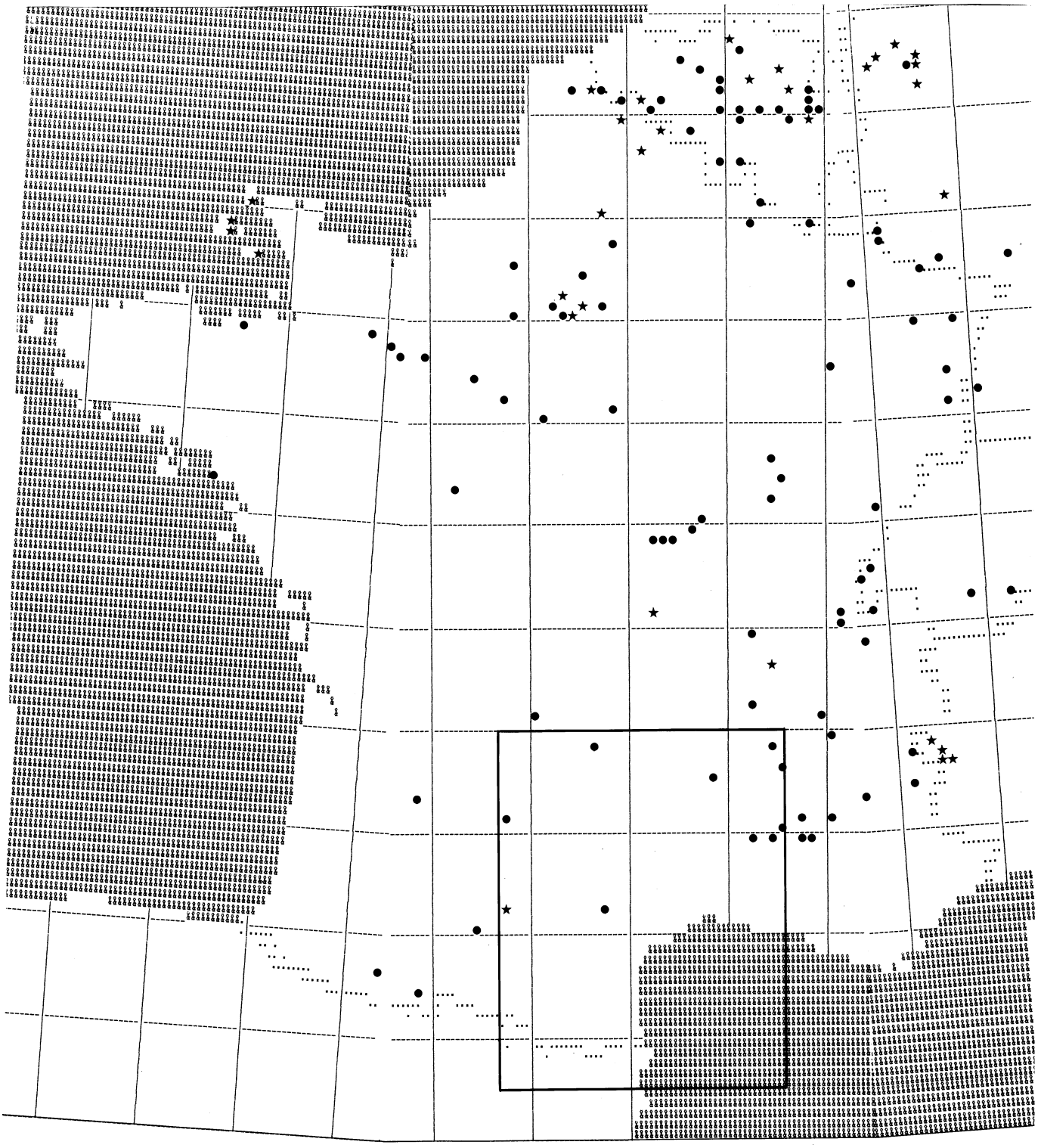
★ Avant 1950: 369 spécimens, 139 données
● Après 1949: 790 spécimens, 332 données
Au total: 1159 spécimens, 471 données

A - ssp. *rupestris* (Fabricius, 1793)
B - ssp. *vasco* Lepeletier, 1832



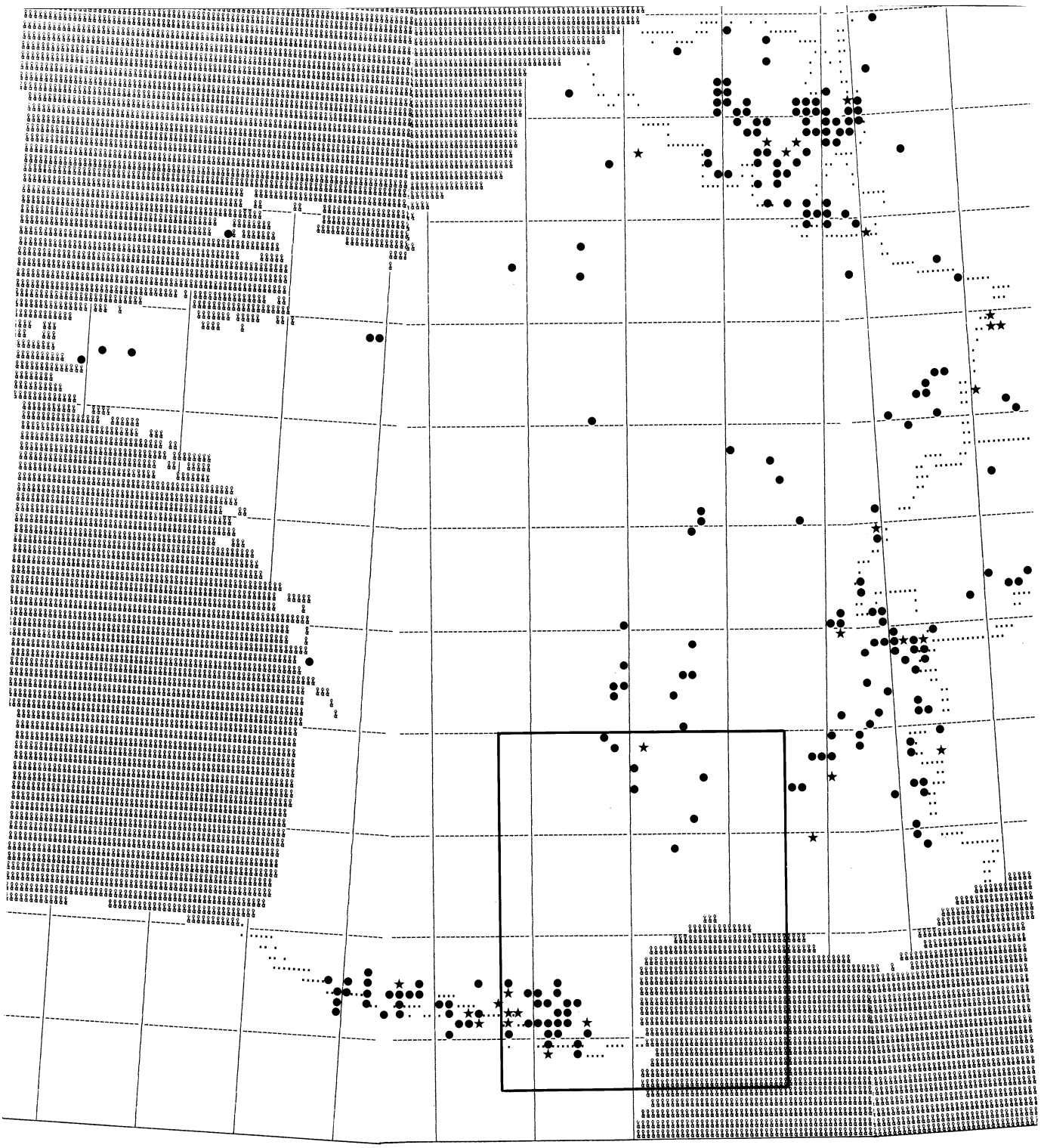
Carte 7 **Distribution de *Psithyrus vestalis* (Fourcroy, 1785), ssp. *vestalis* et ssp. *obenbergeri May, 1944*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 107 spécimens, 74 données
● Après 1949: 262 spécimens, 142 données
Au total: 369 spécimens, 216 données



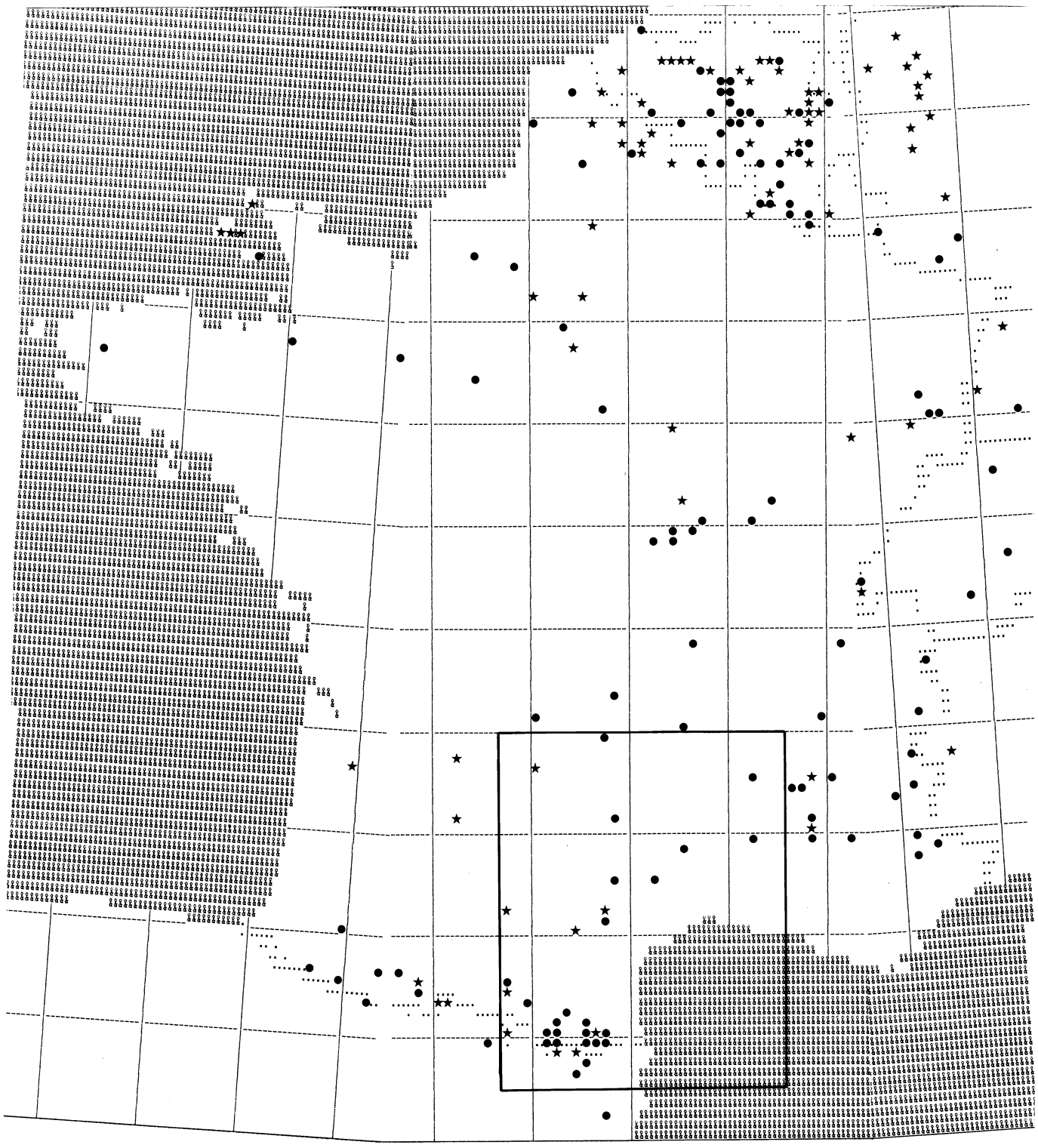
Carte 8 **Distribution de *Psithyrus bohemicus* (Seidl, 1837), ssp. *bohemicus*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 210 spécimens, 85 données
● Après 1949: 993 spécimens, 429 données
Au total: 1203 spécimens, 514 données



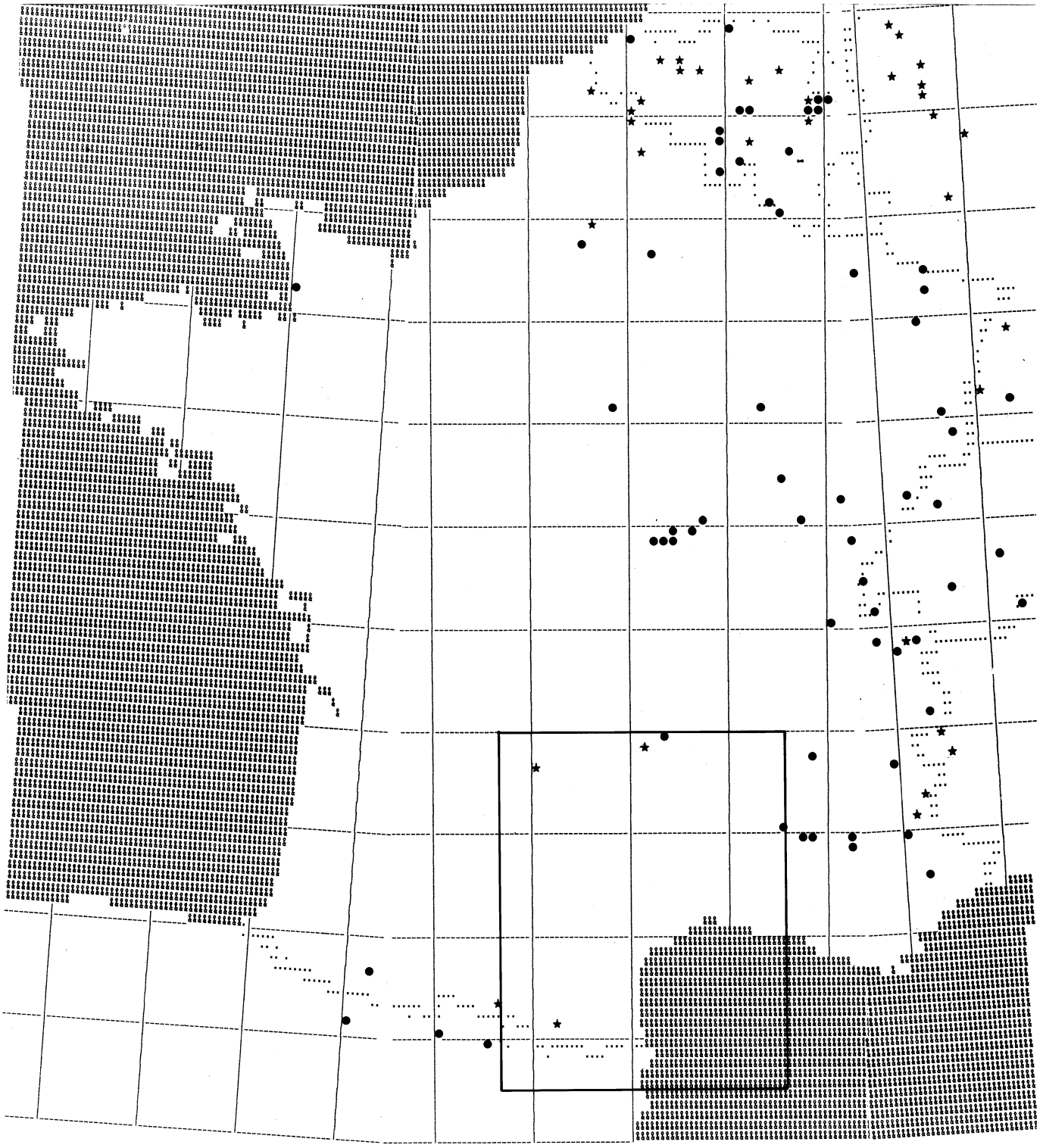
Carte 9 **Distribution de *Psithyrus campestris* (Panzer, 1801), ssp. *campestris*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 360 spécimens, 175 données
● Après 1949: 256 spécimens, 151 données
Au total: 616 spécimens, 326 données



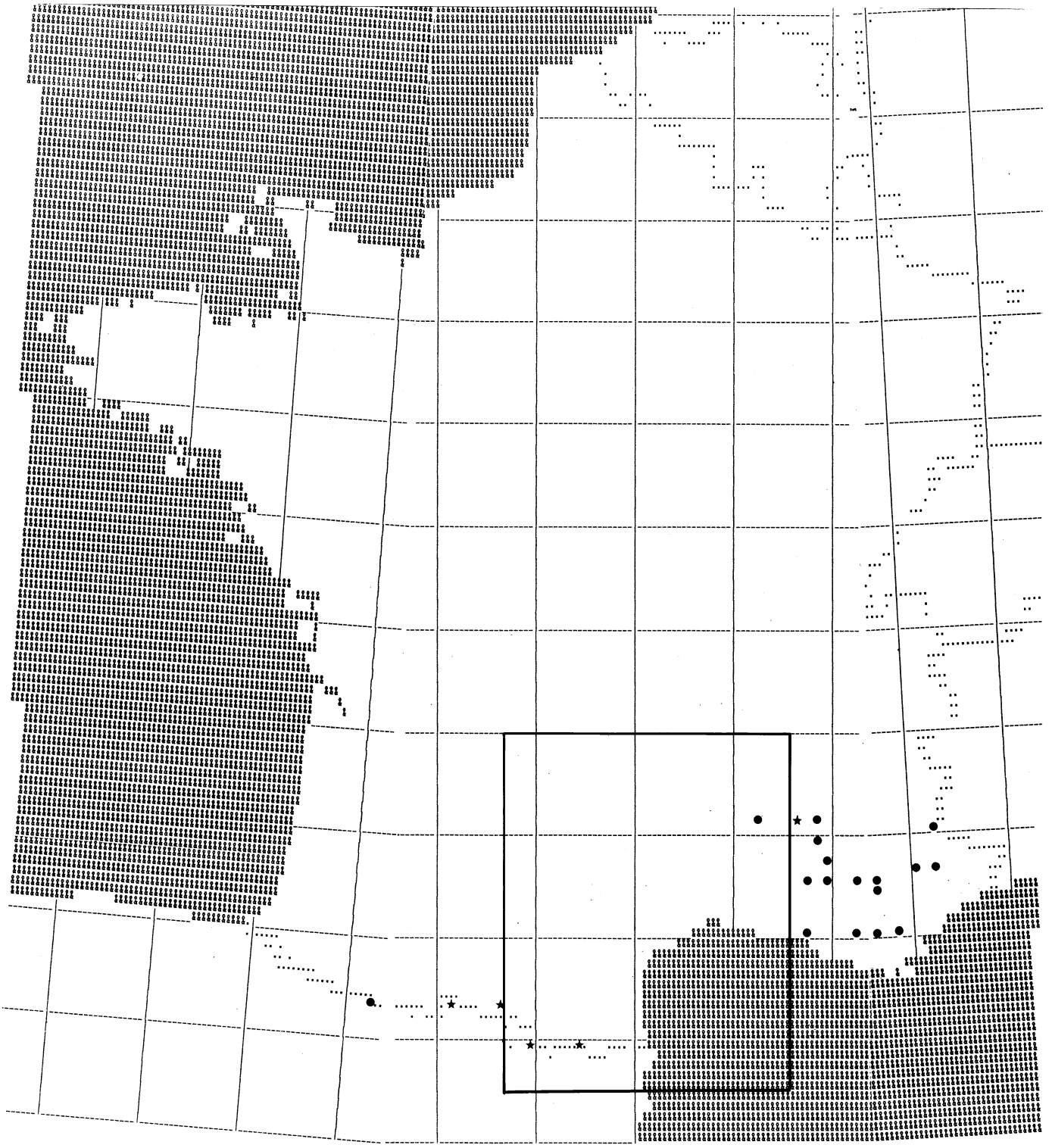
Carte 10 **Distribution de *Psithyrus barbutellus* (Kirby, 1802) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 91 spécimens, 55 données
● Après 1949: 110 spécimens, 93 données
Au total: 201 spécimens, 148 données



Carte 11 **Distribution de *Psithyrus maxillosus* (Klug, 1817), ssp. *maxillosus* et ssp. *italicus* Grütte, 1940, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

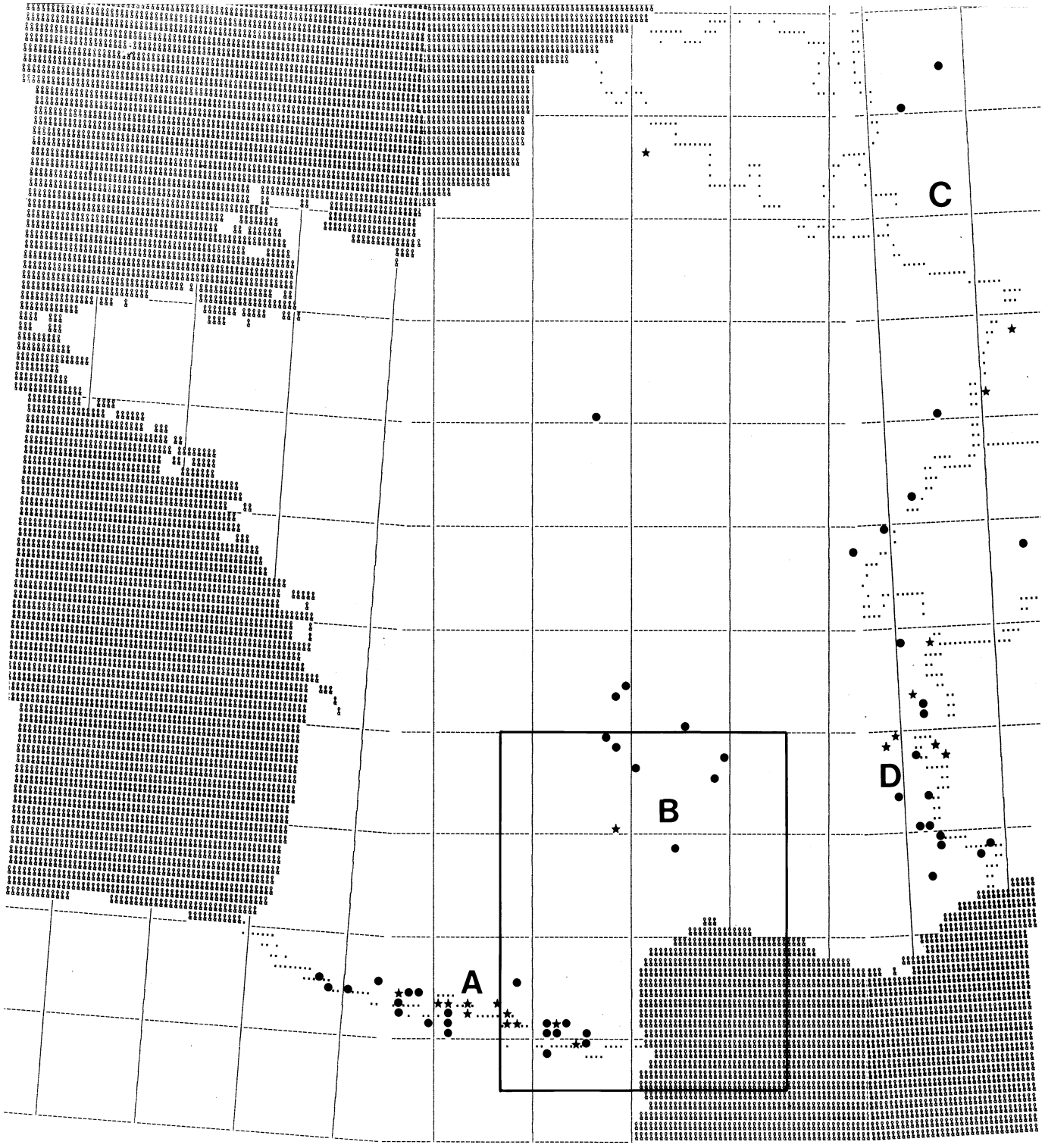
★ Avant 1950: 7 spécimens, 5 données
● Après 1949: 22 spécimens, 22 données
Au total: 29 spécimens, 27 données



Carte 12 **Distribution de *Psithyrus quadricolor* Lepeletier, 1832 (totues sous-espèces) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 59 spécimens, 42 données
● Après 1949: 165 spécimens, 78 données
Au total: 224 spécimens, 120 données

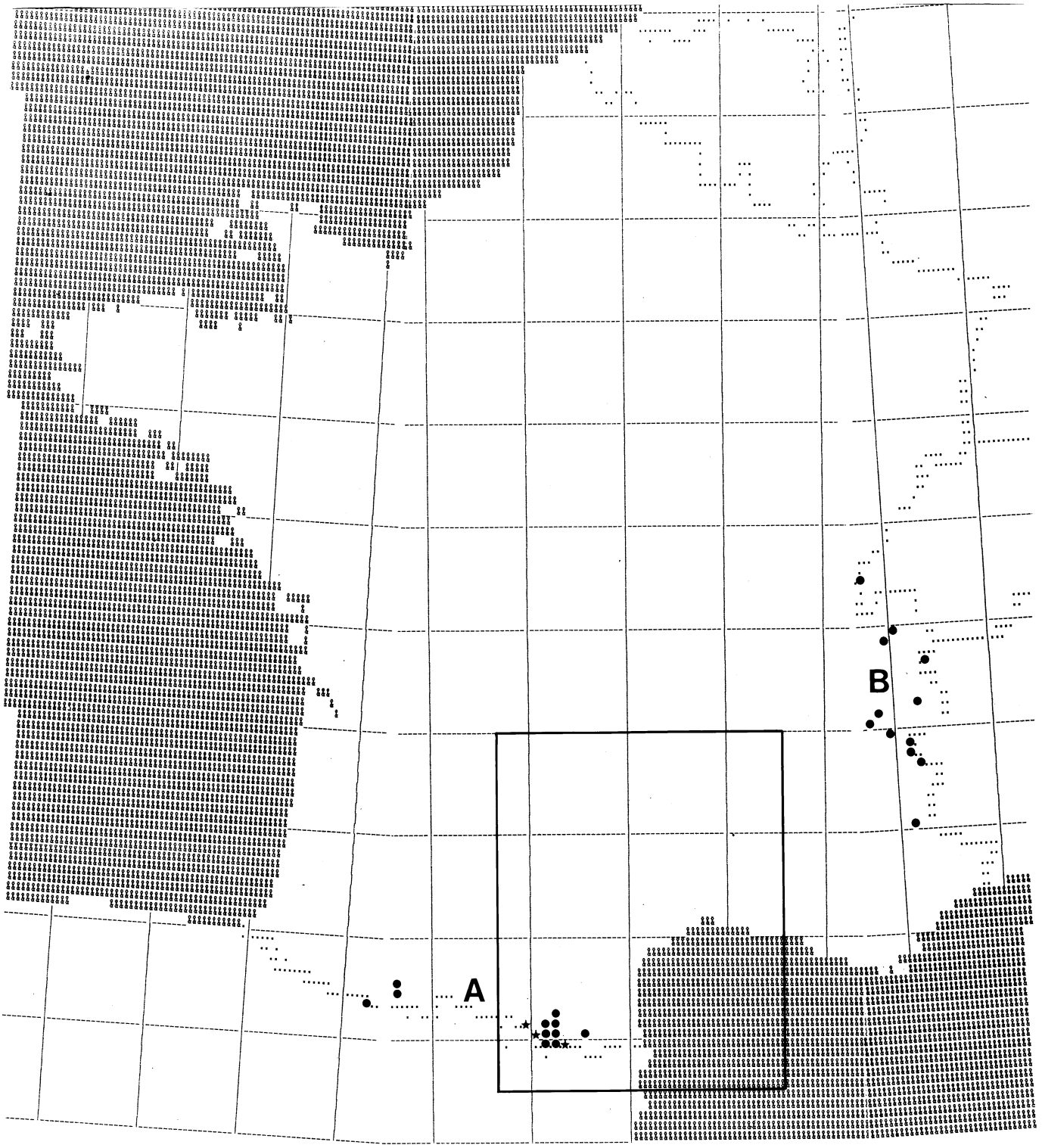
A - ssp. *quadricolor* Lepeletier, 1832
B - ssp. *arvernicus* O.W. Richards, 1928
C - ssp. *globosus* Eversmann, 1852
D - ssp. *meridionalis* O.W.Richards, 1928



Carte 13 **Distribution de *Psithyrus flavidus* (Eversmann, 1852) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

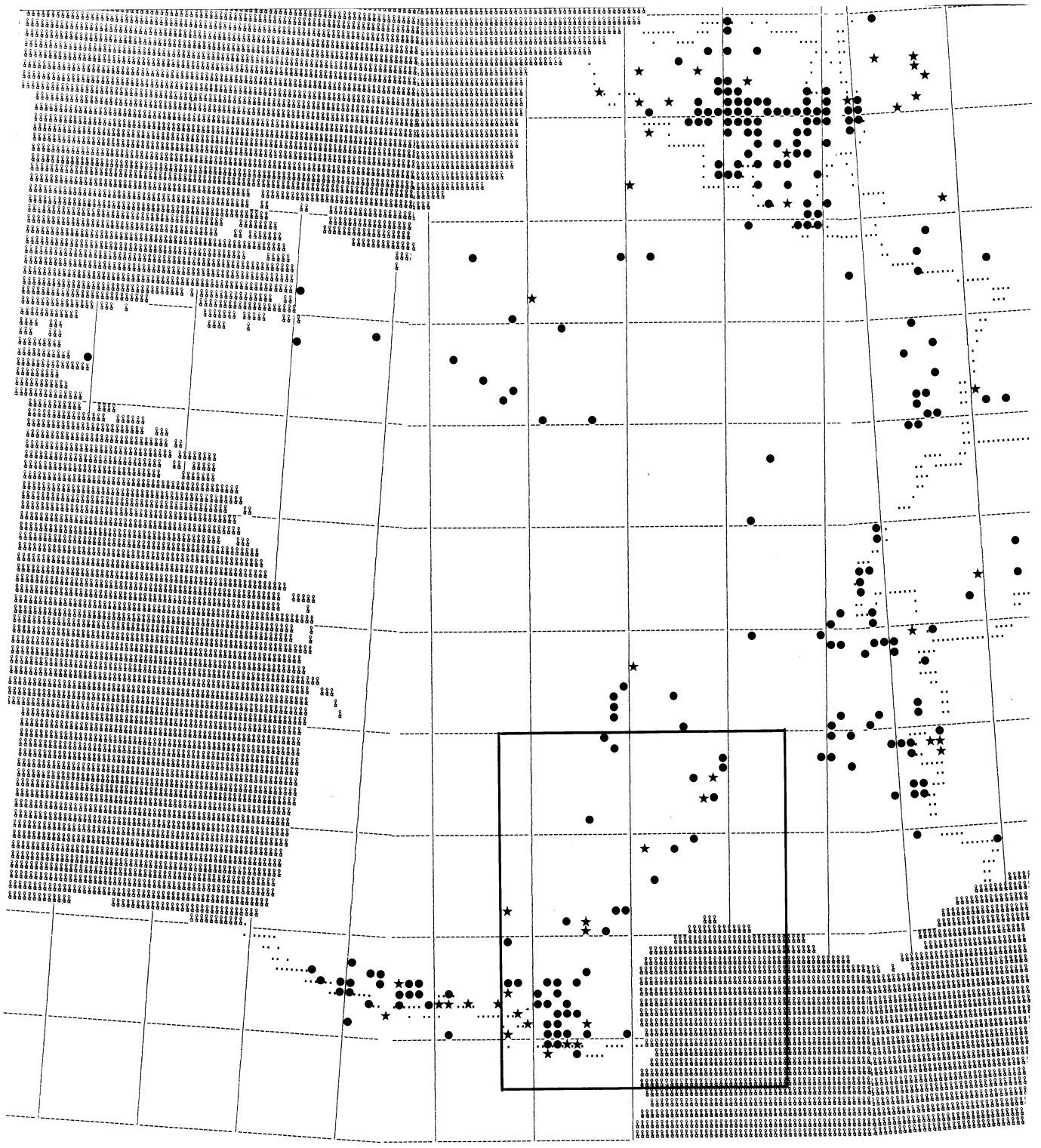
★ Avant 1950: 36 spécimens, 18 données
● Après 1949: 128 spécimens, 53 données
Au total: 164 spécimens, 71 données

A - ssp. *lutescens* Pérez, 1890
B - ssp. *alpium* O.W.Richards, 1928



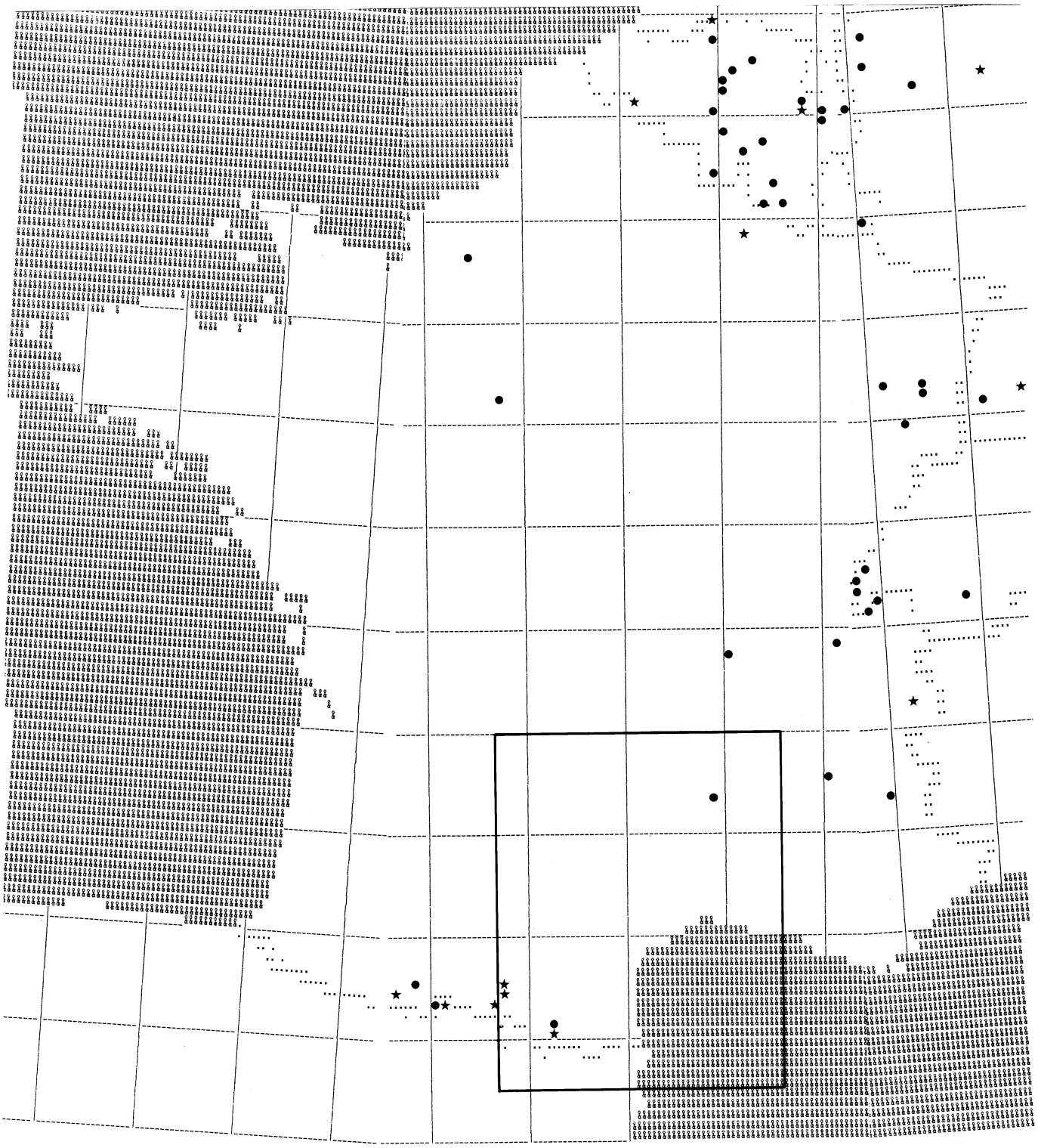
Carte 14 **Distribution de *Psithyrus sylvestris* Lepeletier, 1832 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 466 spécimens, 110 données
● Après 1949: 1167 spécimens, 468 données
Au total: 1633 spécimens, 578 données



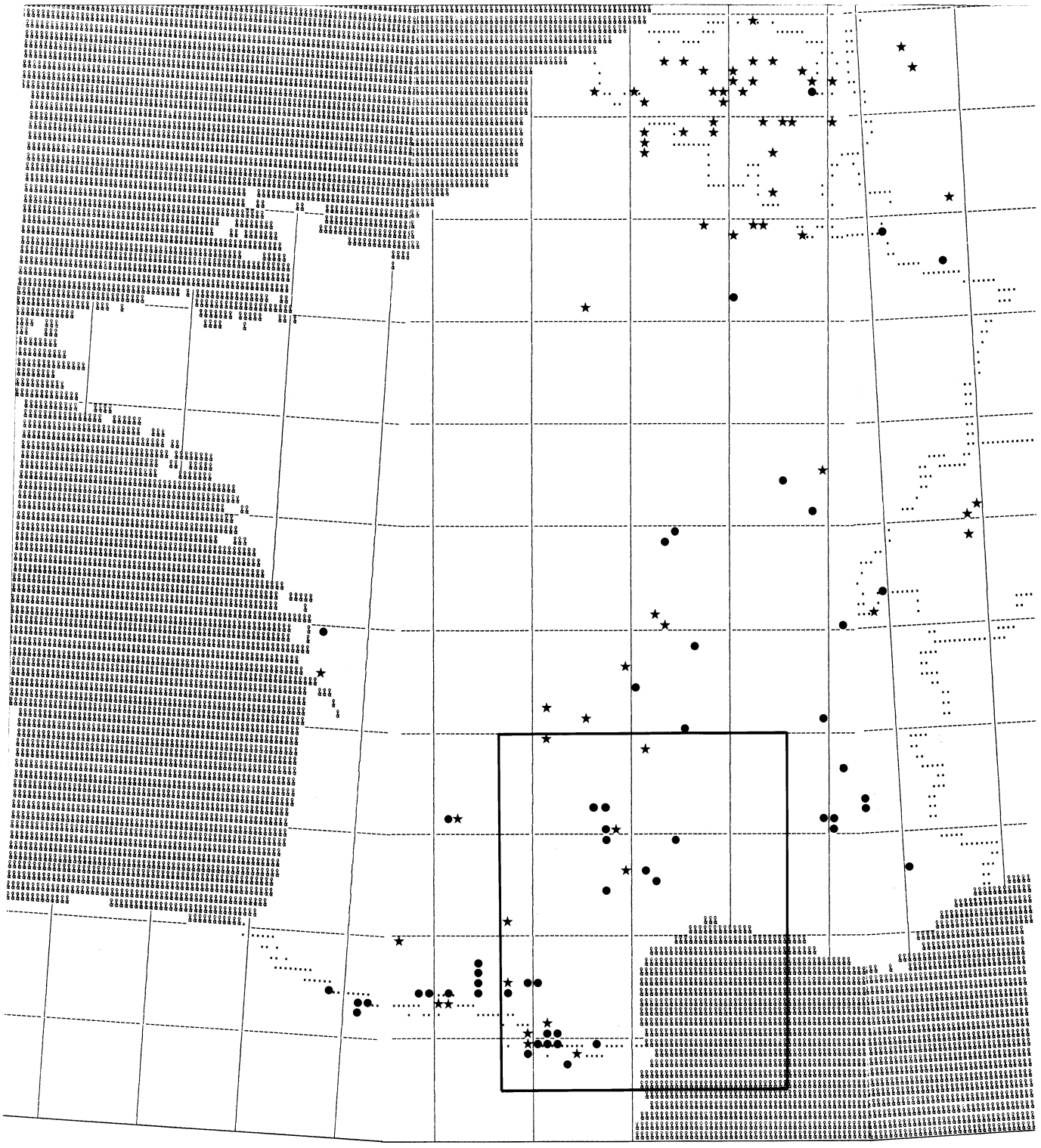
Carte 15 **Distribution de *Psithyrus norvegicus* Sparre Schneider, 1918, ssp. *norvegicus*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 19 spécimens, 16 données
● Après 1949: 95 spécimens, 51 données
Au total: 114 spécimens, 66 données



Carte 16 **Distribution de *Confusibombus confusus* (Schenck, 1859), ssp. *confusus* et ssp. *paradoxus* Dalla Torre, 1882, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

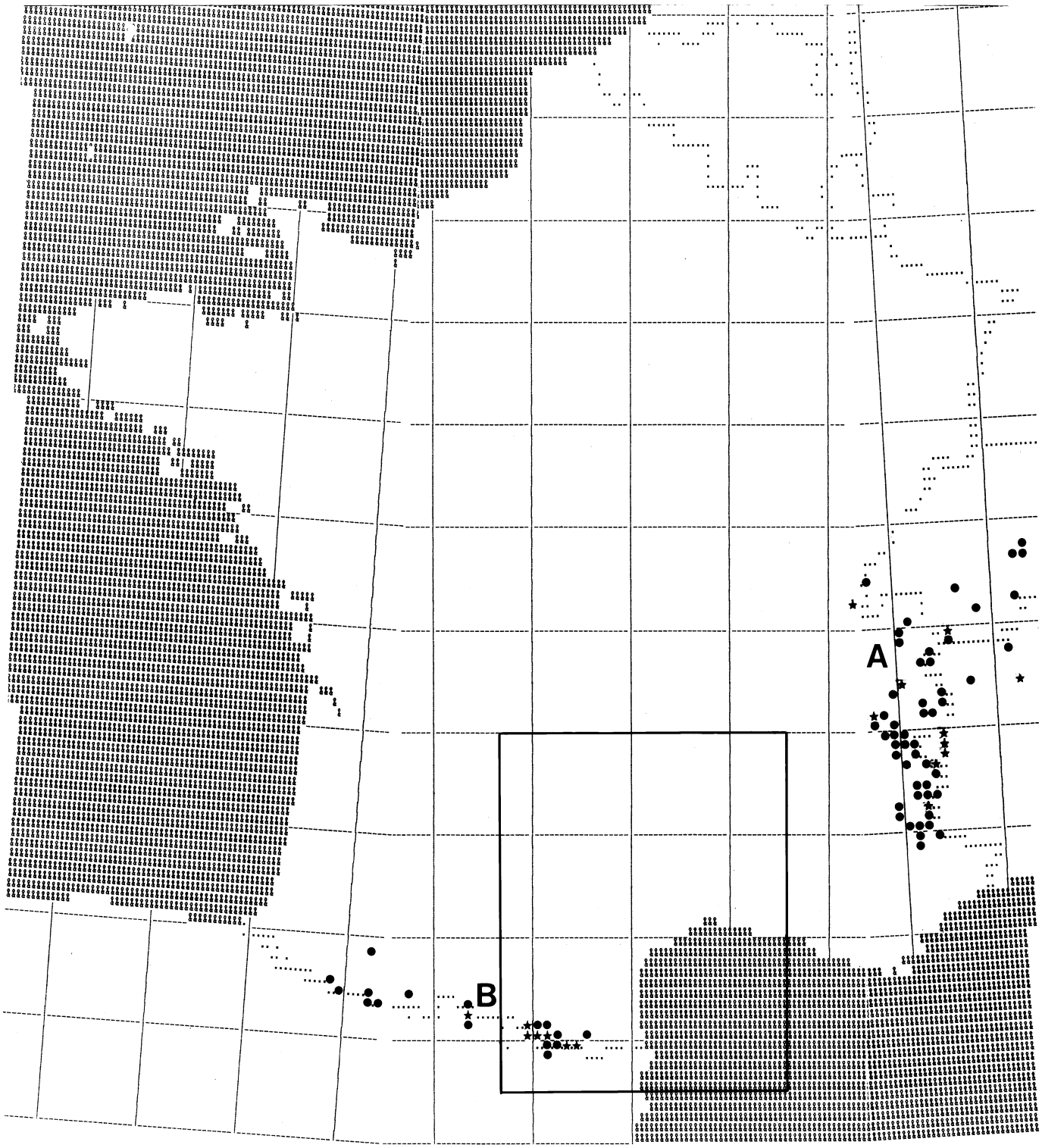
★ Avant 1950: 336 spécimens, 176 données
● Après 1949: 177 spécimens, 91 données
Au total: 513 spécimens, 267 données



Carte 17 **Distribution de *Bombias mendax* (Gerstaecker, 1869) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

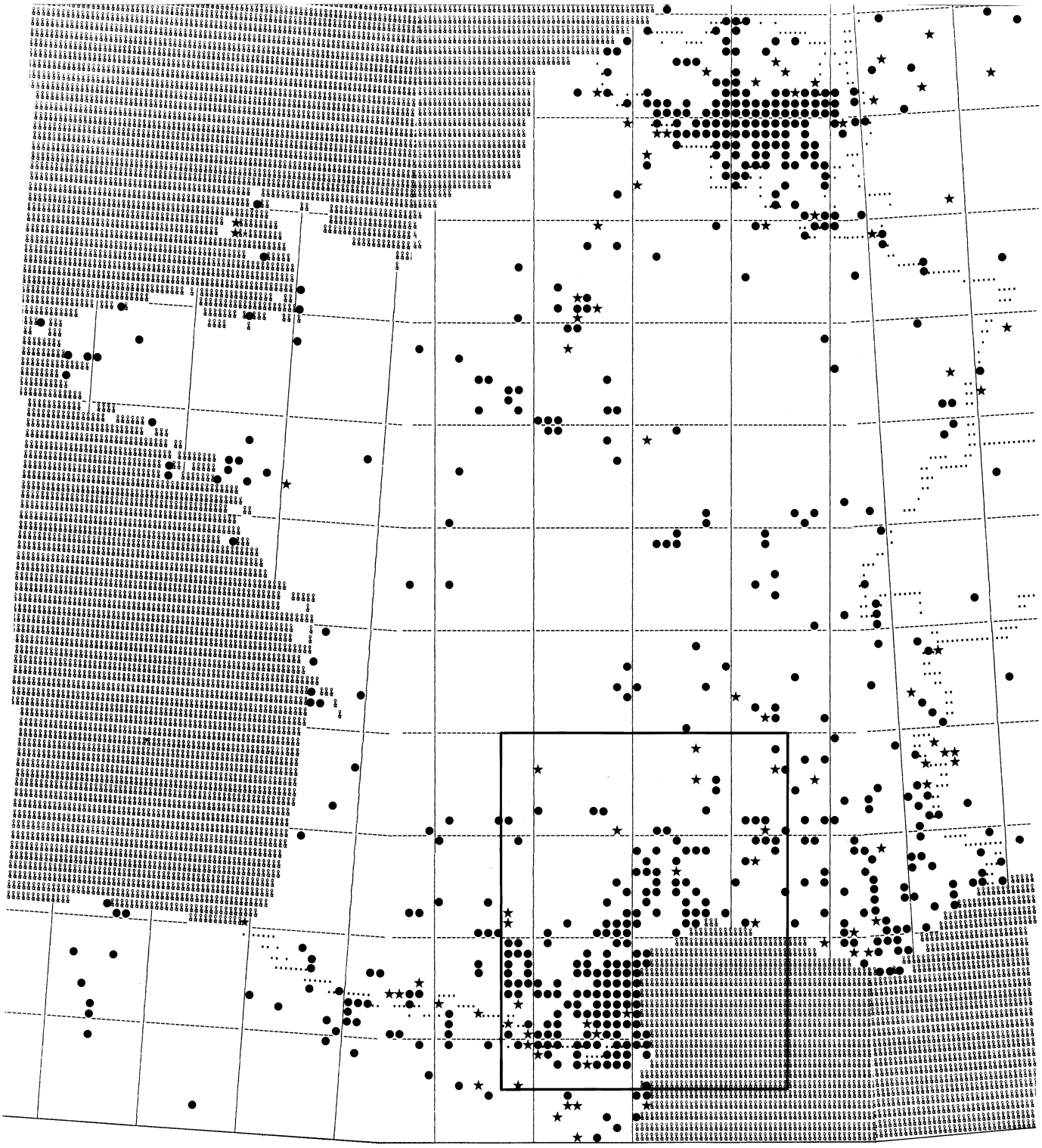
★ Avant 1950: 100 spécimens, 58 données
● Après 1949: 891 spécimens, 267 données
Au total: 991 spécimens, 325 données

A - ssp. *mendax* (Gerstaecker, 1869)
B - ssp. *latofasciatus* (Vogt, 1909)



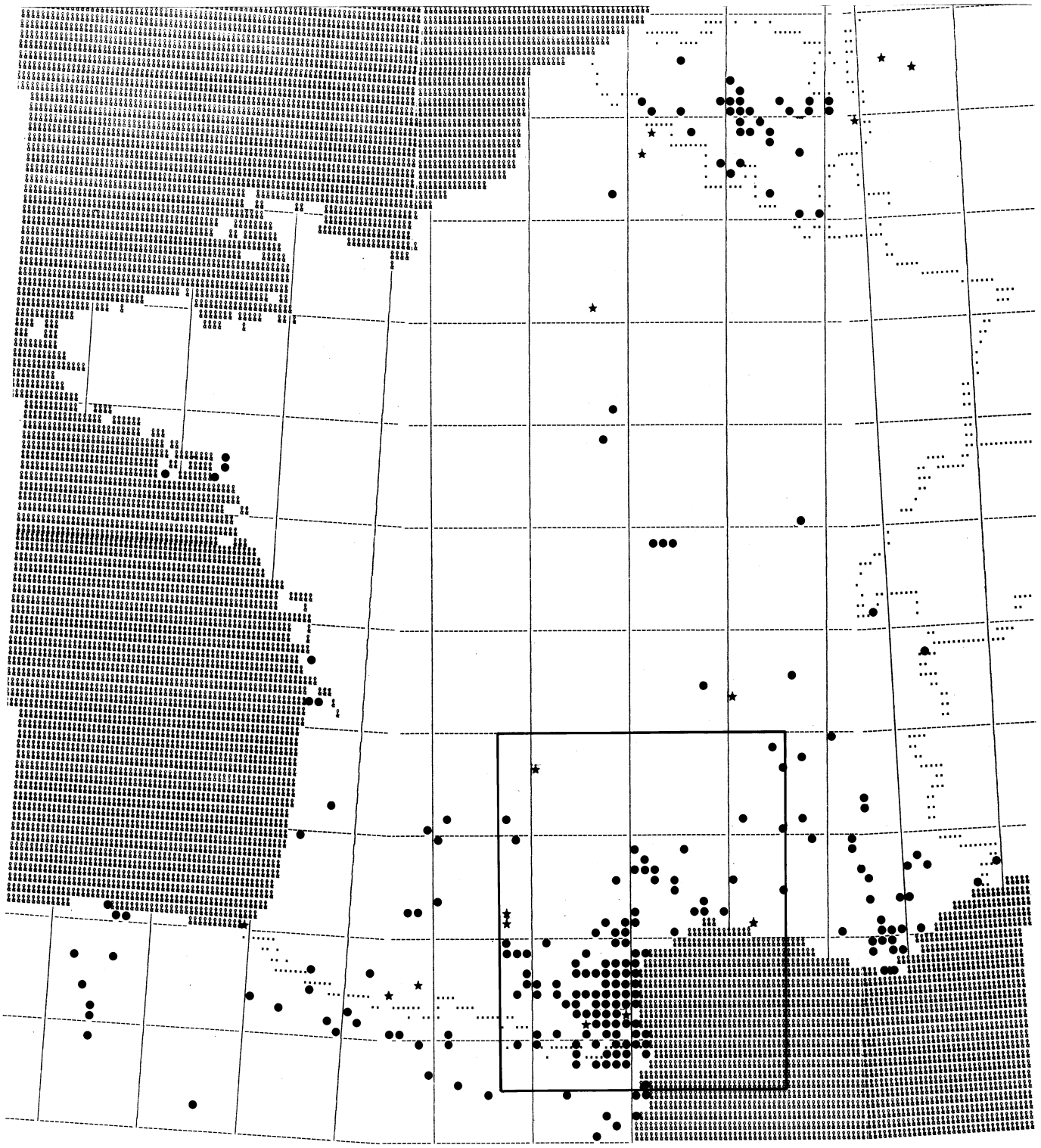
Carte 18 **Distribution de *Bombus terrestris* auct. (nec L., 1758), ssp. *terrestris* et ssp. *lusitanicus* Krüger, 1956, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1023 spécimens, 397 données
● Après 1949: 5312 spécimens, 2309 données
Au total: 6335 spécimens, 2706 données



Carte 19 **Distribution de *Bombus terrestris lusitanicus* Krüger, 1956 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

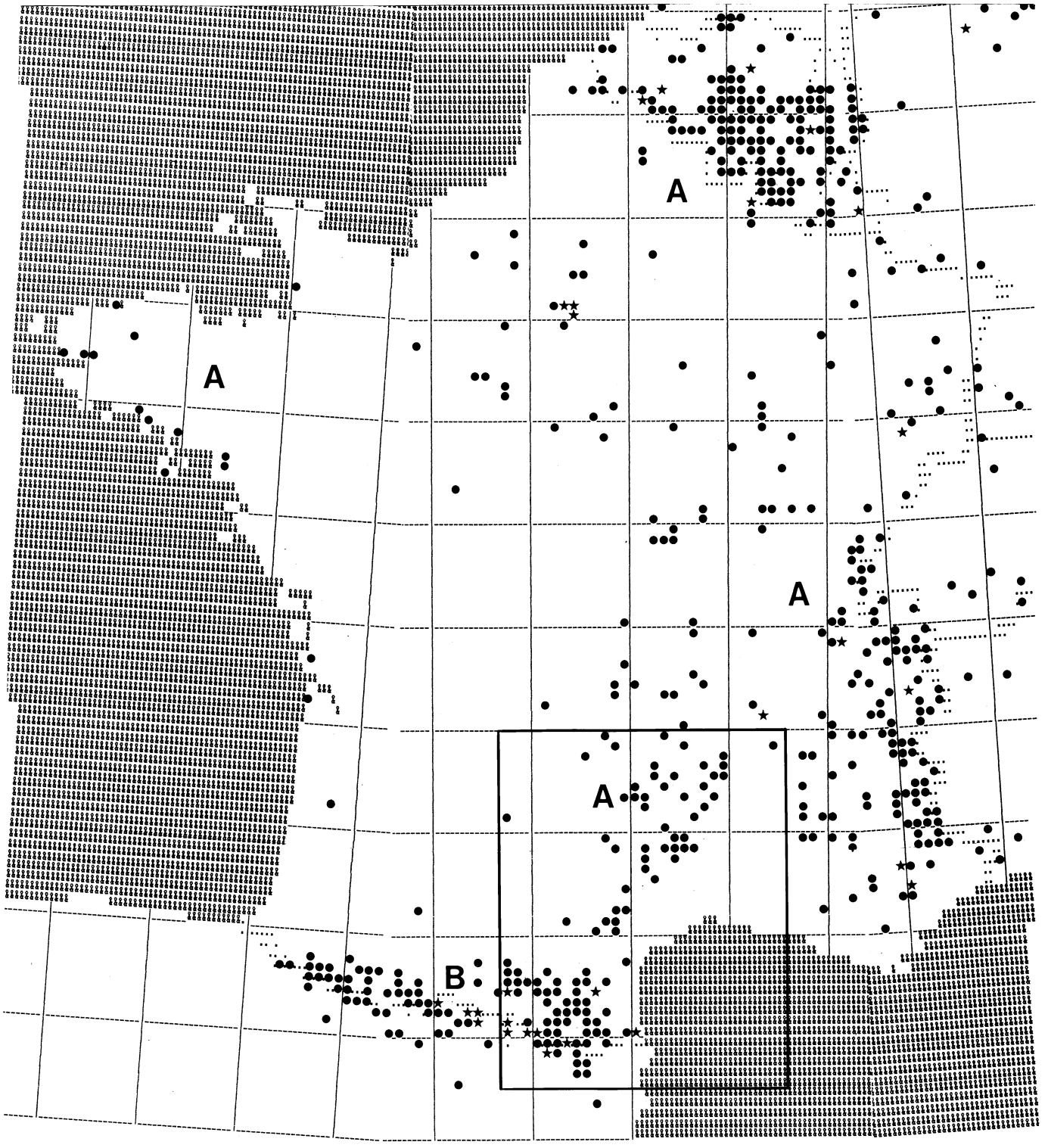
★ Avant 1950: 61 spécimens, 29 données
● Après 1949: 1320 spécimens, 560 données
Au total: 1381 spécimens, 589 données



Carte 20 **Distribution de *Bombus lucorum* (L., 1761) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

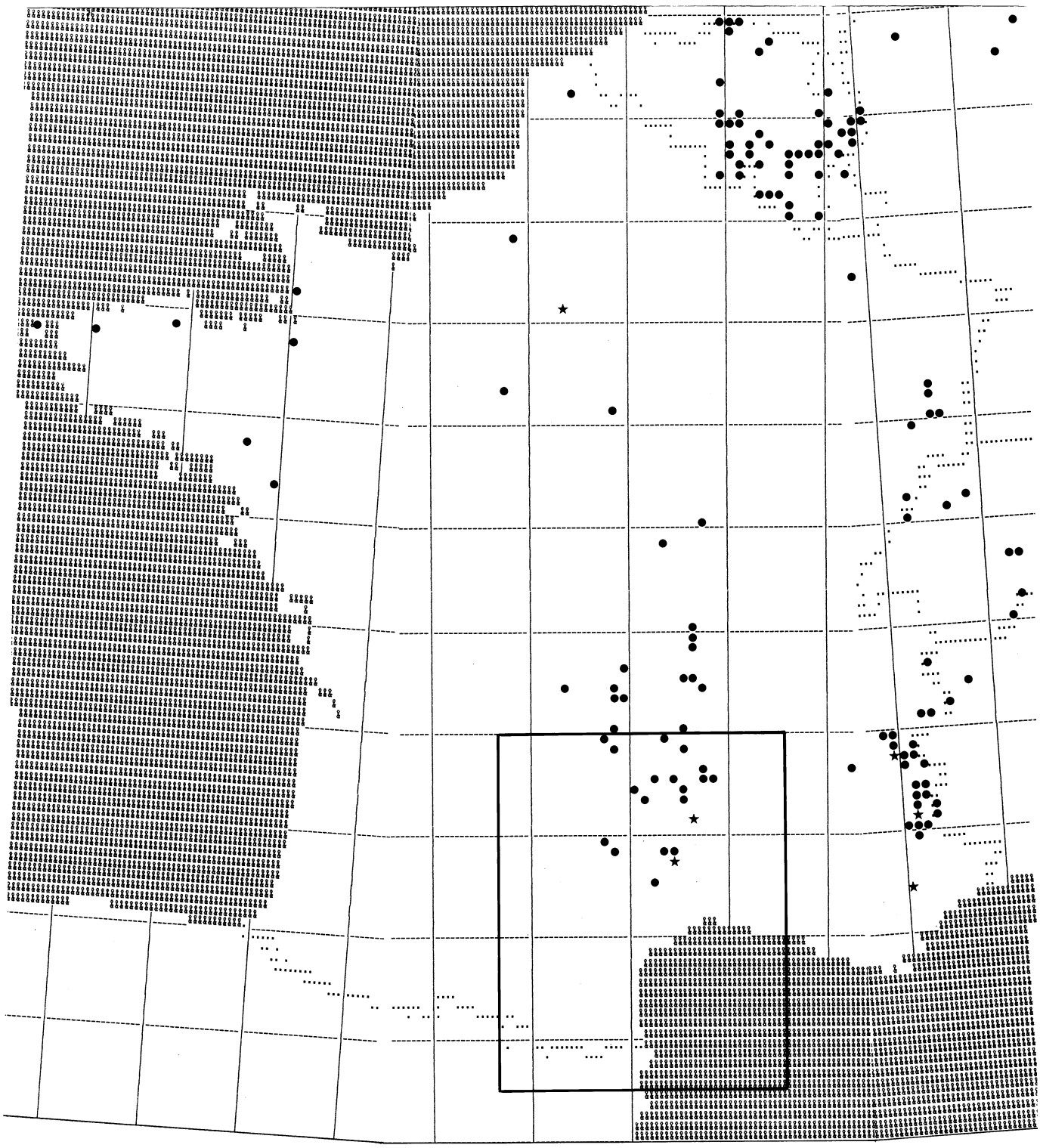
★ Avant 1950: 212 spécimens, 113 données
● Après 1949: 4803 spécimens, 1749 données
Au total: 5015 spécimens, 1862 données

A - ssp. *lucorum* (L., 1761)
B - ssp. *congruens* (Krüger, 1951)



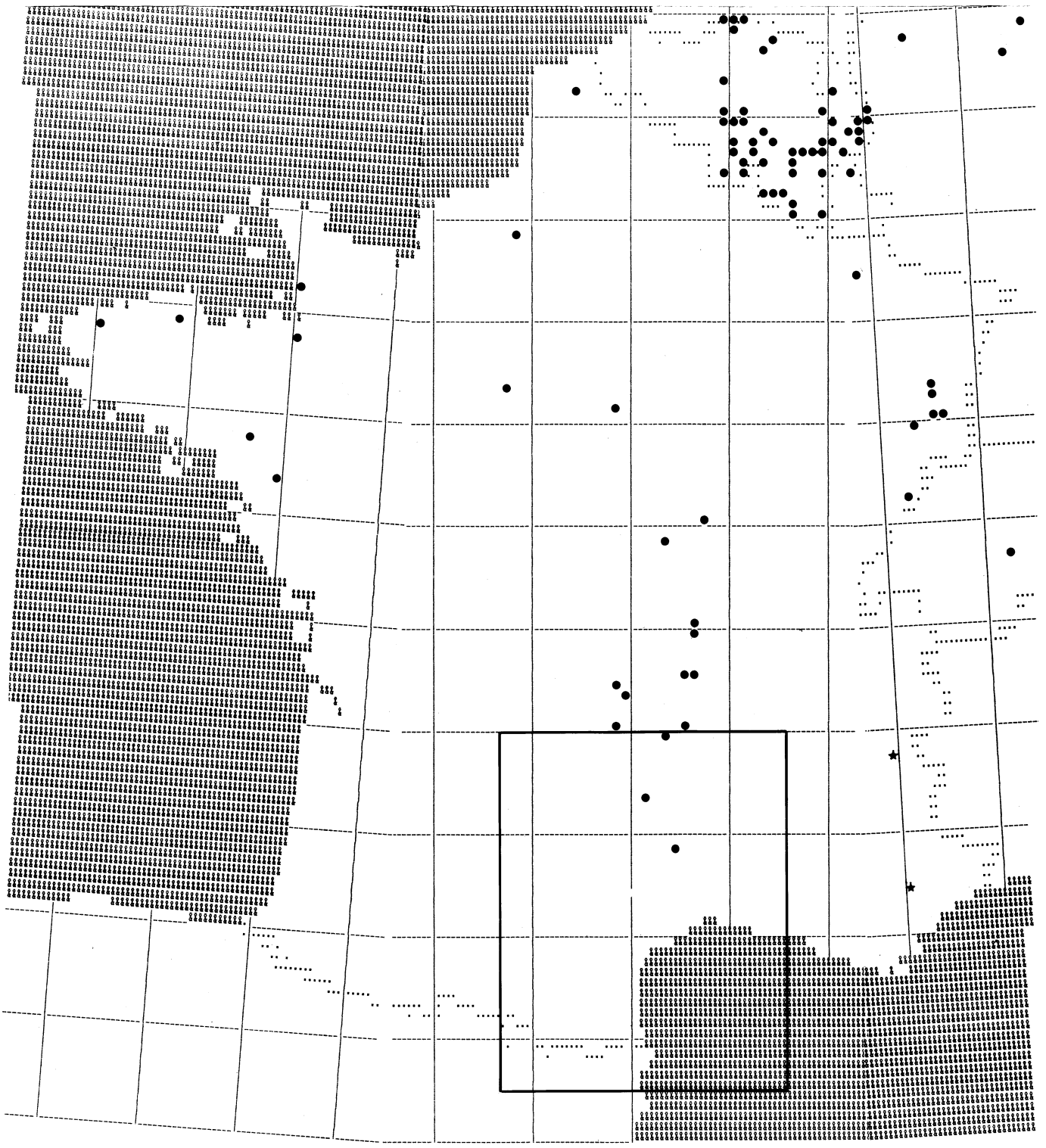
Carte 21 **Distribution de *Bombus cryptarum* (Fabricius, 1785), ssp. *cryptarum* et ssp. *reinigianus* Rasmont, 1984, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 19 spécimens, 13 données
● Après 1949: 1104 spécimens, 443 données
Au total: 1123 spécimens, 456 données



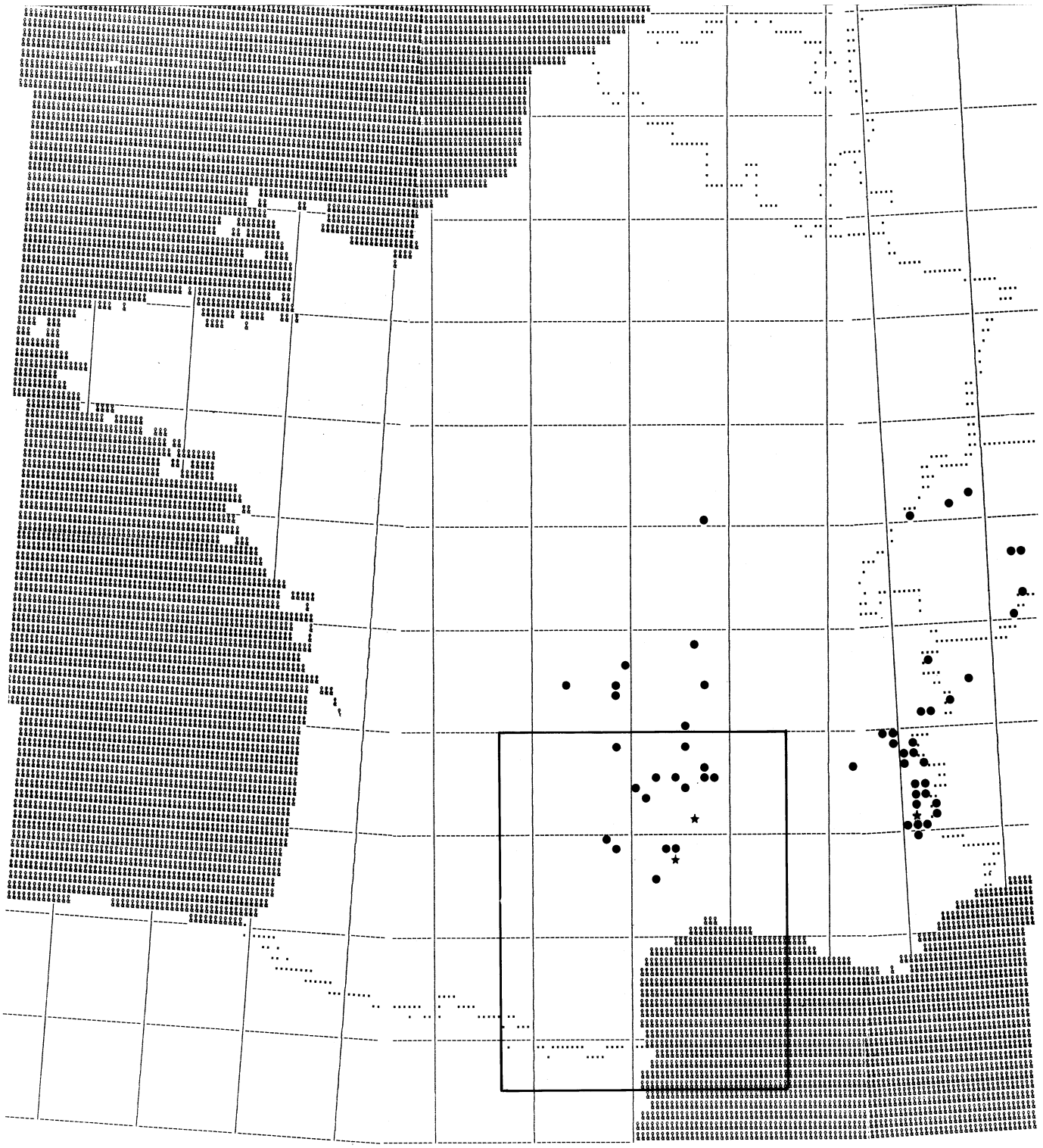
Carte 22 **Distribution de *Bombus cryptarum cryptarum* (Fabricius, 1785) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 5 spécimens, 5 données
● Après 1949: 724 spécimens, 302 données
Au total: 729 spécimens, 307 données



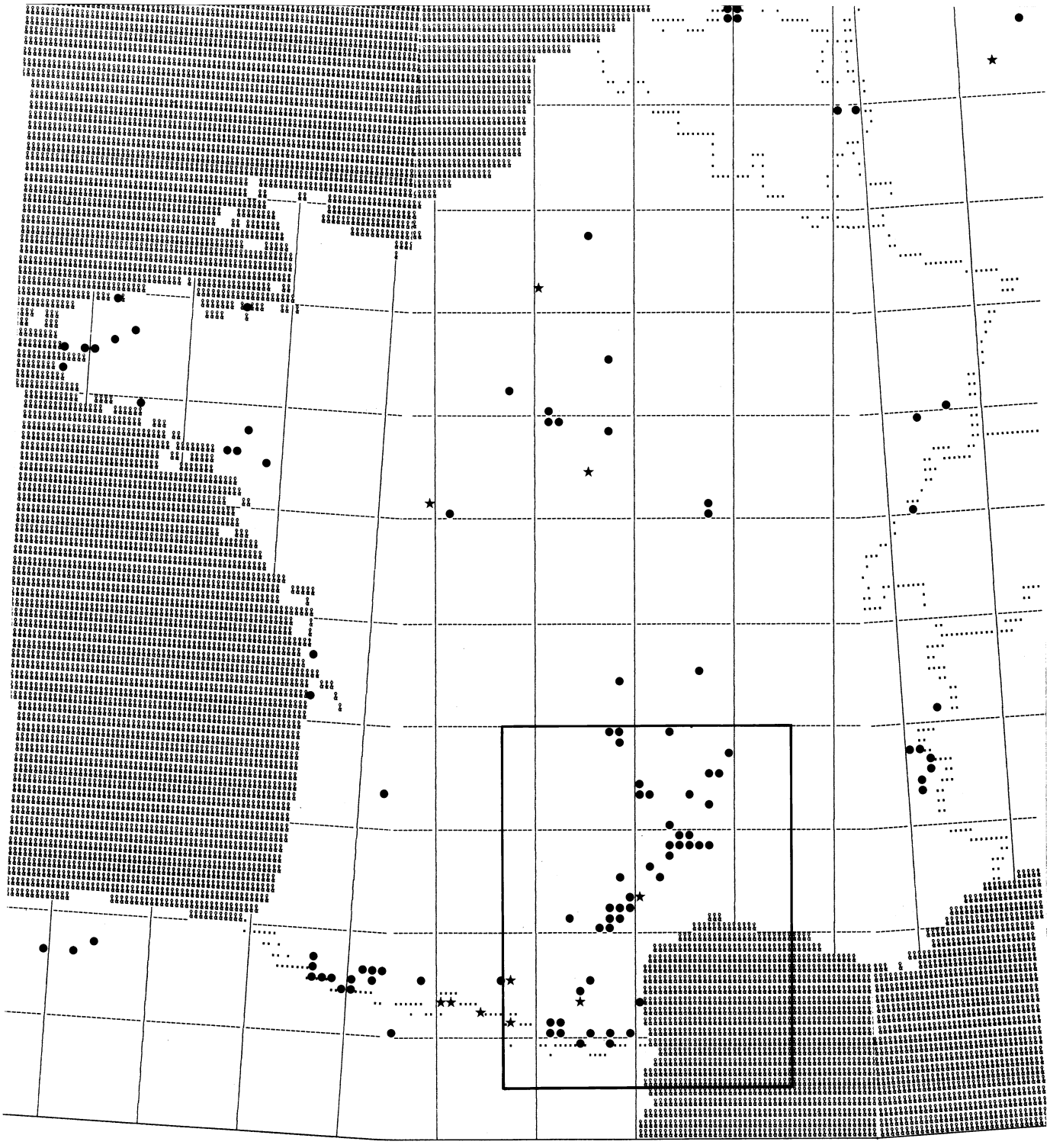
Carte 23 **Distribution de *Bombus cryptarum reinigianus* Rasmont, 1984 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 13 spécimens, 7 données
● Après 1949: 305 spécimens, 125 données
Au total: 318 spécimens, 132 données



Carte 24 **Distribution de *Bombus magnus* Vogt, 1911 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

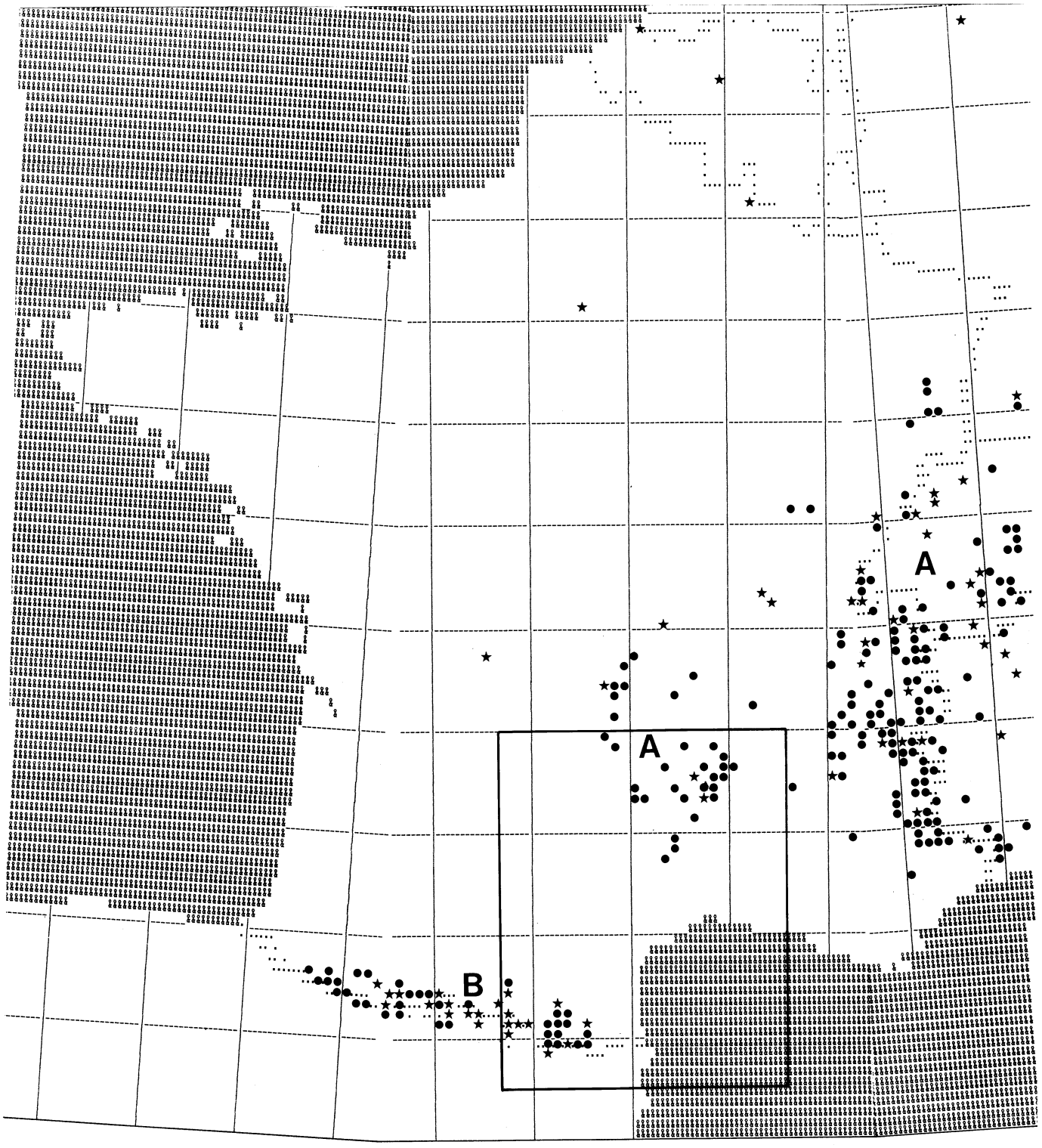
★ Avant 1950: 25 spécimens, 17 données
● Après 1949: 755 spécimens, 245 données
Au total: 780 spécimens, 262 données



Carte 25 **Distribution d'*Alpigenobombus wurfleini* (Radoszkowski, 1859) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

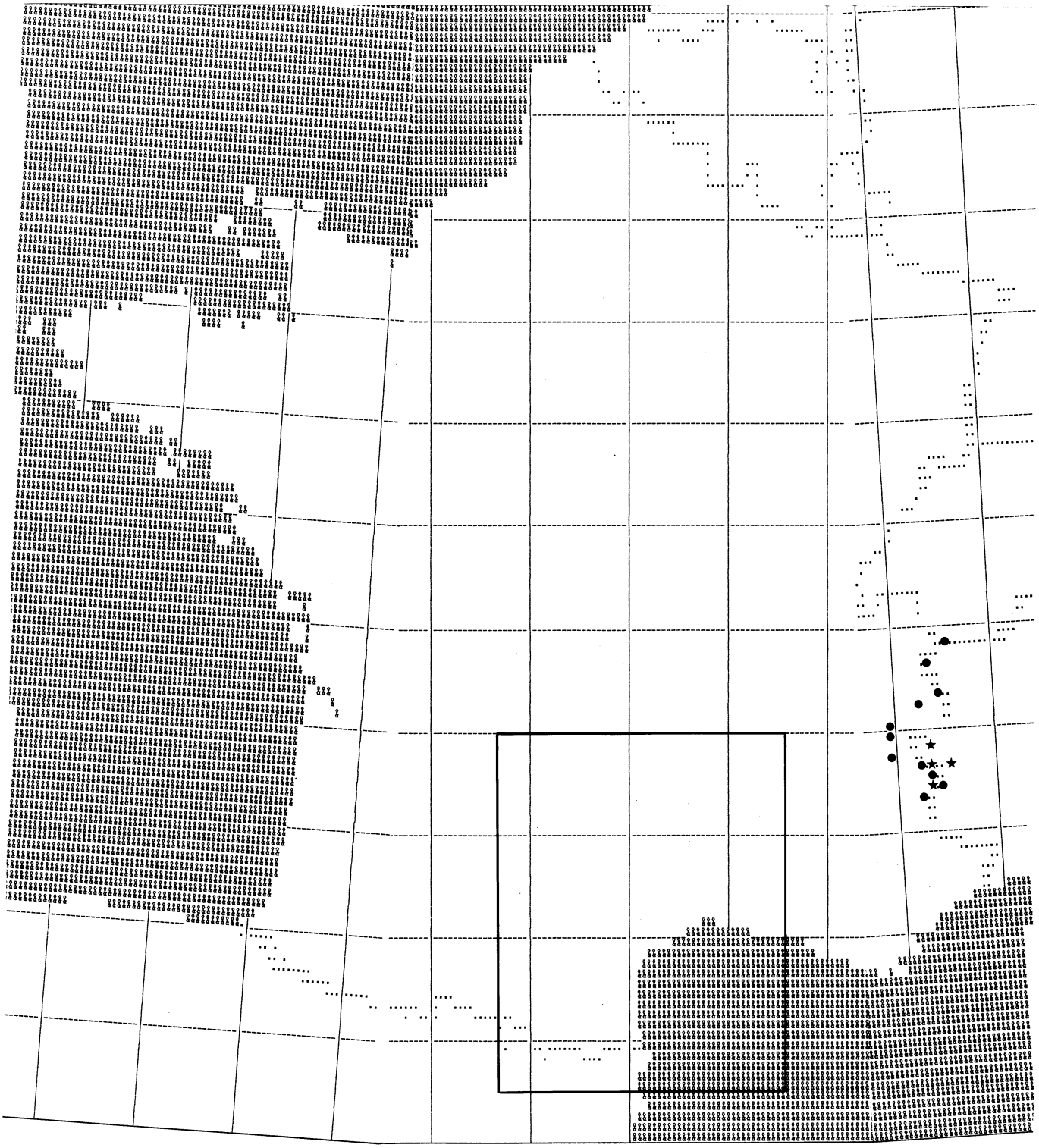
★ Avant 1950: 592 spécimens, 212 données
● Après 1949: 1874 spécimens, 623 données
Au total: 2466 spécimens, 835 données

A - ssp. *mastrucatus* (Gerstaecker, 1869)
B - ssp. *pyrenaicus* (Vogt, 1909)



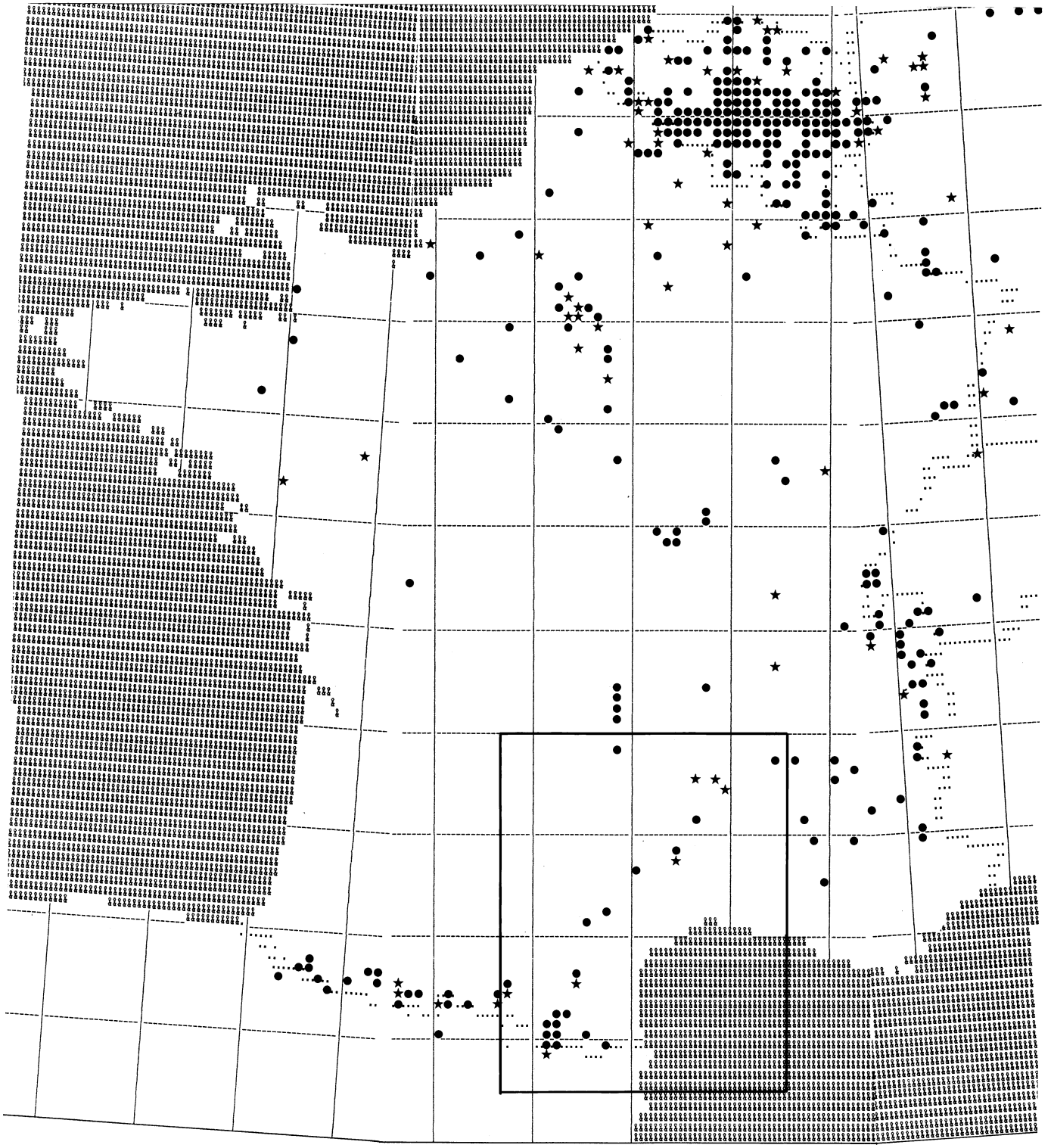
Carte 26 **Distribution d'*Alpinobombus alpinus* (L., 1758), ssp. *helleri* (Dalla Torre, 1882) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 21 spécimens, 6 données
● Après 1949: 74 spécimens, 34 données
Au total: 95 spécimens, 40 données



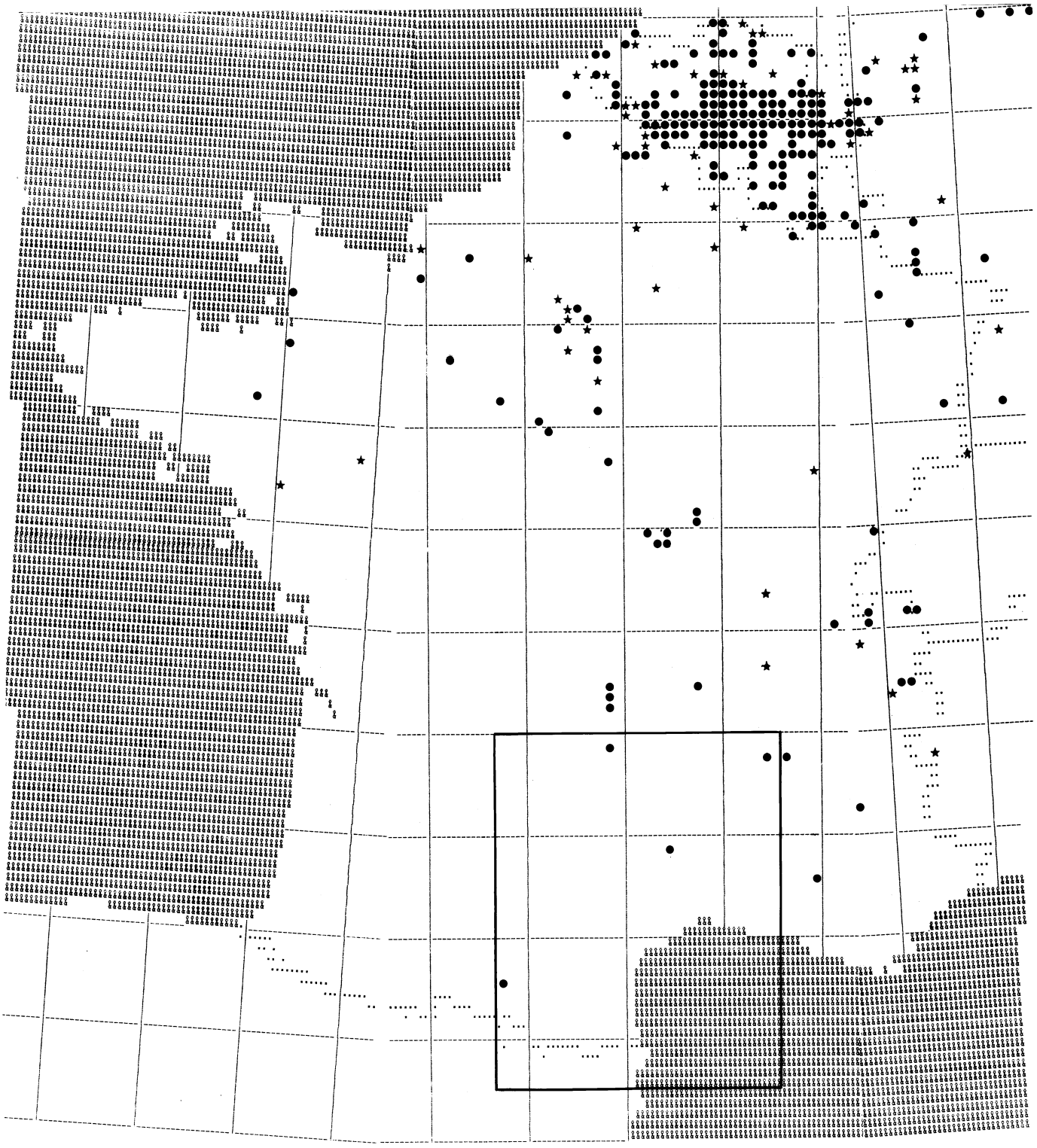
Carte 27 **Distribution de *Pyrobombus hypnorum* (L., 1758), ssp. *hypnorum* et ssp. *ericetorum* (Panzer, 1801), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1109 spécimens, 541 données
● Après 1949: 1127 spécimens, 926 données
Au total: 2235 spécimens, 1467 données



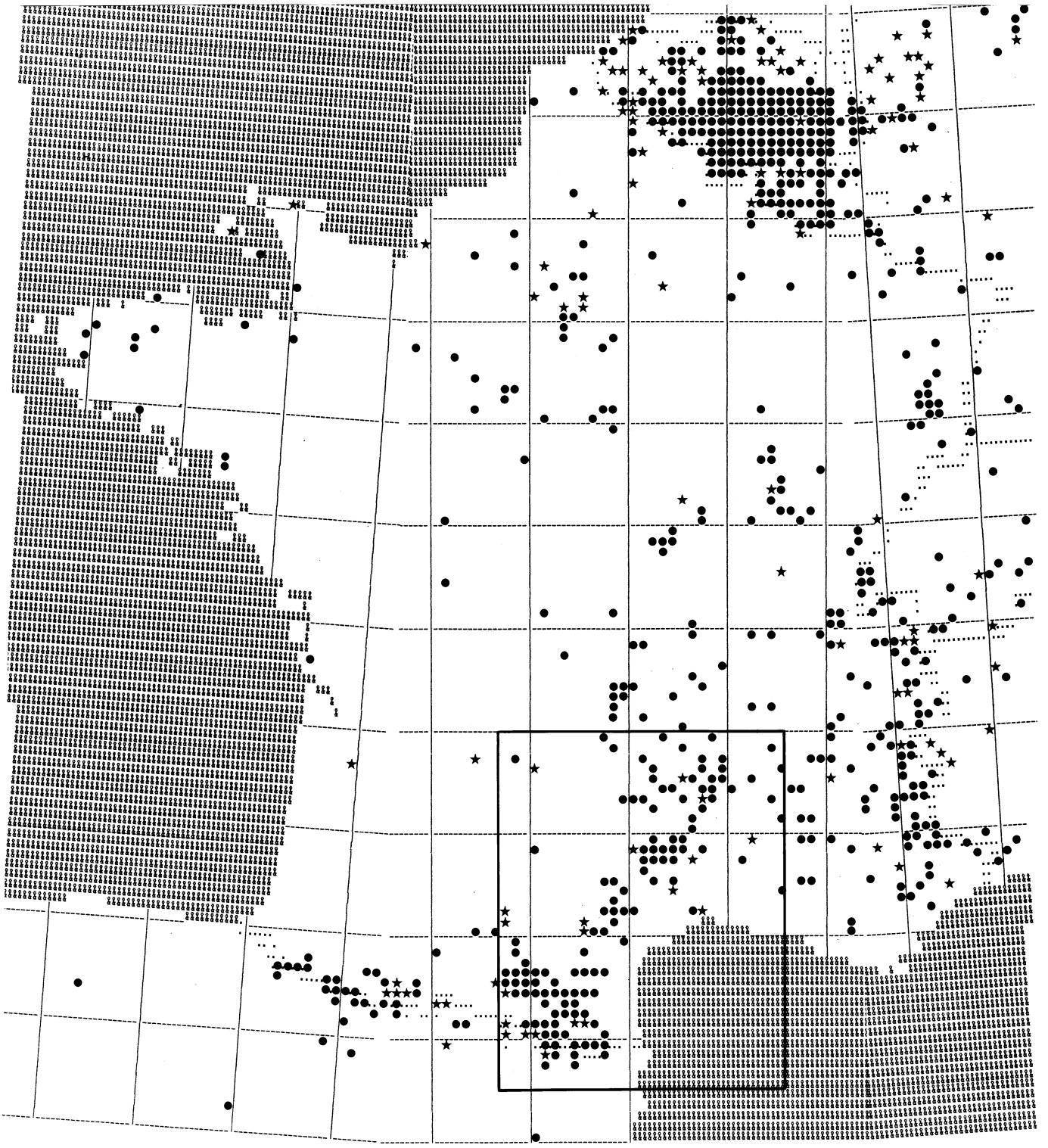
Carte 28 **Distribution de *Pyrobombus hypnorum ericetorum* (Panzer, 1801) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1061 spécimens, 512 données
● Après 1949: 918 spécimens, 783 données
Au total: 1979 spécimens, 1295 données



Carte 29 **Distribution de *Pyrobombus pratorum* (L., 1761) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

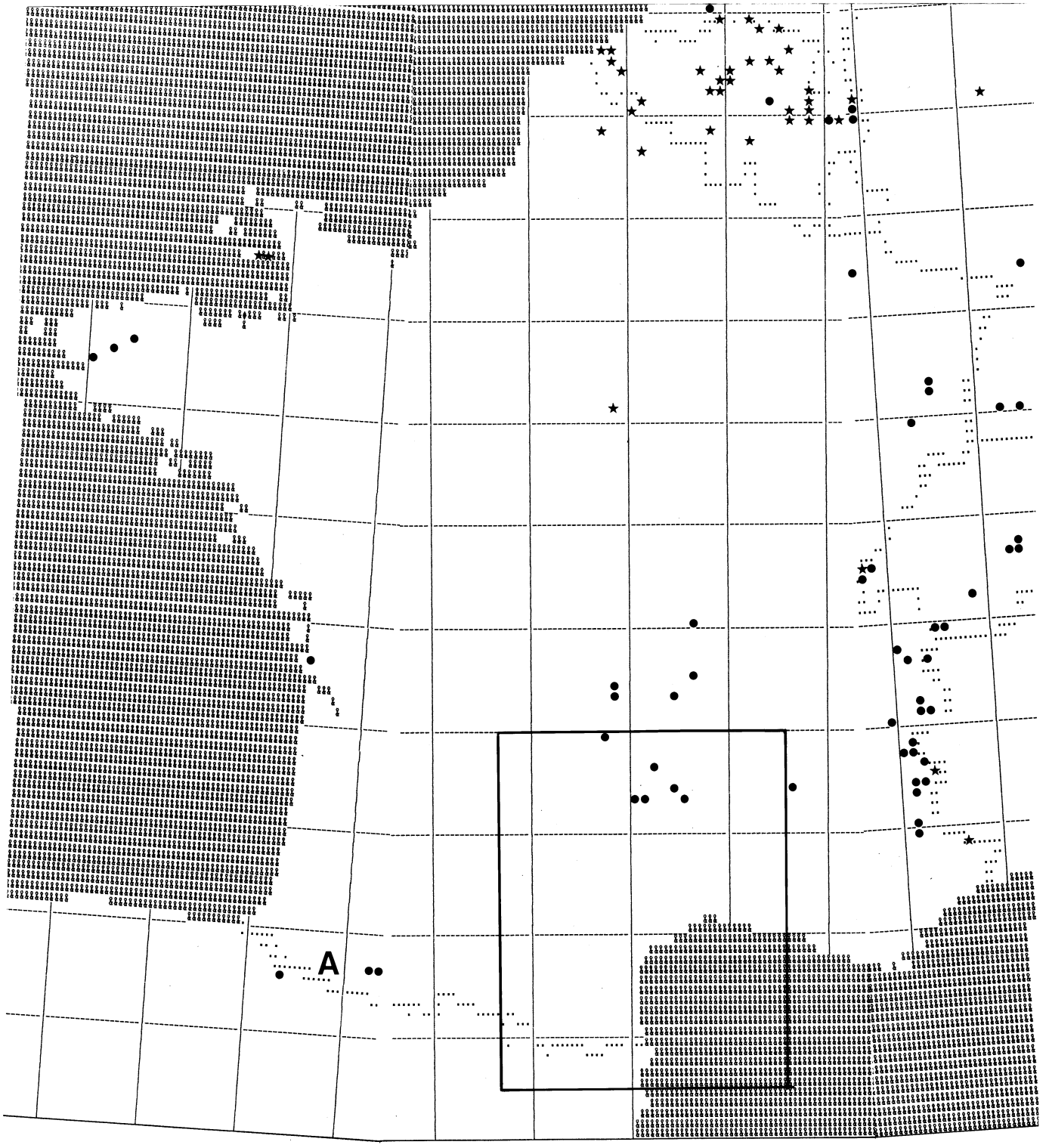
★ Avant 1950: 4750 spécimens, 1643 données
● Après 1949: 6761 spécimens, 3601 données
Au total: 11511 spécimens, 5244 données



Carte 30 **Distribution de *Pyrobombus jonellus* (Kirby, 1802), ssp. *jonellus*, ssp. *martes* (Gerstaecker, 1869) et ssp. *yarrowianus* Rasmont, 1986, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 311 spécimens, 178 données
● Après 1949: 294 spécimens, 124 données
Au total: 605 spécimens, 302 données

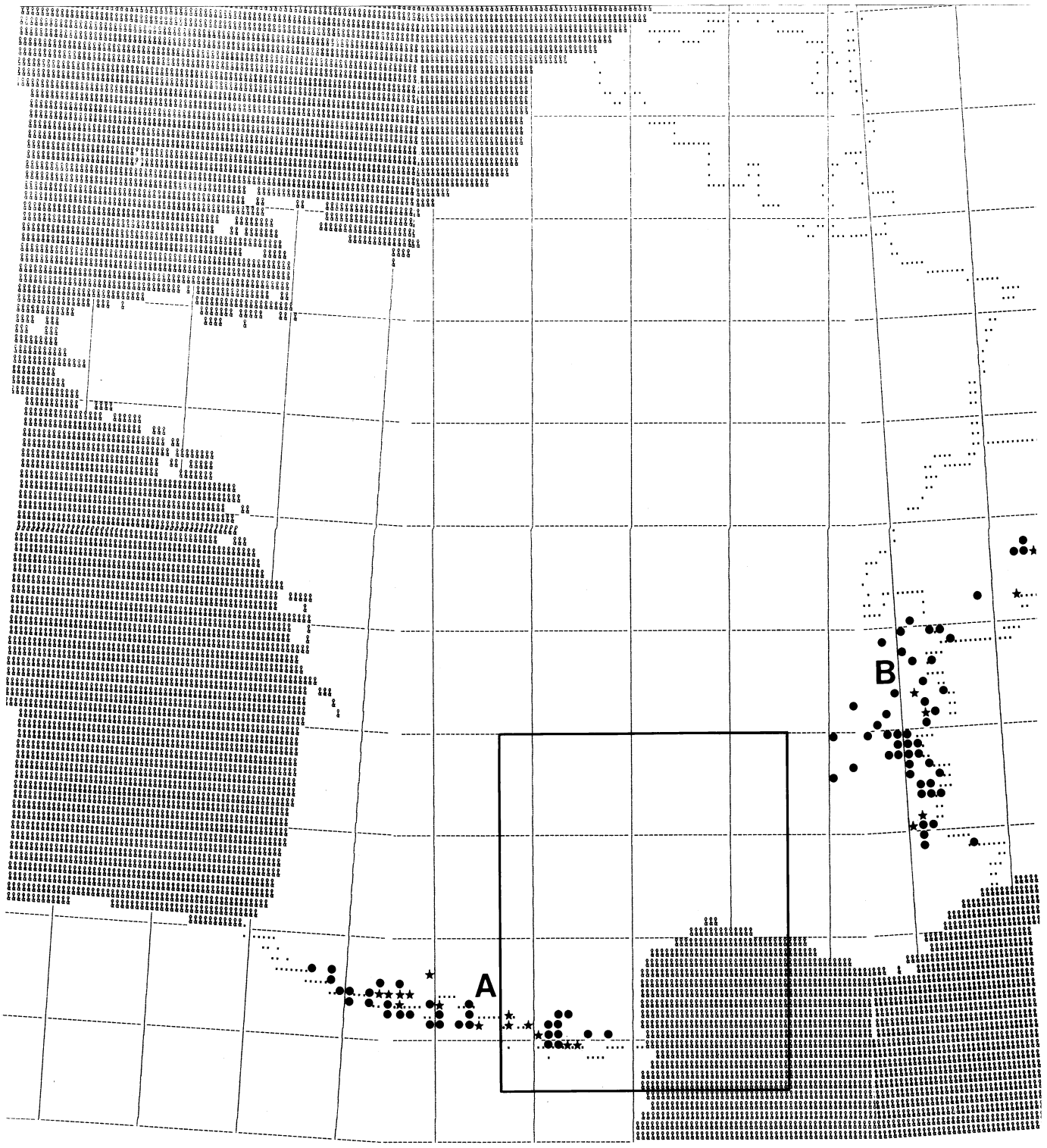
A - ssp. *yarrowianus* Rasmont, 1986



Carte 31 **Distribution de *Pyrobombus pyrenaeus* (Pérez, 1879) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

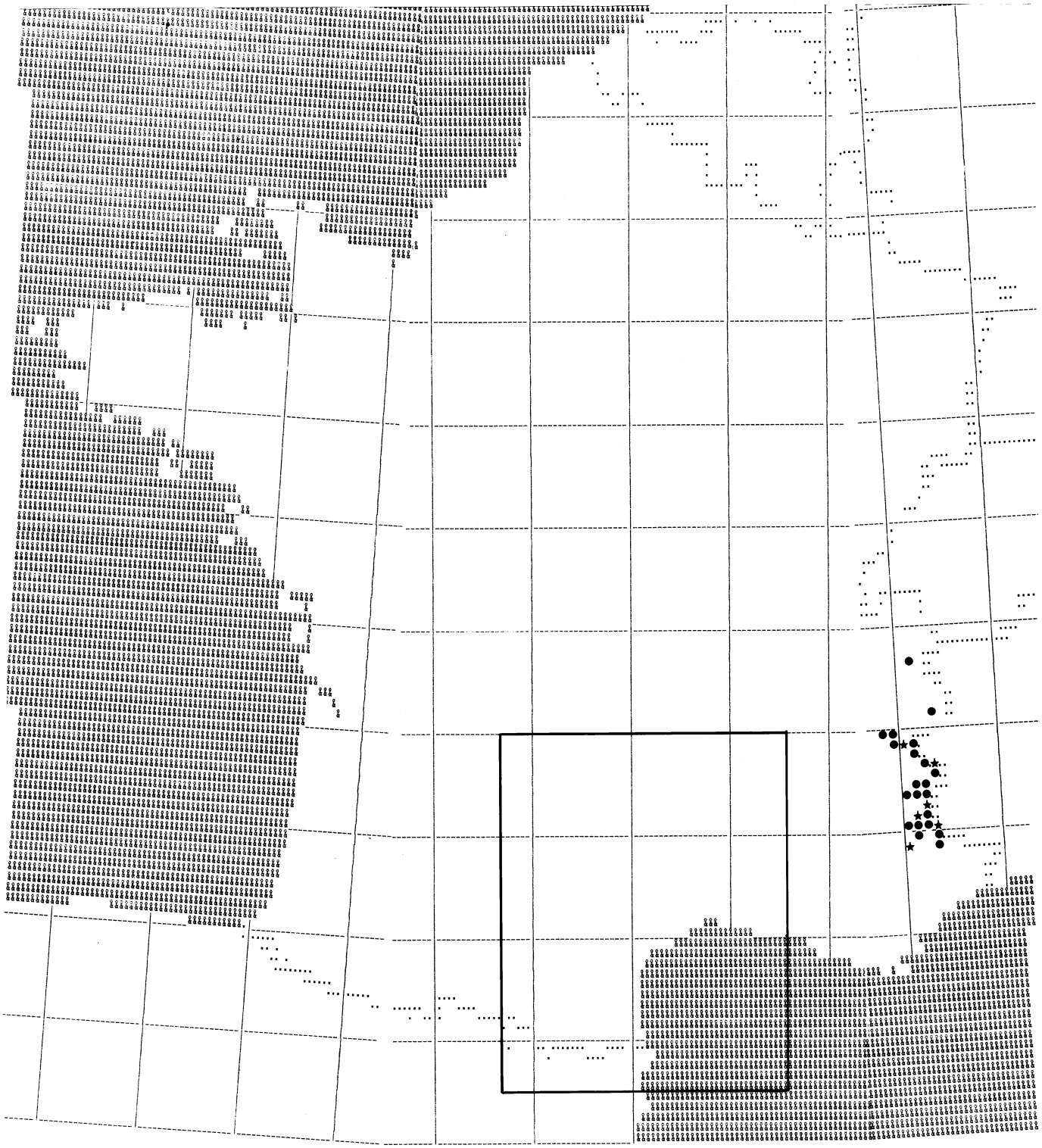
★ Avant 1950: 209 spécimens, 92 données
● Après 1949: 843 spécimens, 318 données
Au total: 1052 spécimens, 410 données

A - ssp. *pyrenaeus* (Pérez, 1879)
B - ssp. *tenuifasciatus* (Vogt, 1909)



Carte 32 **Distribution de *Pyrobombus brodmannicus* (Vogt, 1909), ssp. *delmasi* Tkalcû, 1974, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

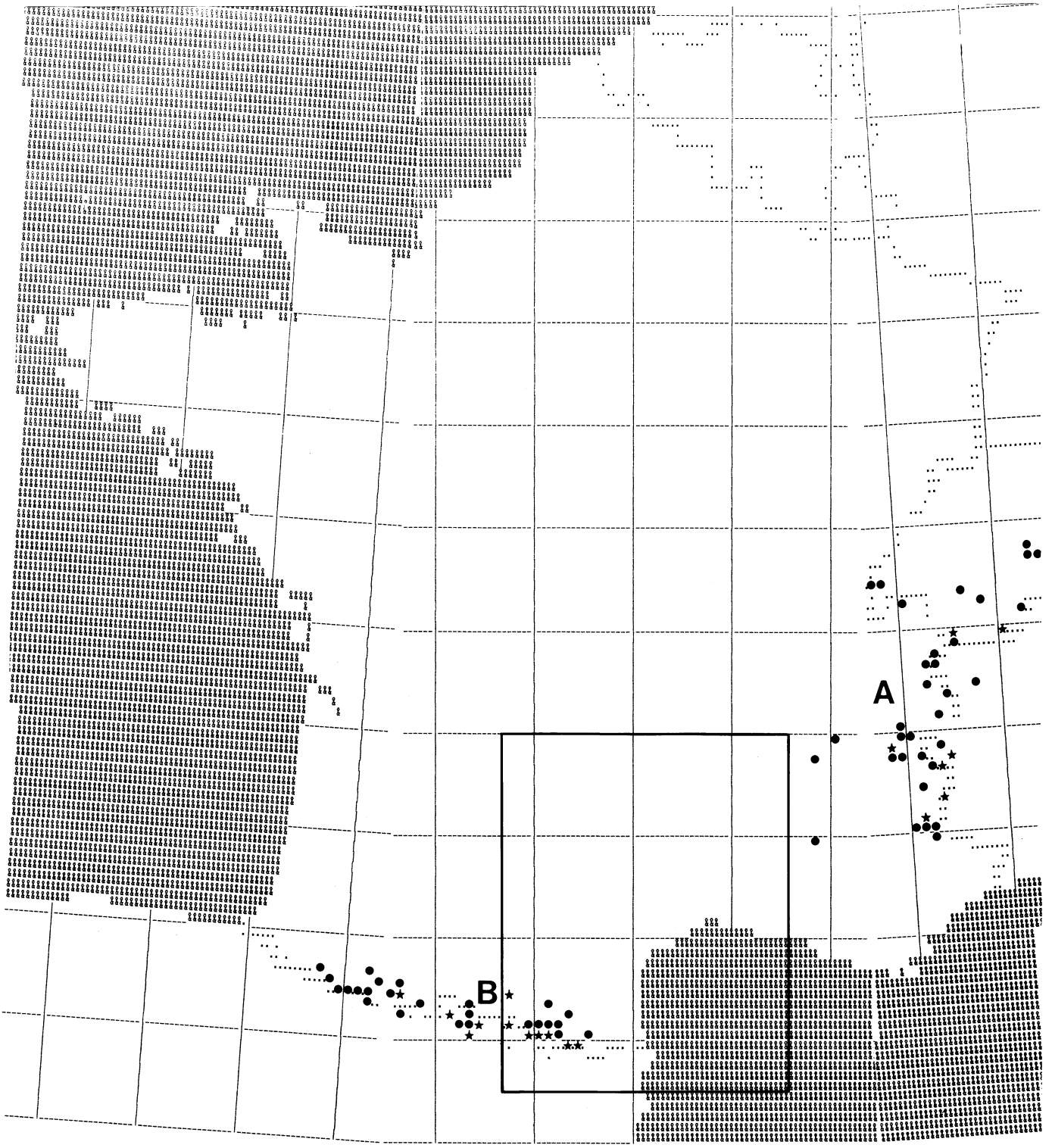
★ Avant 1950: 33 spécimens, 24 données
● Après 1949: 279 spécimens, 127 données
Au total: 312 spécimens, 151 données



Carte 33 **Distribution de *Pyrobombus monticola* (Smith, 1849) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

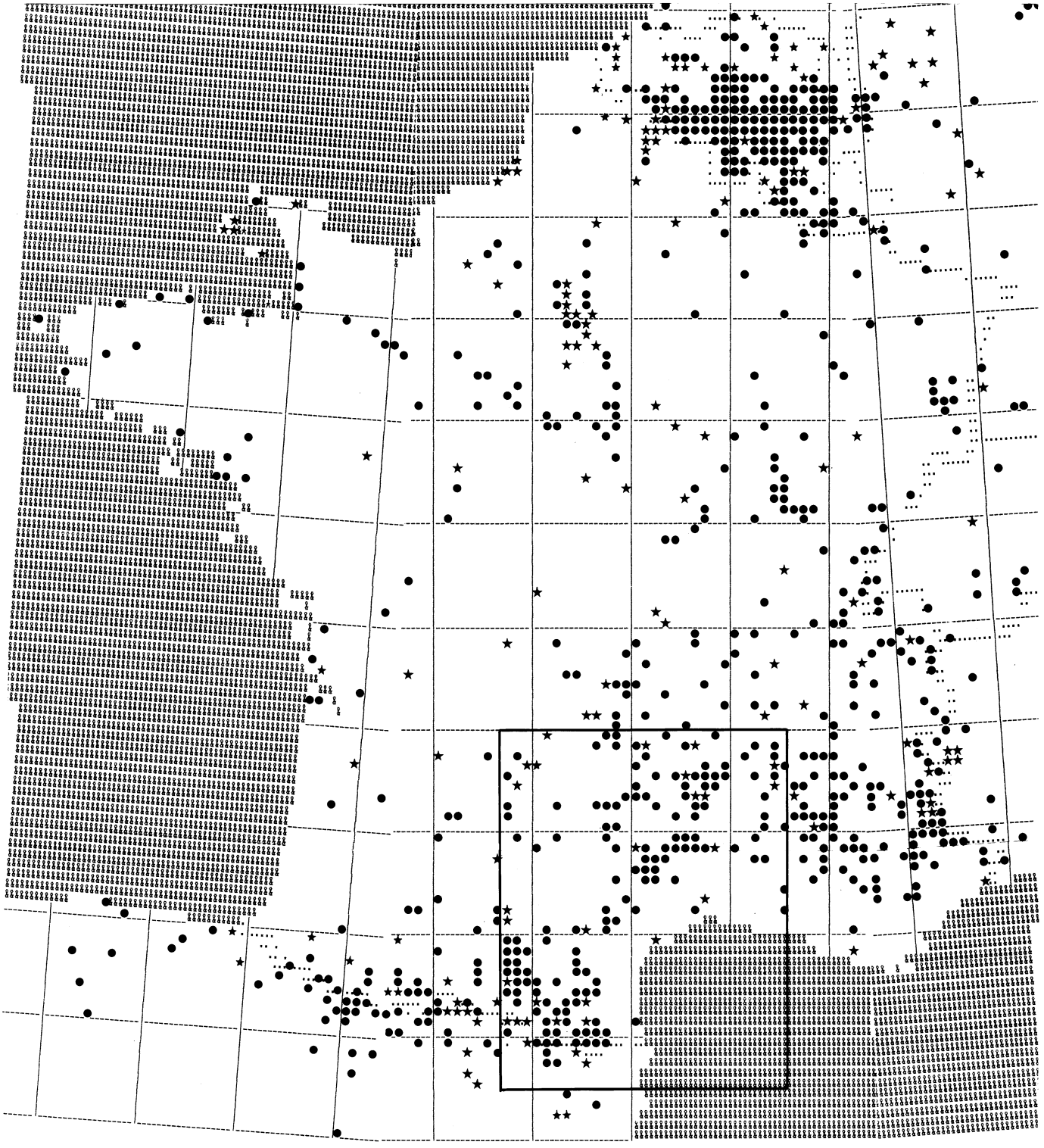
★ Avant 1950: 95 spécimens, 32 données
● Après 1949: 402 spécimens, 145 données
Au total: 497 spécimens, 177 données

A - ssp. *hypsophilus* (Skorikov, 1912)
B - ssp. *rondoui* (Vogt, 1909)



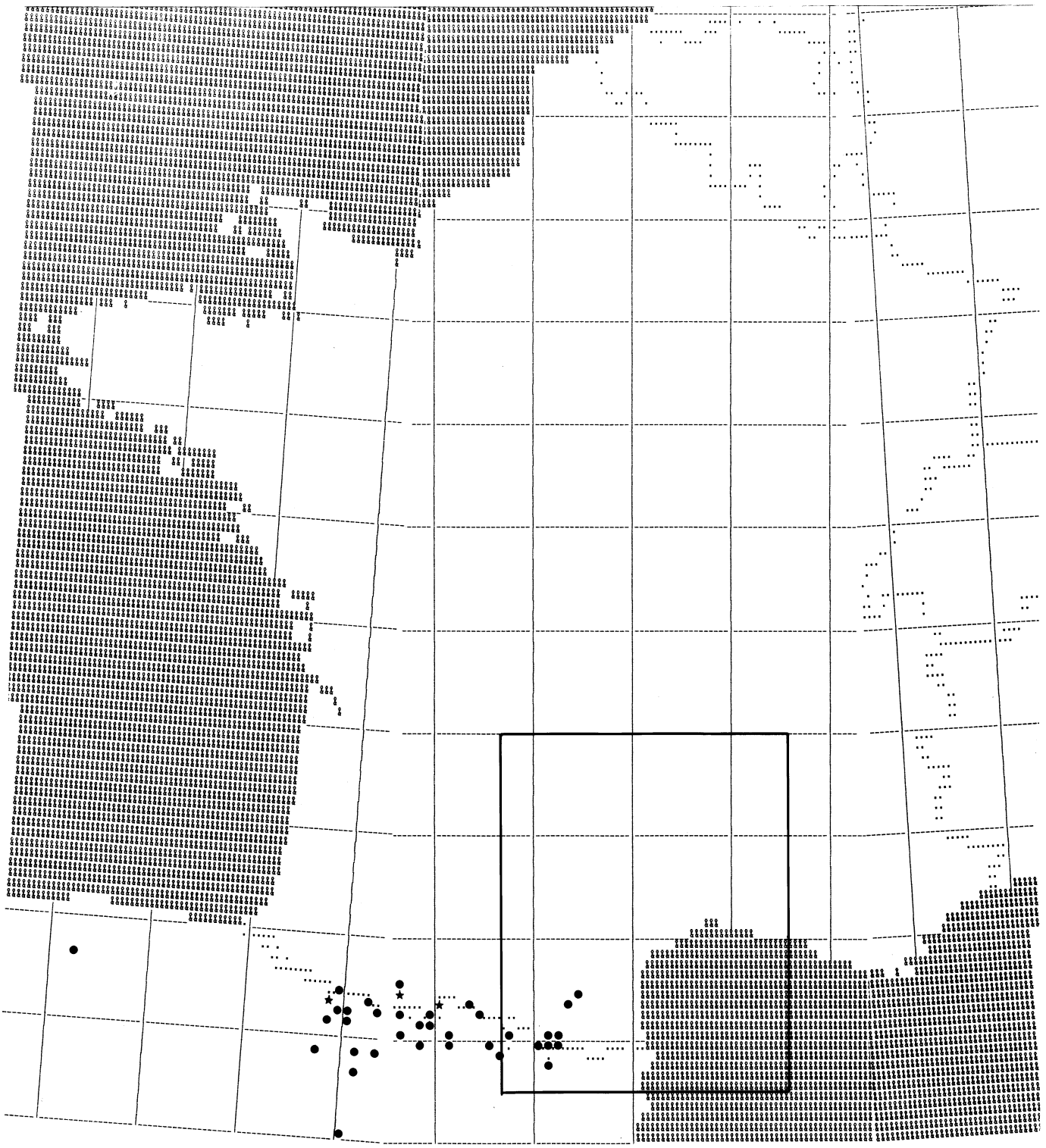
Carte 34 **Distribution de *Pyrobombus lapidarius* (L., 1761), ssp. *lapidarius* et ssp. *decipiens* (Pérez, 1879) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 4462 spécimens, 1132 données
● Après 1949: 5488 spécimens, 2001 données
Au total: 9950 spécimens, 3133 données



Carte 35 **Distribution de *Pyrobombus lapidarius decipiens* (Pérez, 1879) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

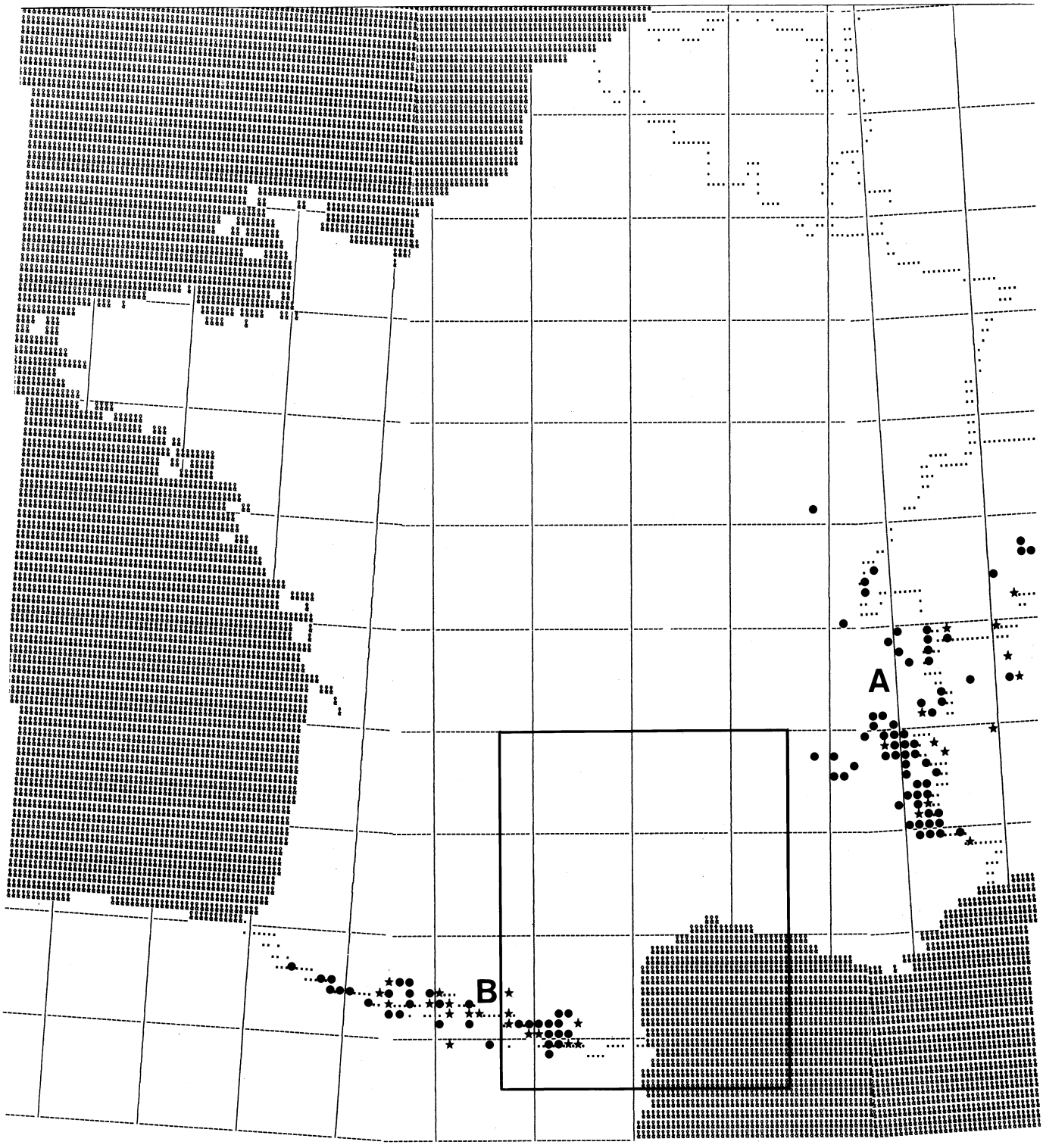
★ Avant 1950: 14 spécimens, 8 données
● Après 1949: 178 spécimens, 68 données
Au total: 192 spécimens, 76 données



Carte 36 **Distribution de *Pyrobombus sicheli* (Radoszkowski, 1859), ssp. *alticola* (Kriechbaumer, 1873) et ssp. *flavissimus* (Tkalců, 1974), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

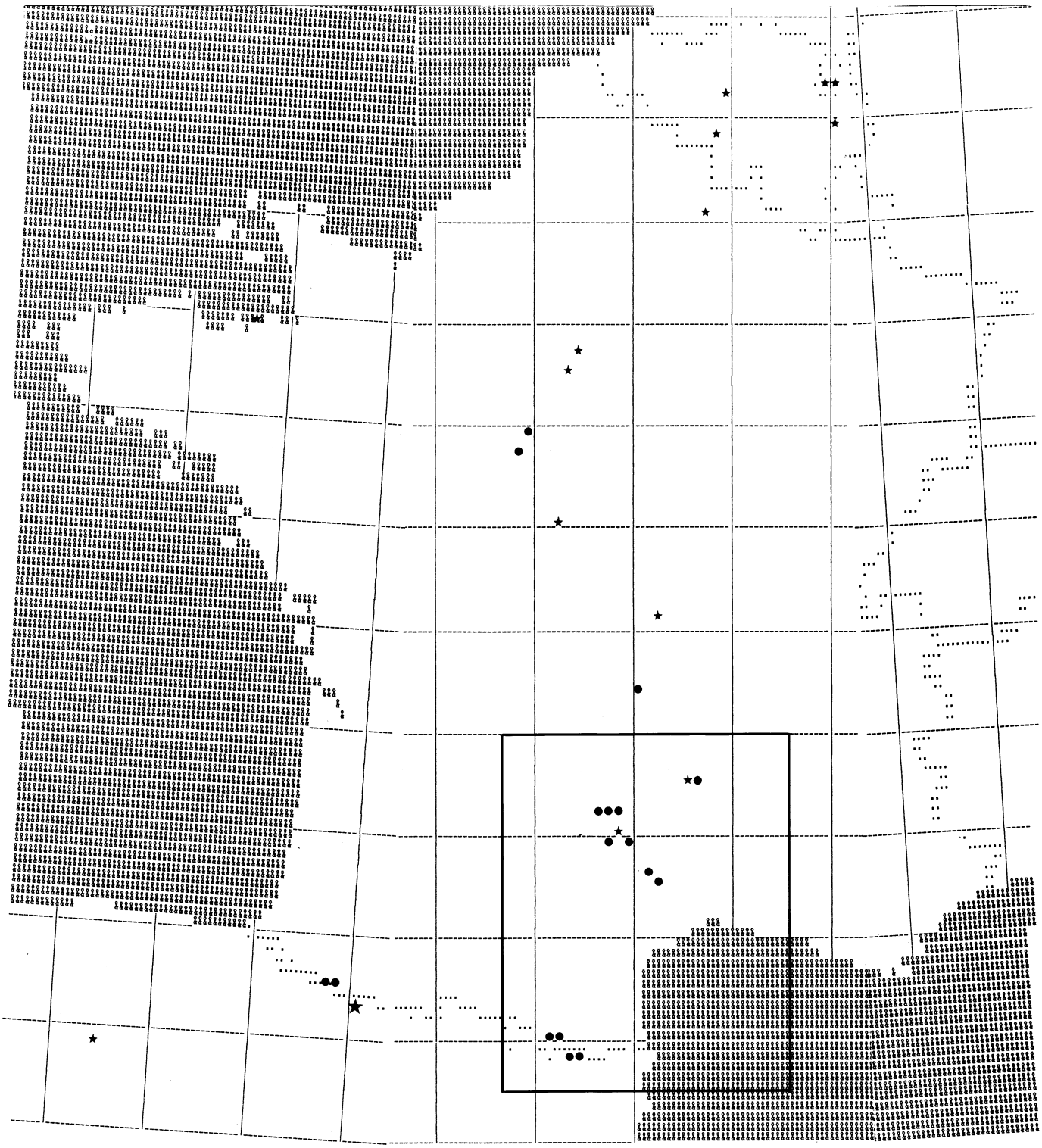
★ Avant 1950: 325 spécimens, 120 données
● Après 1949: 1334 spécimens, 414 données
Au total: 1659 spécimens, 534 données

A - ssp. *alticola* (Kriechbaumer, 1873)
B - ssp. *flavissimus* (Tkalců, 1974)



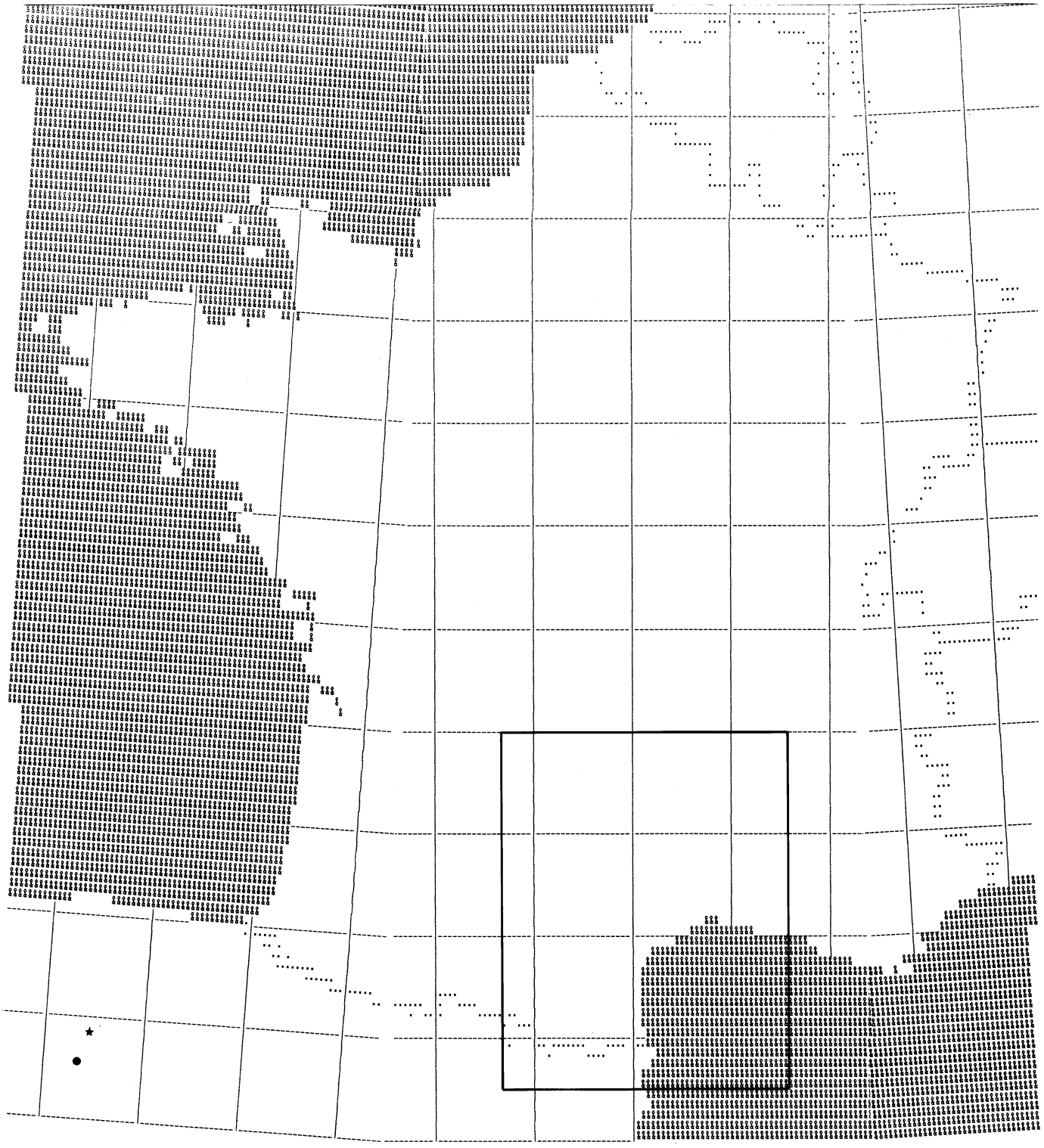
Carte 37 **Distribution de *Pyrobombus cullumanus* (Kirby, 1802) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 48 spécimens, 30 données
● Après 1949: 75 spécimens, 50 données
Au total: 123 spécimens, 80 données



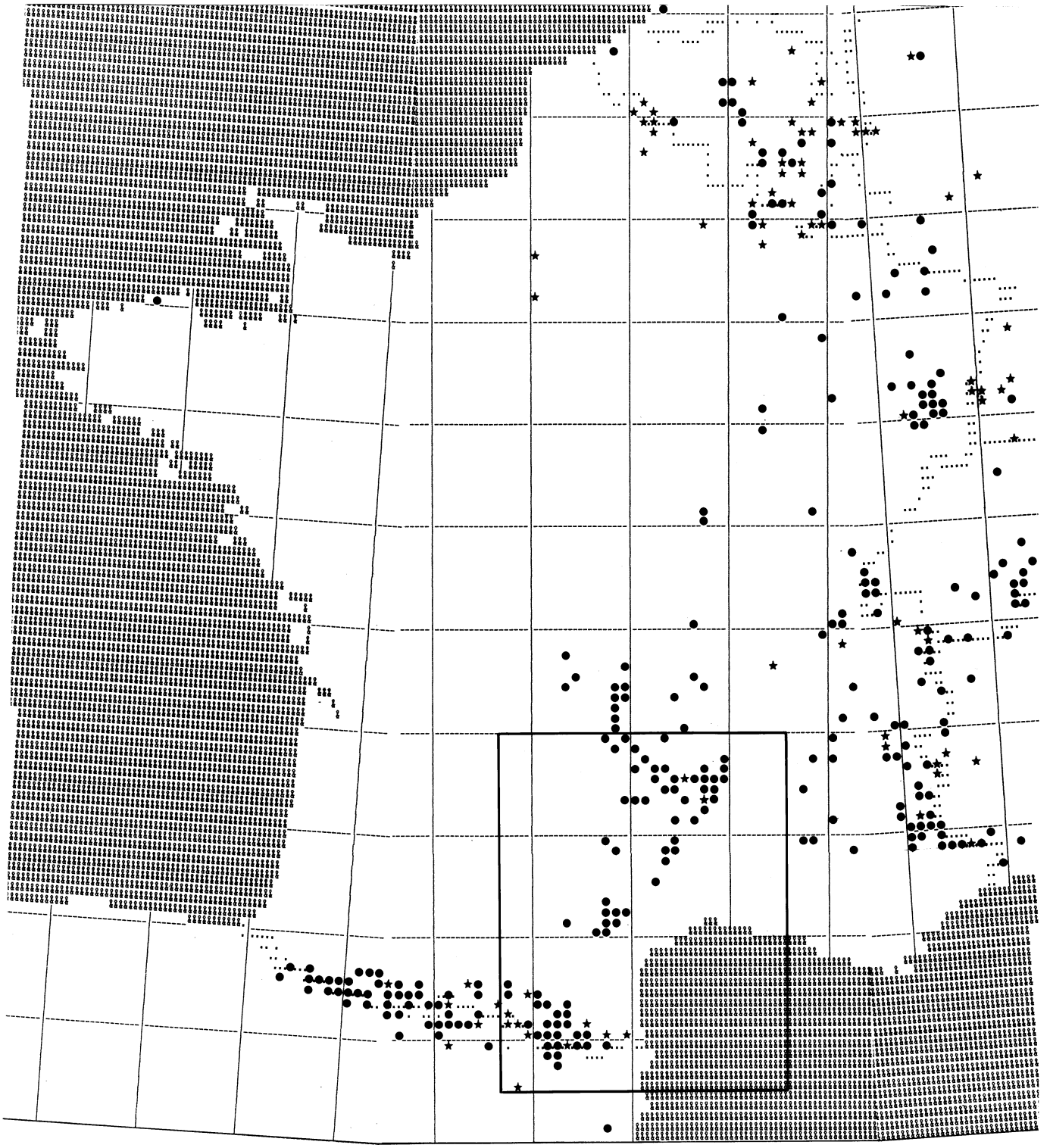
Carte 38 **Distribution de *Pyrobombus serrisquama* (Morawitz, 1888) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1 spécimens, 1 données
● Après 1949: 1 spécimens, 1 données
Au total: 2 spécimens, 2 données



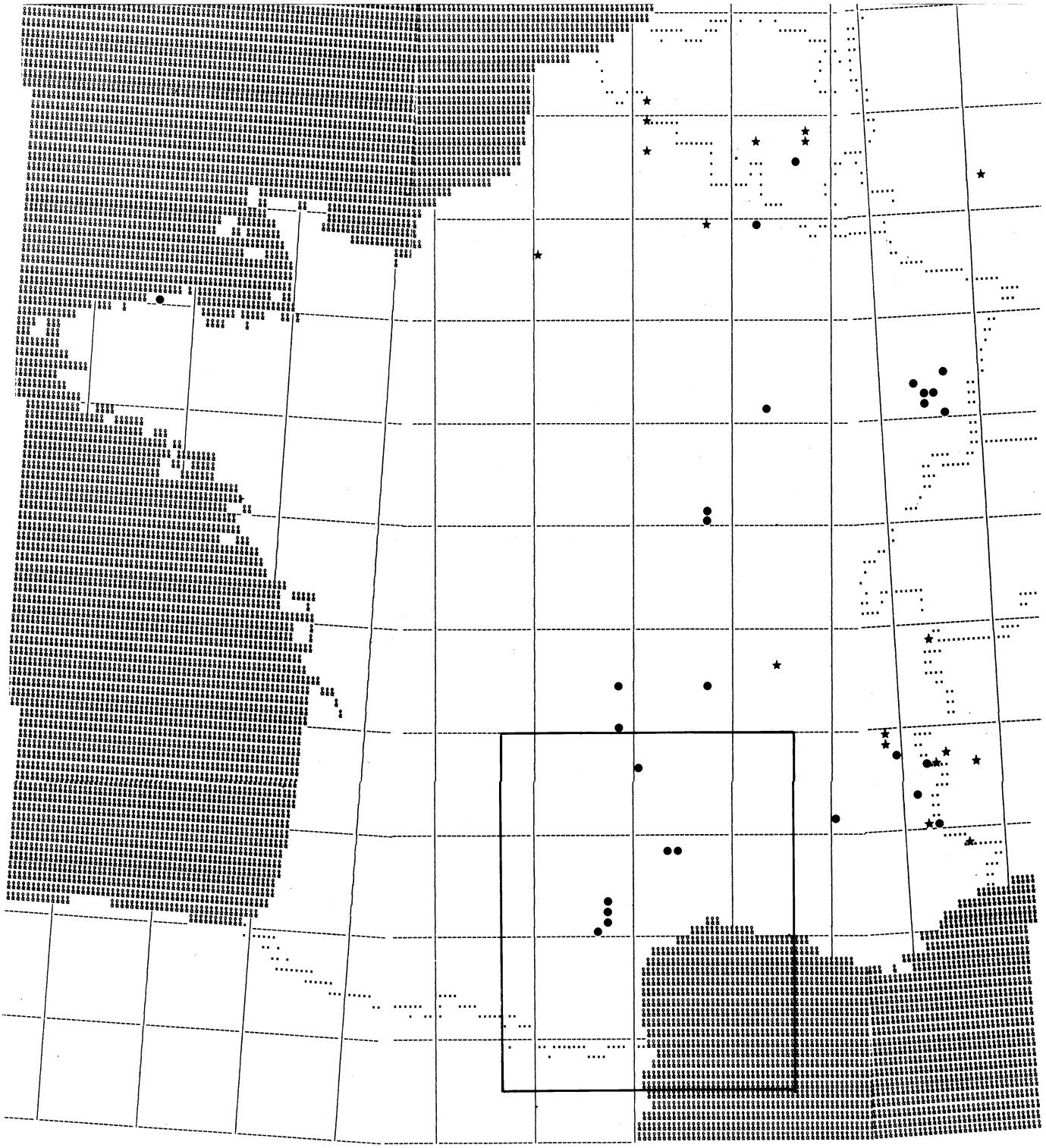
Carte 39 **Distribution de *Pyrobombus soroeensis* (Fabricius, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 877 spécimens, 372 données
● Après 1949: 2212 spécimens, 763 données
Au total: 3089 spécimens, 1135 données



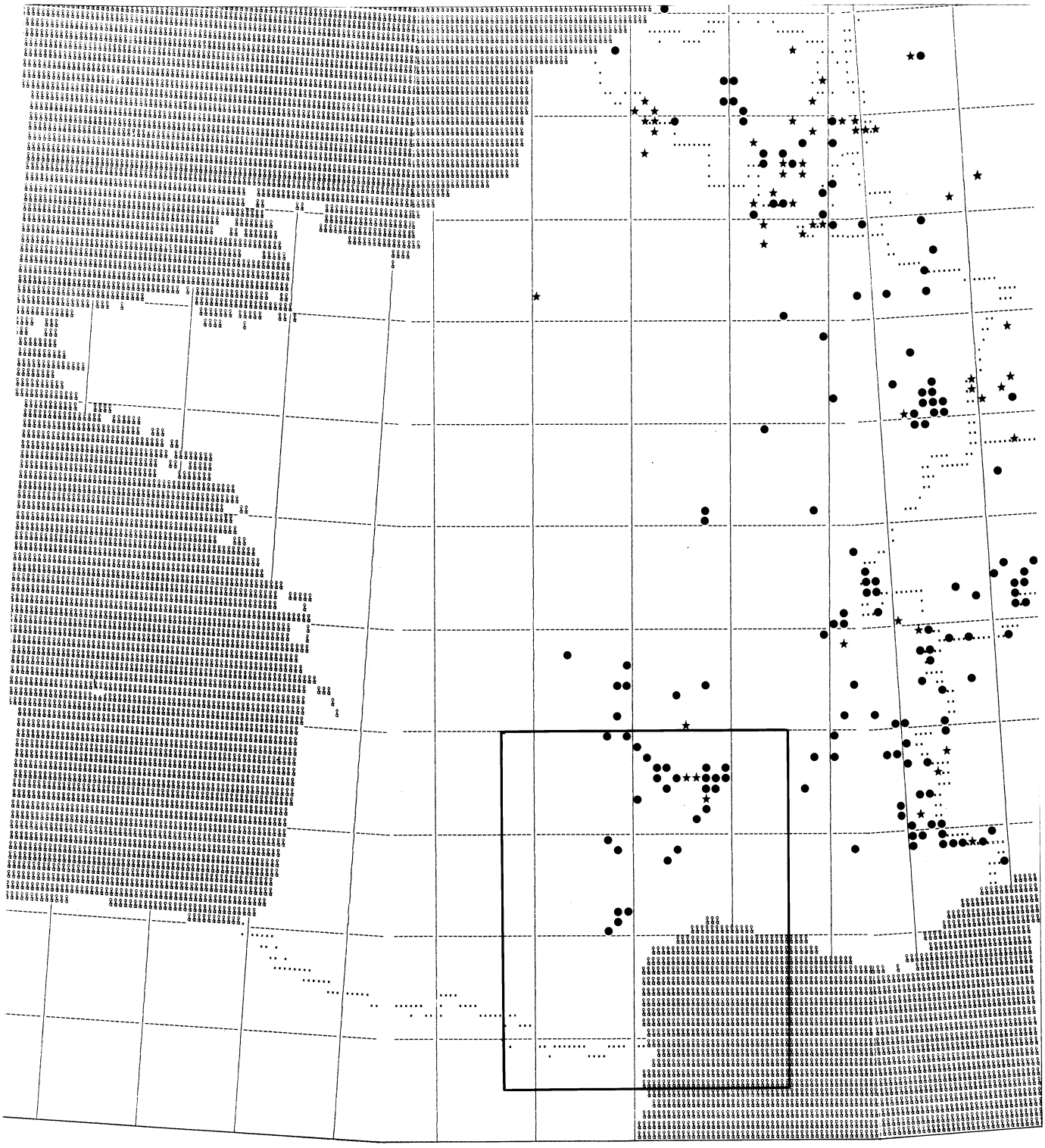
Carte 40 **Distribution de *Pyrobombus soroeensis soroeensis* (Fabricius, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 23 spécimens, 22 données
● Après 1949: 111 spécimens, 45 données
Au total: 134 spécimens, 67 données



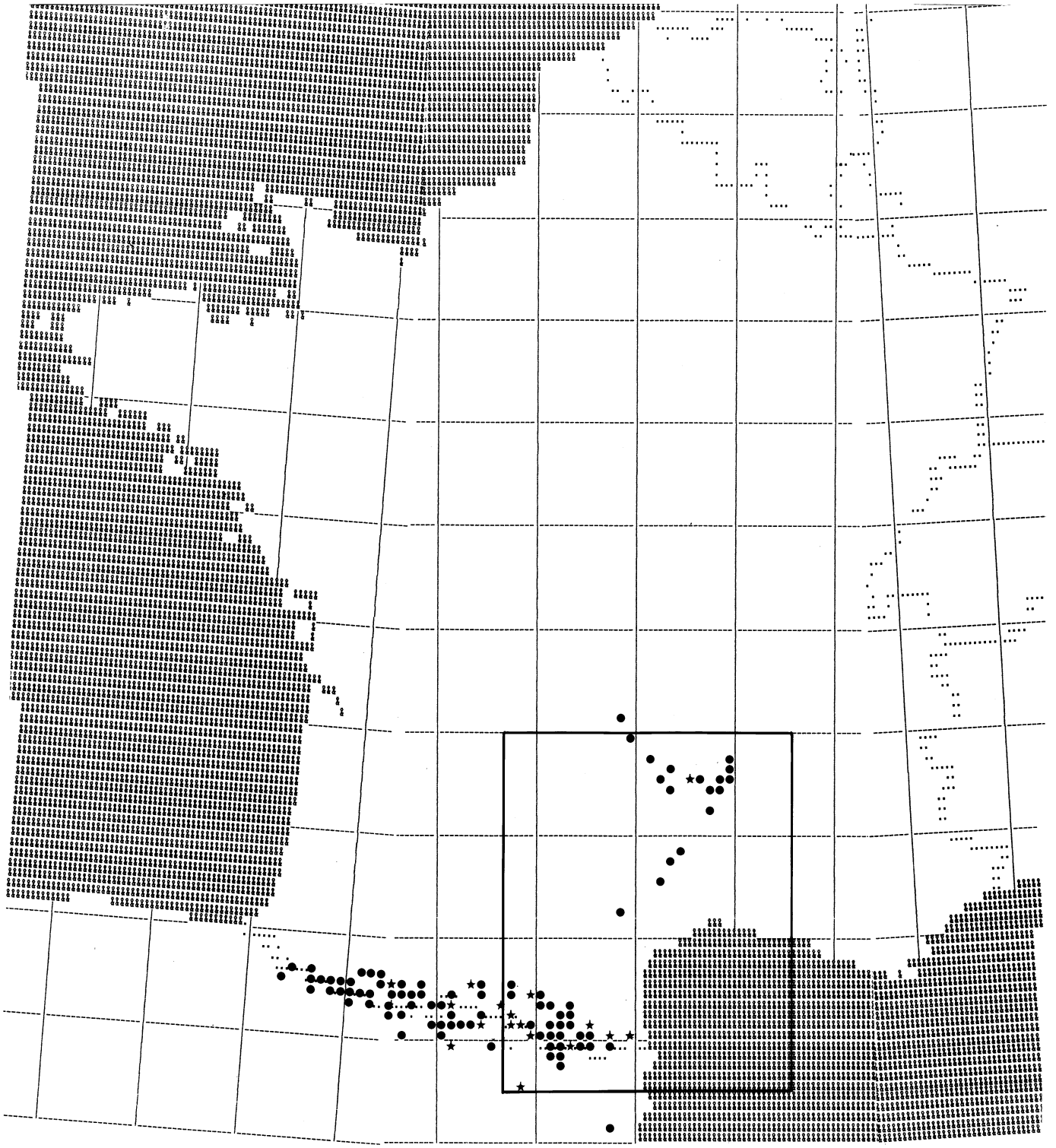
Carte 41 **Distribution de *Pyrobombus soroeensis proteus* (Gerstaecker, 1869) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 625 spécimens, 263 données
● Après 1949: 799 spécimens, 302 données
Au total: 1424 spécimens, 565 données



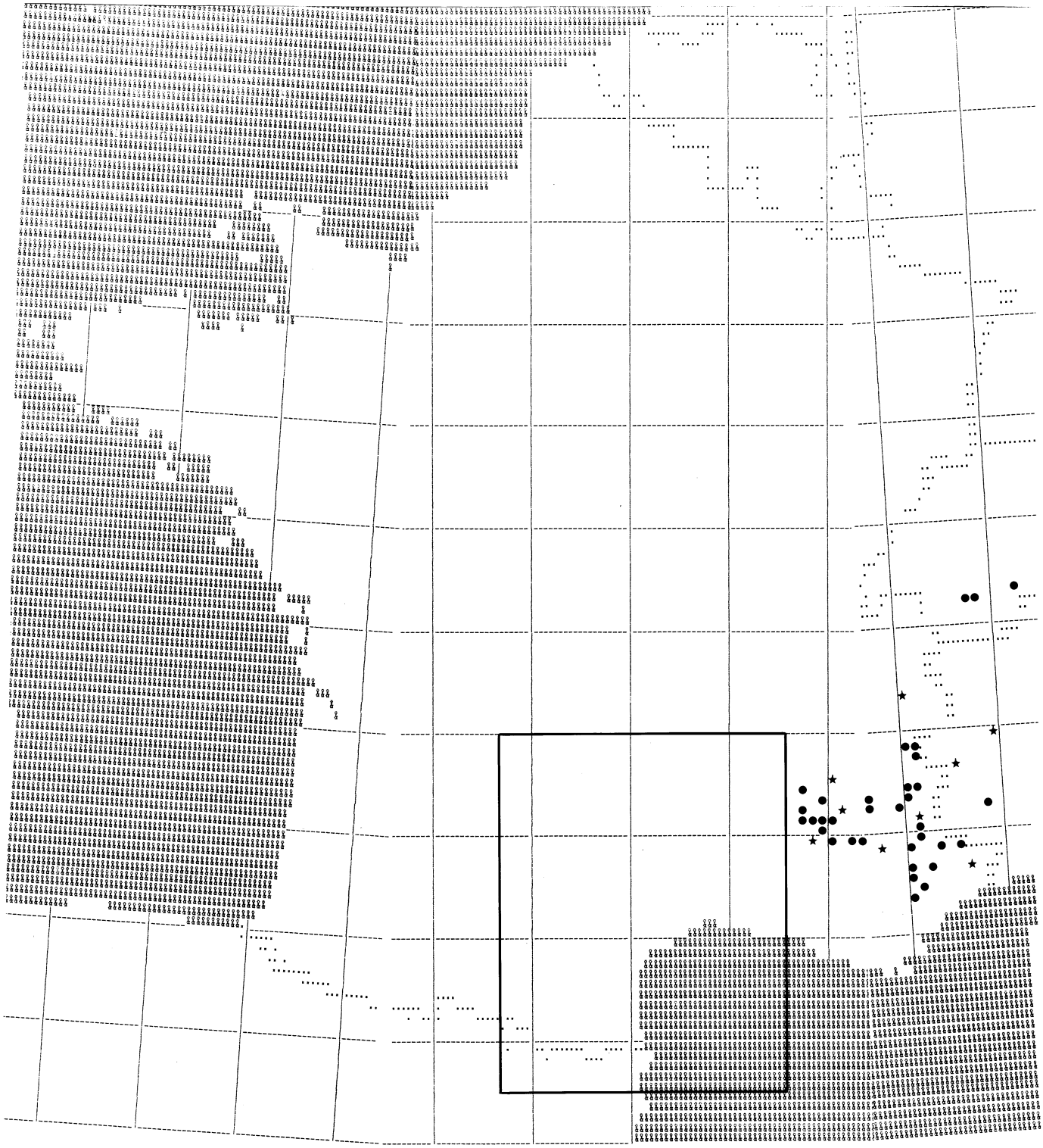
Carte 42 **Distribution de *Pyrobombus soroeensis lectitatus* (Kruseman, 1958) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 209 spécimens, 81 données
● Après 1949: 909 spécimens, 339 données
Au total: 1118 spécimens, 420 données



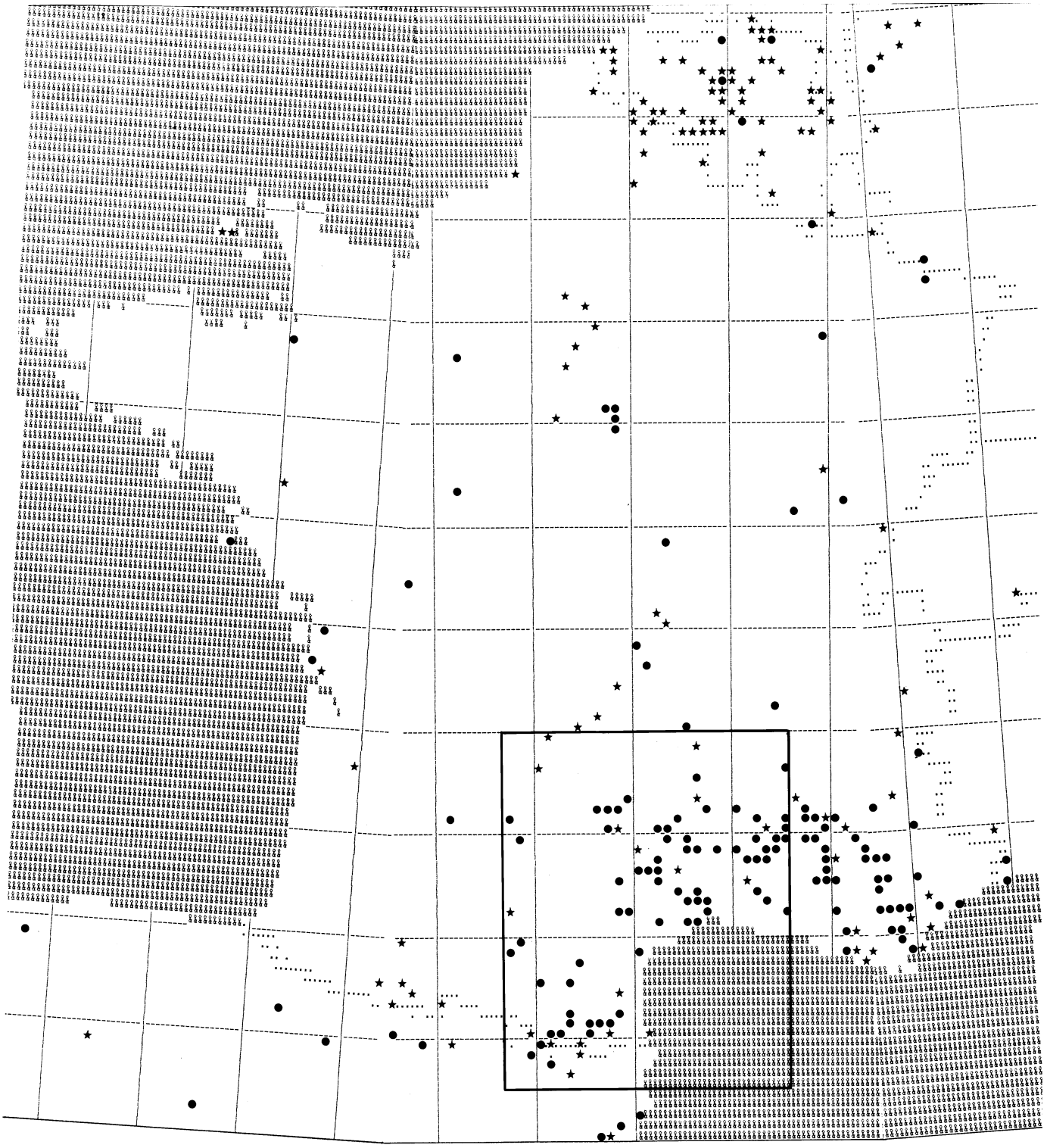
Carte 43 **Distribution de *Megabombus argillaceus* (Scopoli, 1763) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 51 spécimens, 20 données
● Après 1949: 309 spécimens, 63 données
Au total: 360 spécimens, 83 données



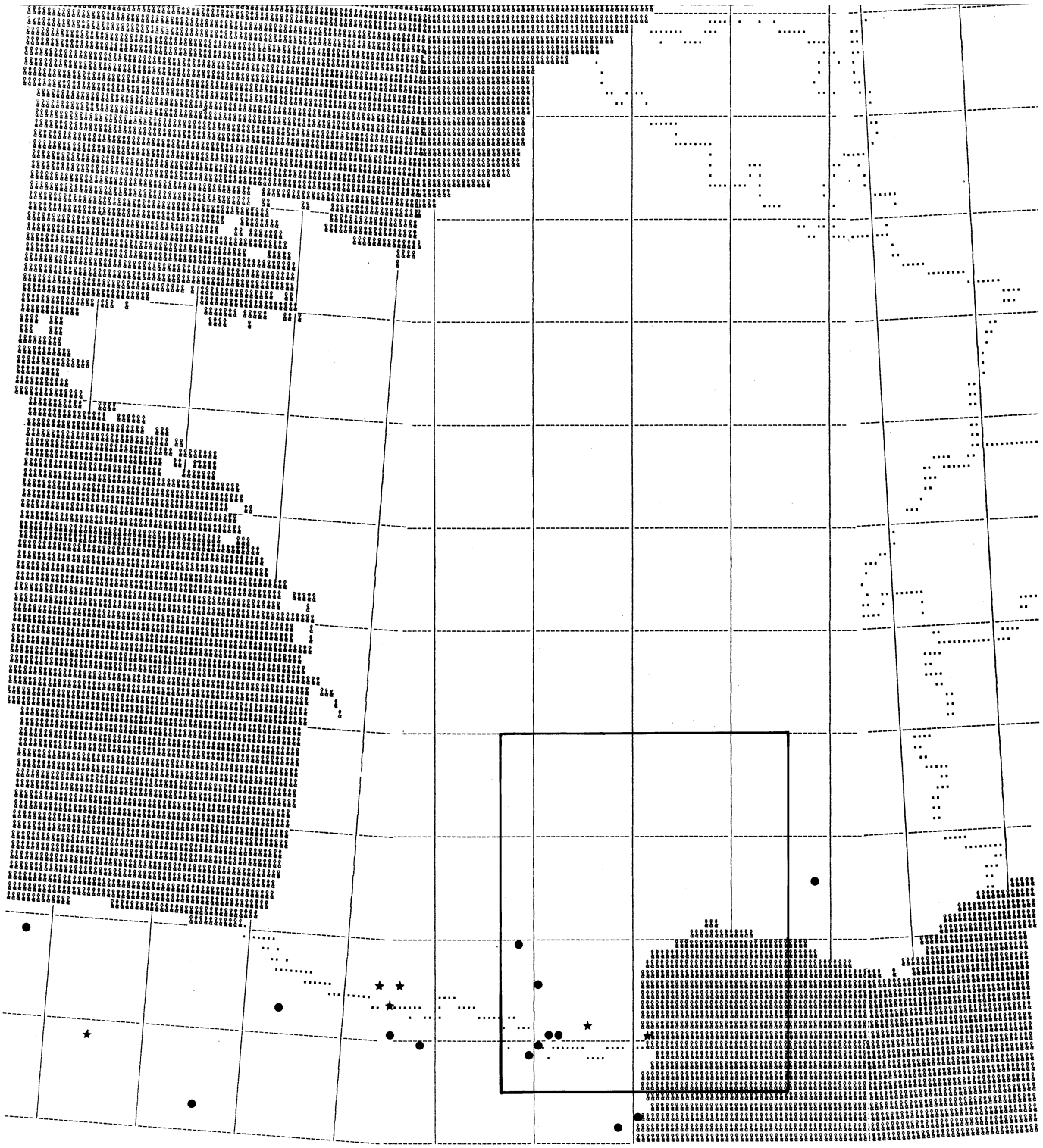
Carte 44 **Distribution de *Megabombus ruderatus* (Fabricius, 1775), ssp. *ruderatus* et ssp. *eurynotus* (Dalla Torre, 1882), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1715 spécimens, 445 données
● Après 1949: 805 spécimens, 308 données
Au total: 2520 spécimens, 753 données



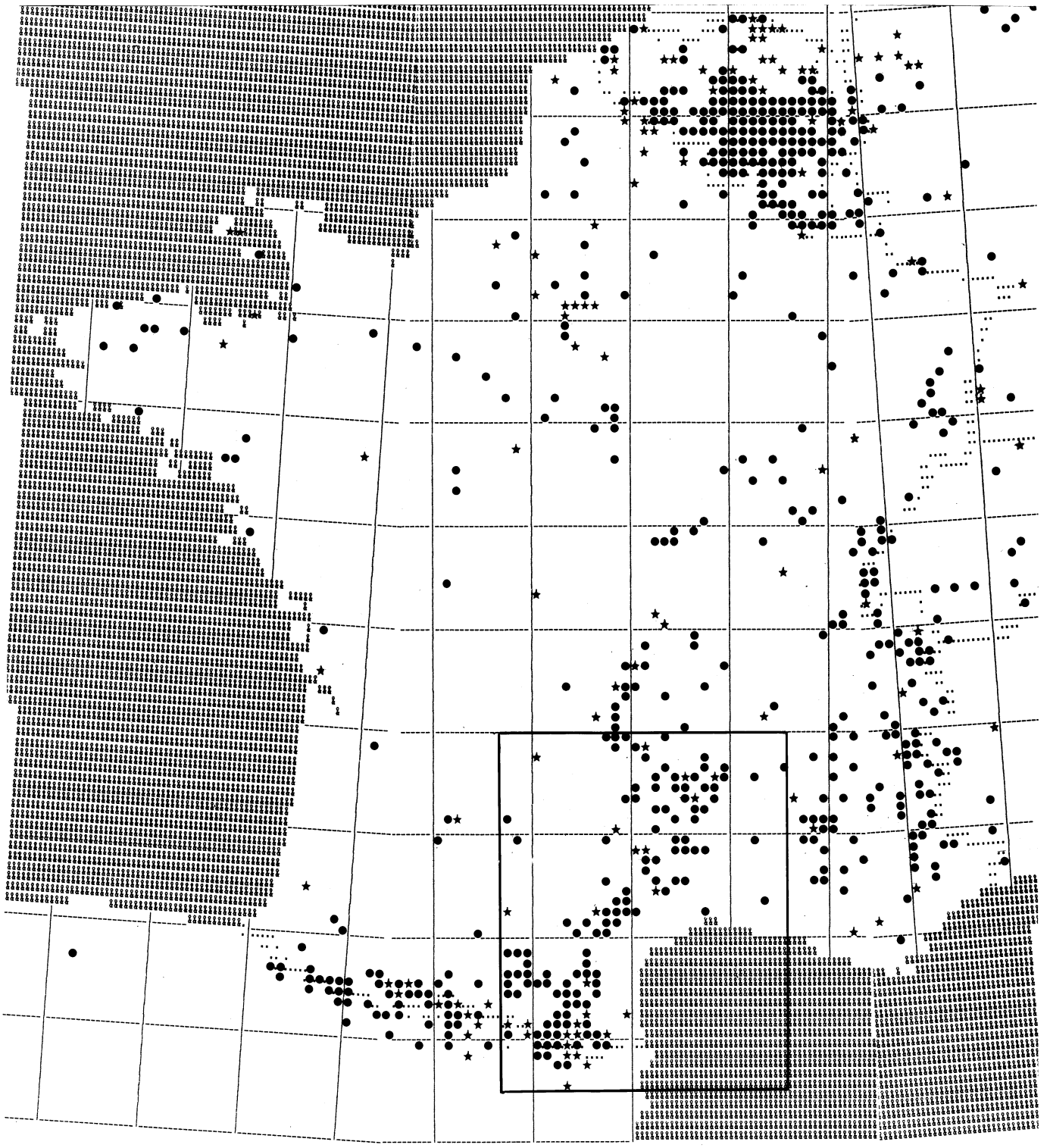
Carte 45 **Distribution de *Megabombus ruderatus ruderatus* (Fabricius, 1775) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 11 spécimens, 8 données
● Après 1949: 29 spécimens, 21 données
Au total: 40 spécimens, 29 données



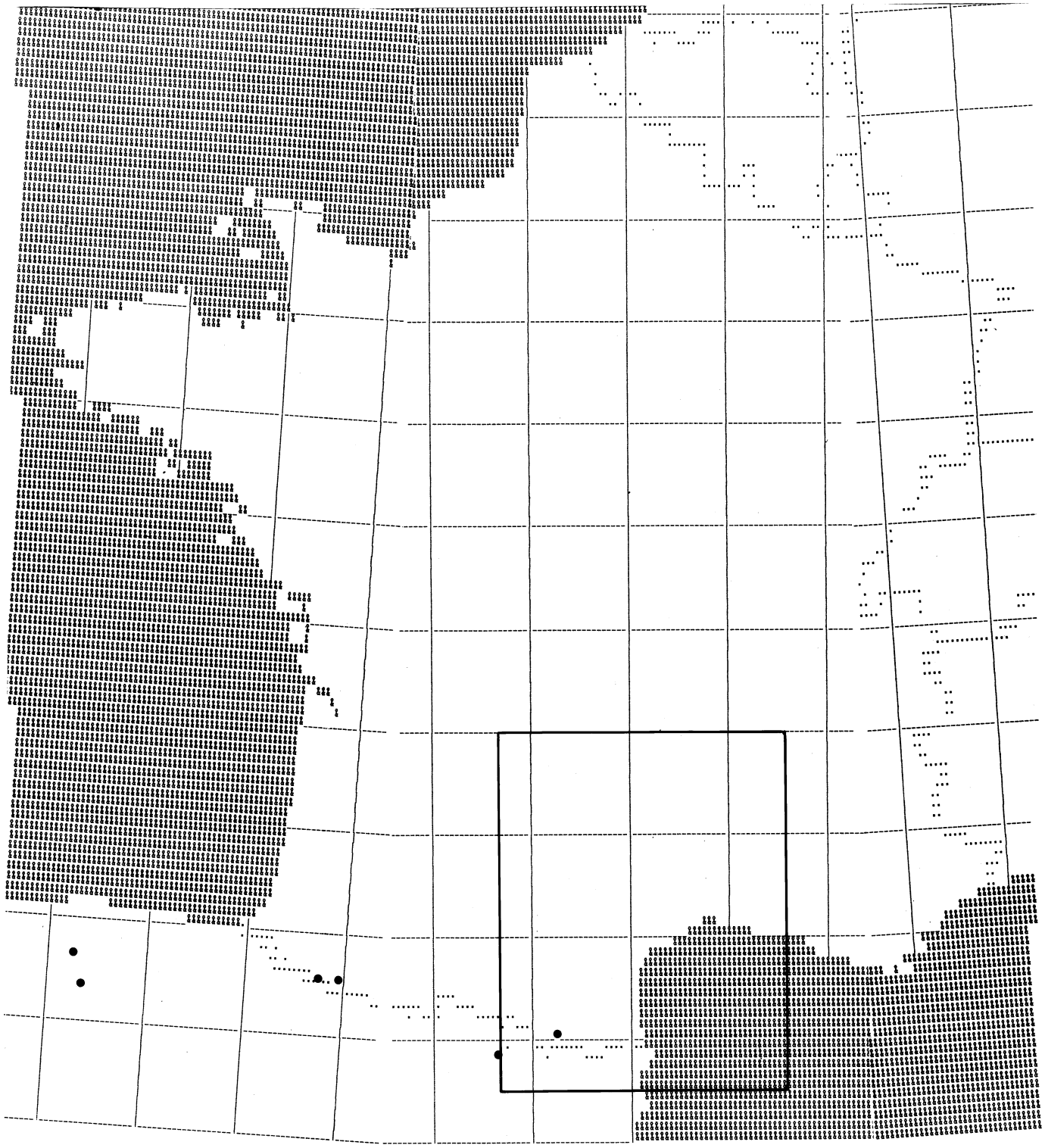
Carte 46 **Distribution de *Megabombus hortorum* (L., 1761), ssp. *hortorum*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 3754 spécimens, 1243 données
● Après 1949: 3053 spécimens, 1658 données
Au total: 6807 spécimens, 2901 données



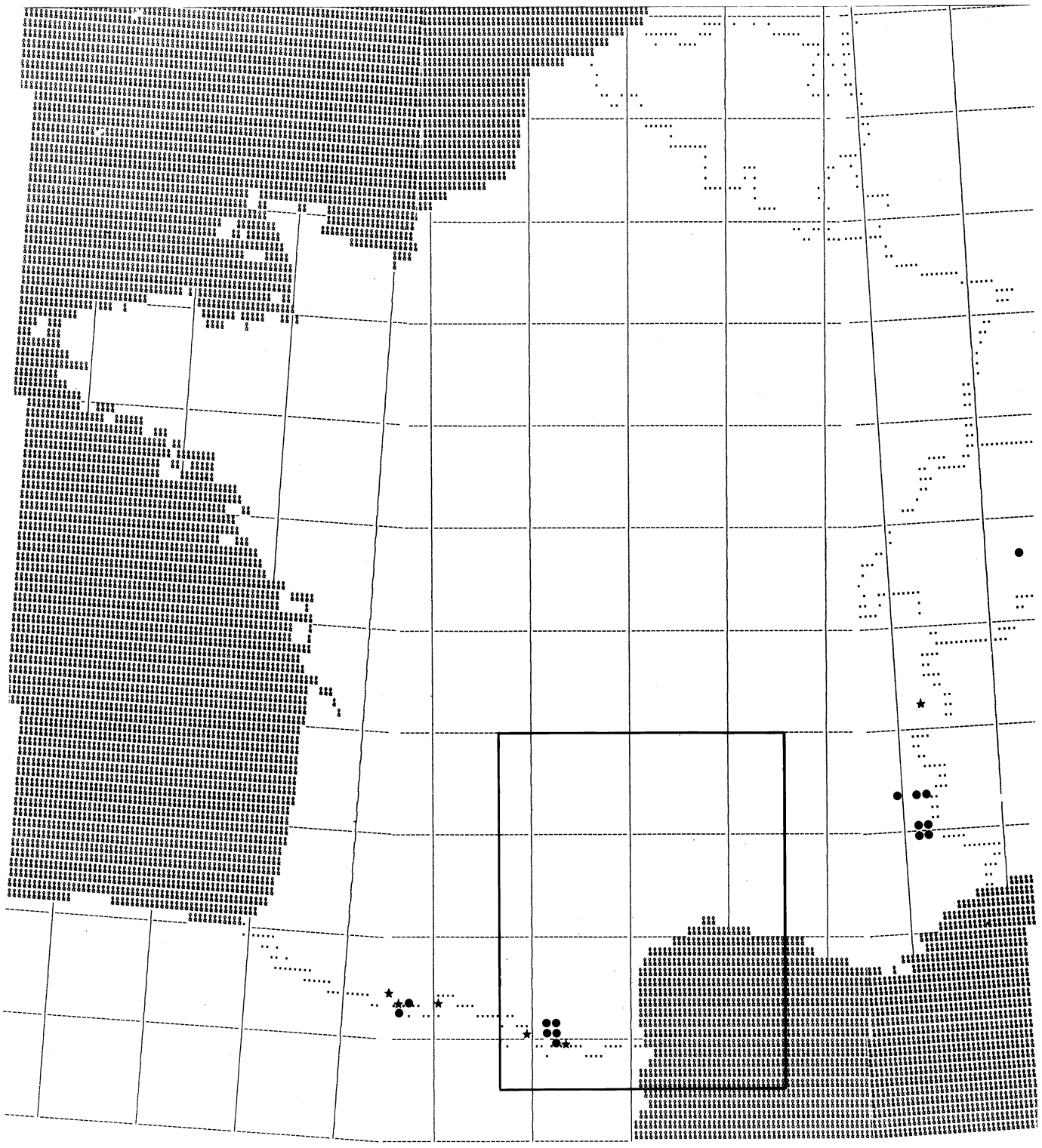
Carte 47 **Distribution de *Megabombus asturiensis* Tkalcû, 1974 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 0 spécimens, 0 données
● Après 1949: 12 spécimens, 8 données
Au total: 12 spécimens, 8 données



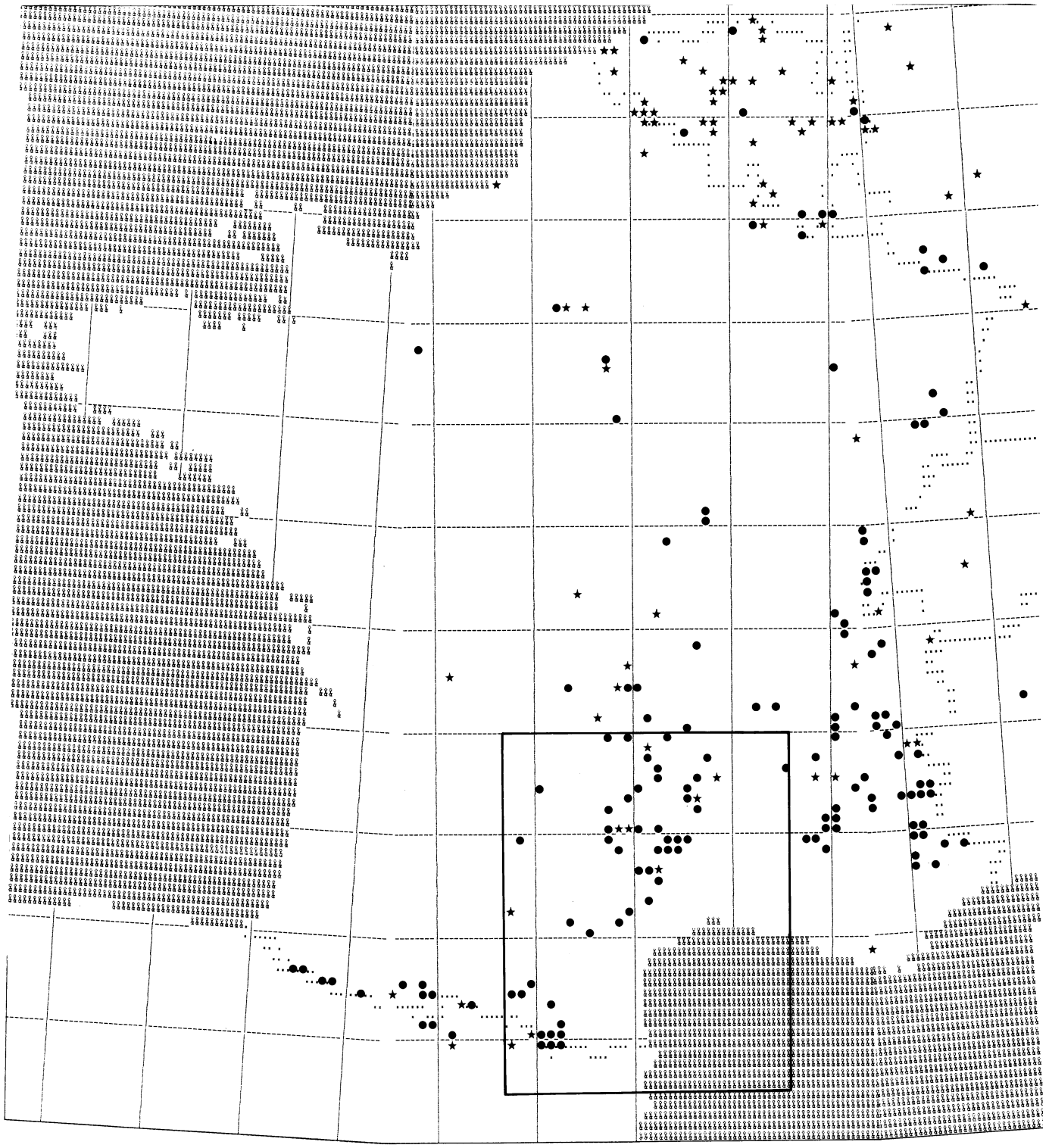
Carte 48 **Distribution de *Megabombus gerstaeckeri* (Morawitz, 1882) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 30 spécimens, 16 données
● Après 1949: 170 spécimens, 61 données
Au total: 200 spécimens, 77 données



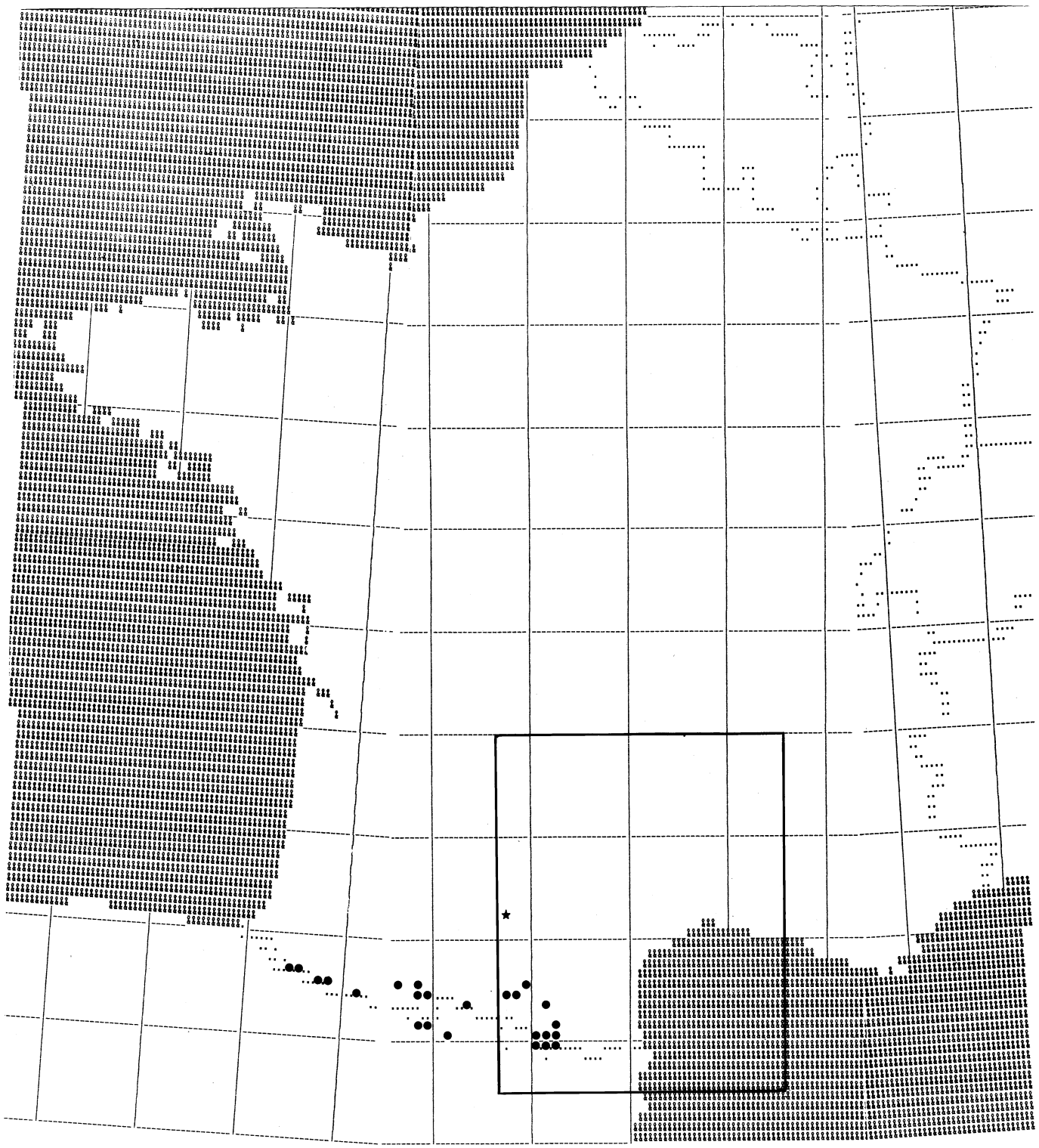
Carte 49 **Distribution de *Megabombus subterraneus* (L., 1758), ssp. *latreillellus* (Kirby, 1802), ssp. *liguriensis* nov. et ssp. *tectosagorum* (Kruseman, 1958), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 458 spécimens, 231 données
● Après 1949: 646 spécimens, 299 données
Au total: 1104 spécimens, 530 données



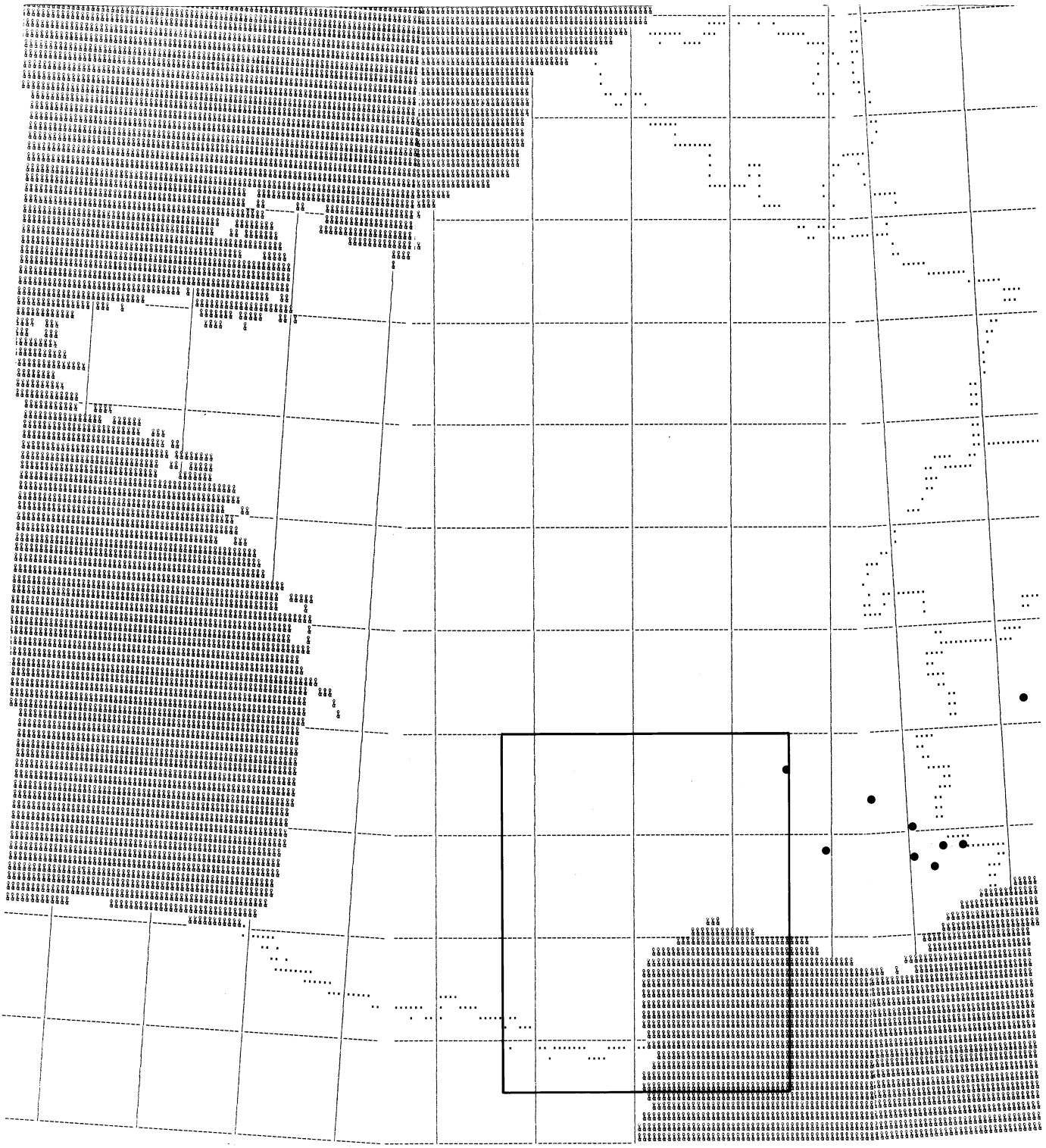
Carte 50 **Distribution de *Megabombus subterraneus tectosagorum* (Kruseman, 1958) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 37 spécimens, 13 données
● Après 1949: 169 spécimens, 72 données
Au total: 206 spécimens, 85 données



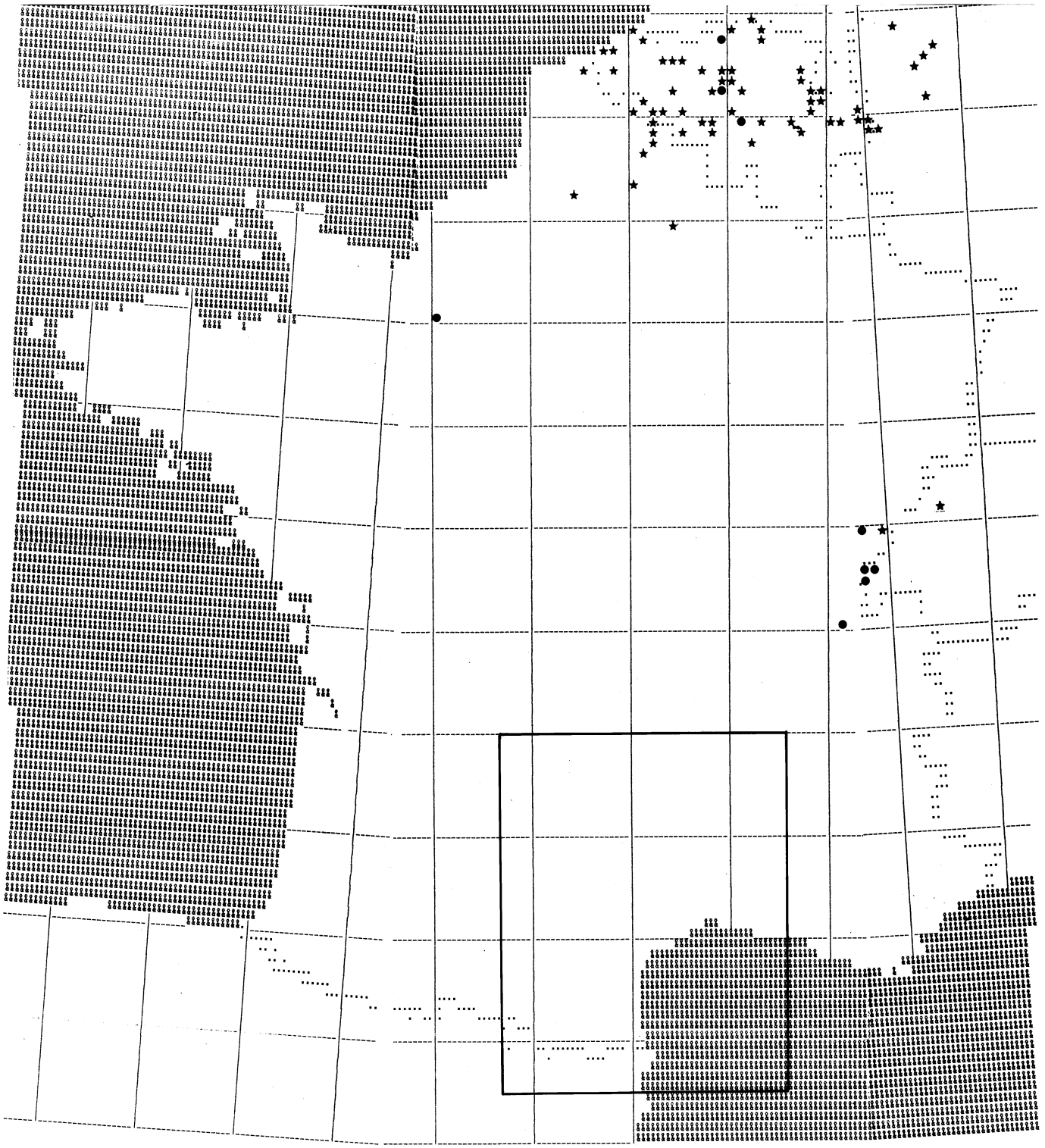
Carte 51 **Distribution de *Megabombus subterraneus liguriensis* ssp. nov. en France, en Belgique, dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 0 spécimens, 0 données
● Après 1949: 18 spécimens, 11 données
Au total: 18 spécimens, 11 données



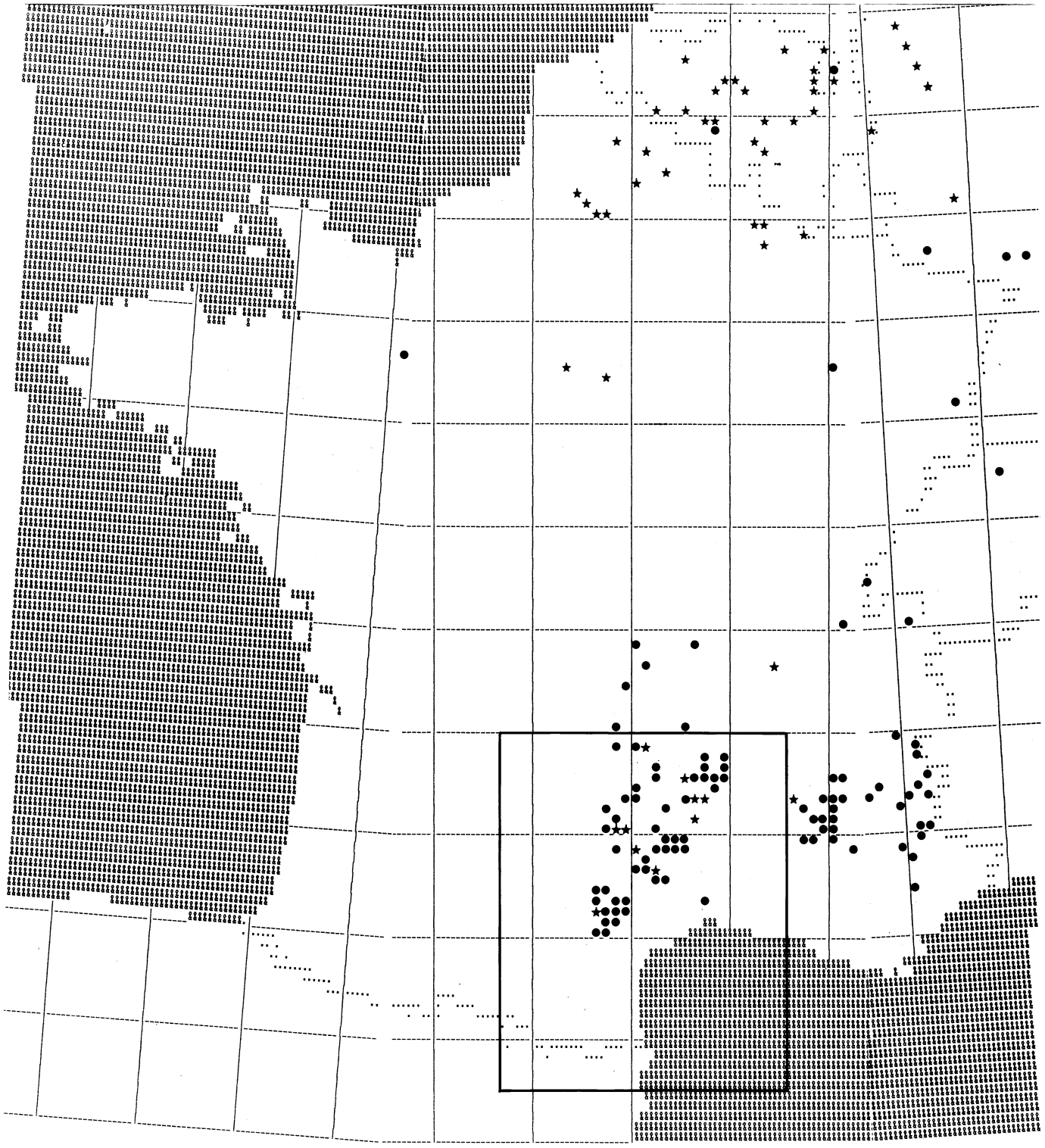
Carte 52 **Distribution de *Megabombus distinguendus* (Morawitz, 1869) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 746 spécimens, 360 données
● Après 1949: 23 spécimens, 19 données
Au total: 769 spécimens, 379 données



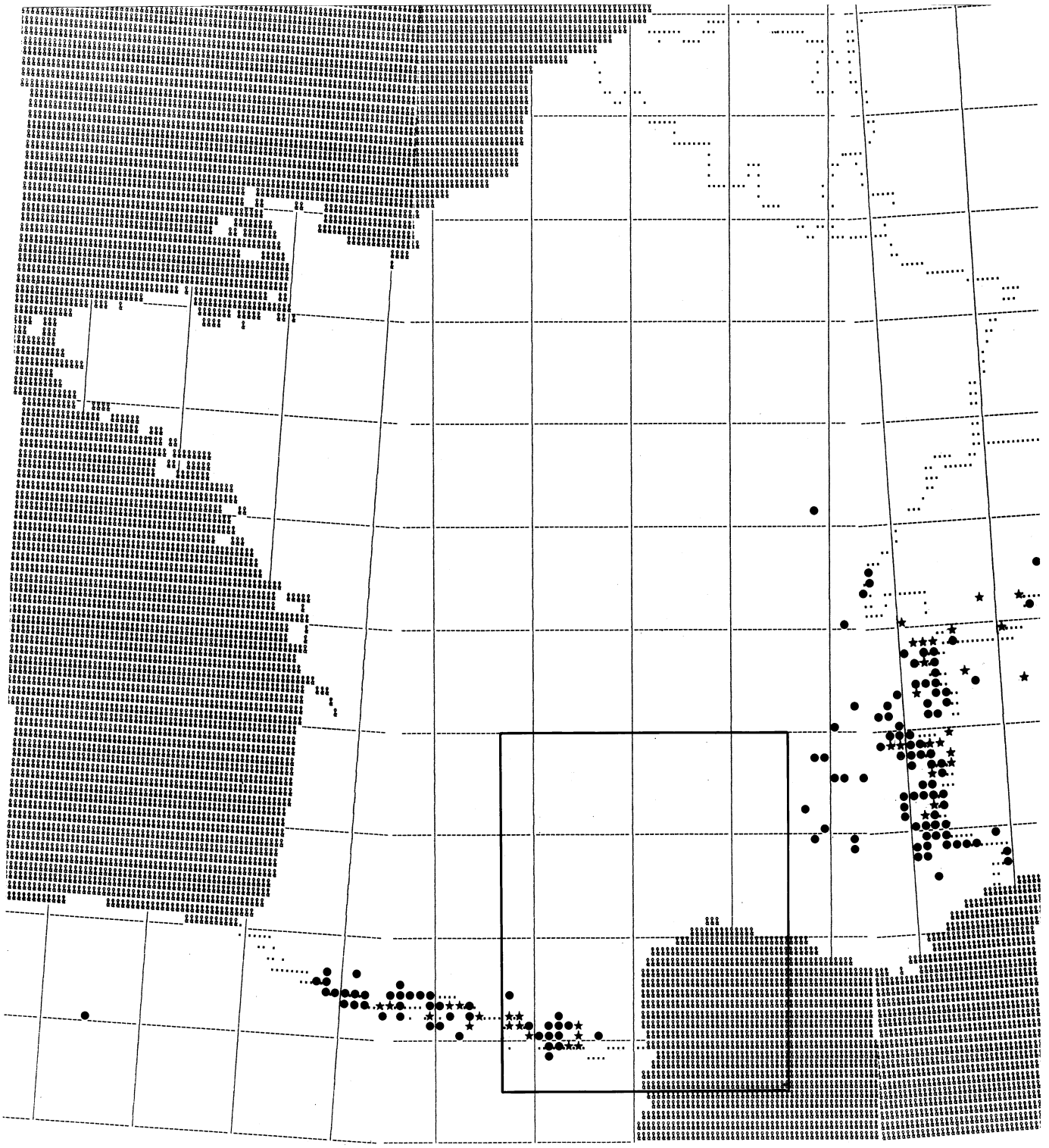
Carte 53 **Distribution de *Megabombus pomorum* (Panzer, 1805), ssp. *pomorum*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 503 spécimens, 199 données
● Après 1949: 562 spécimens, 180 données
Au total: 1065 spécimens, 379 données



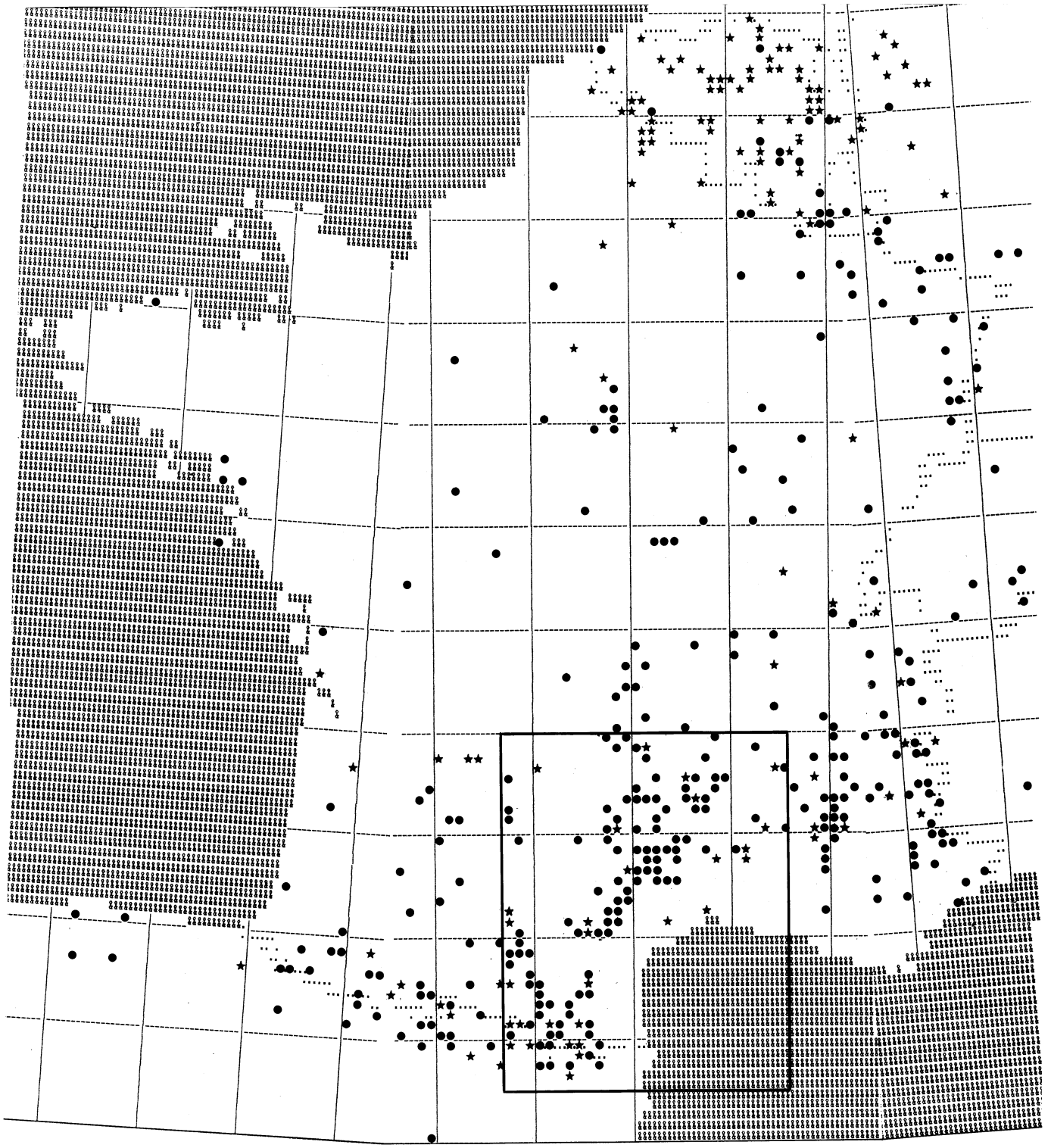
Carte 54 **Distribution de *Megabombus mesomelas* (Gerstaecker, 1869), ssp. *mesomelas*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 567 spécimens, 145 données
● Après 1949: 1095 spécimens, 465 données
Au total: 1662 spécimens, 610 données



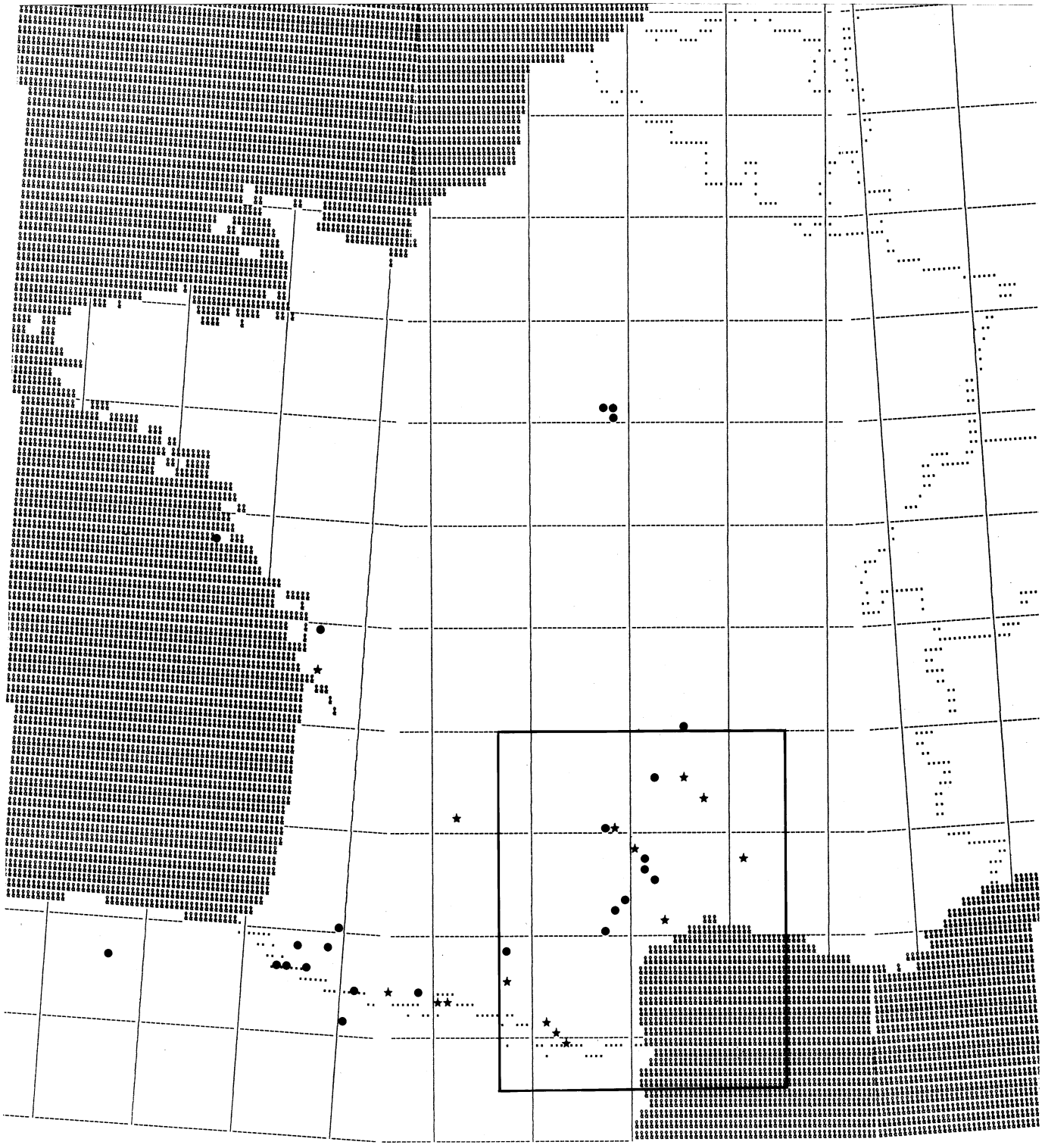
Carte 55 **Distribution de *Megabombus sylvarum* (L., 1761), ssp. *sylvarum* (=*distinctus* Vogt) et ssp. *nigrescens* (Pérez, 1879), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1077 spécimens, 497 données
● Après 1949: 2225 spécimens, 679 données
Au total: 3302 spécimens, 1176 données



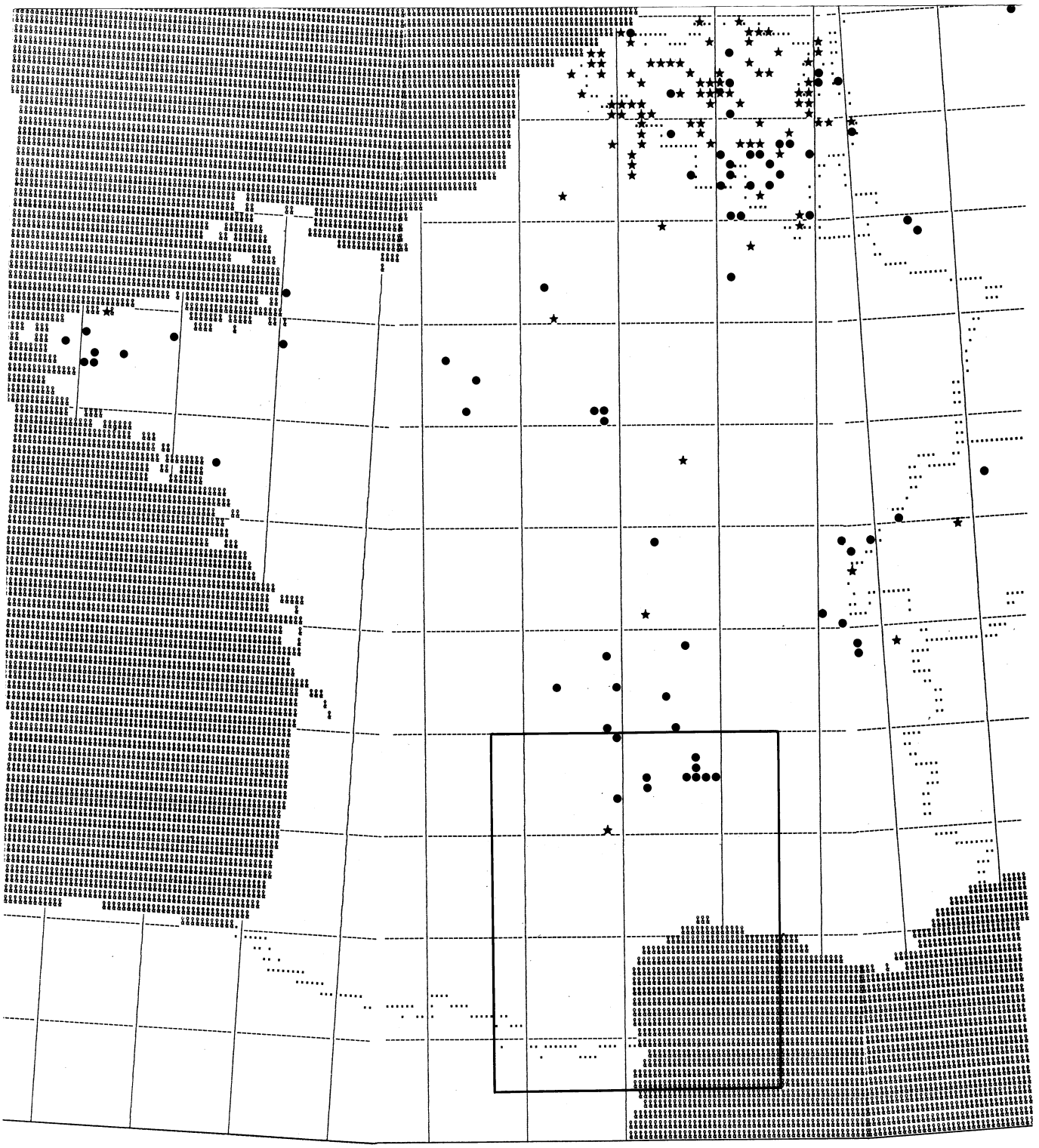
Carte 56 **Distribution de *Megabombus sylvarum nigrescens* (Pérez, 1879) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 62 spécimens, 23 données
● Après 1949: 54 spécimens, 38 données
Au total: 116 spécimens, 61 données



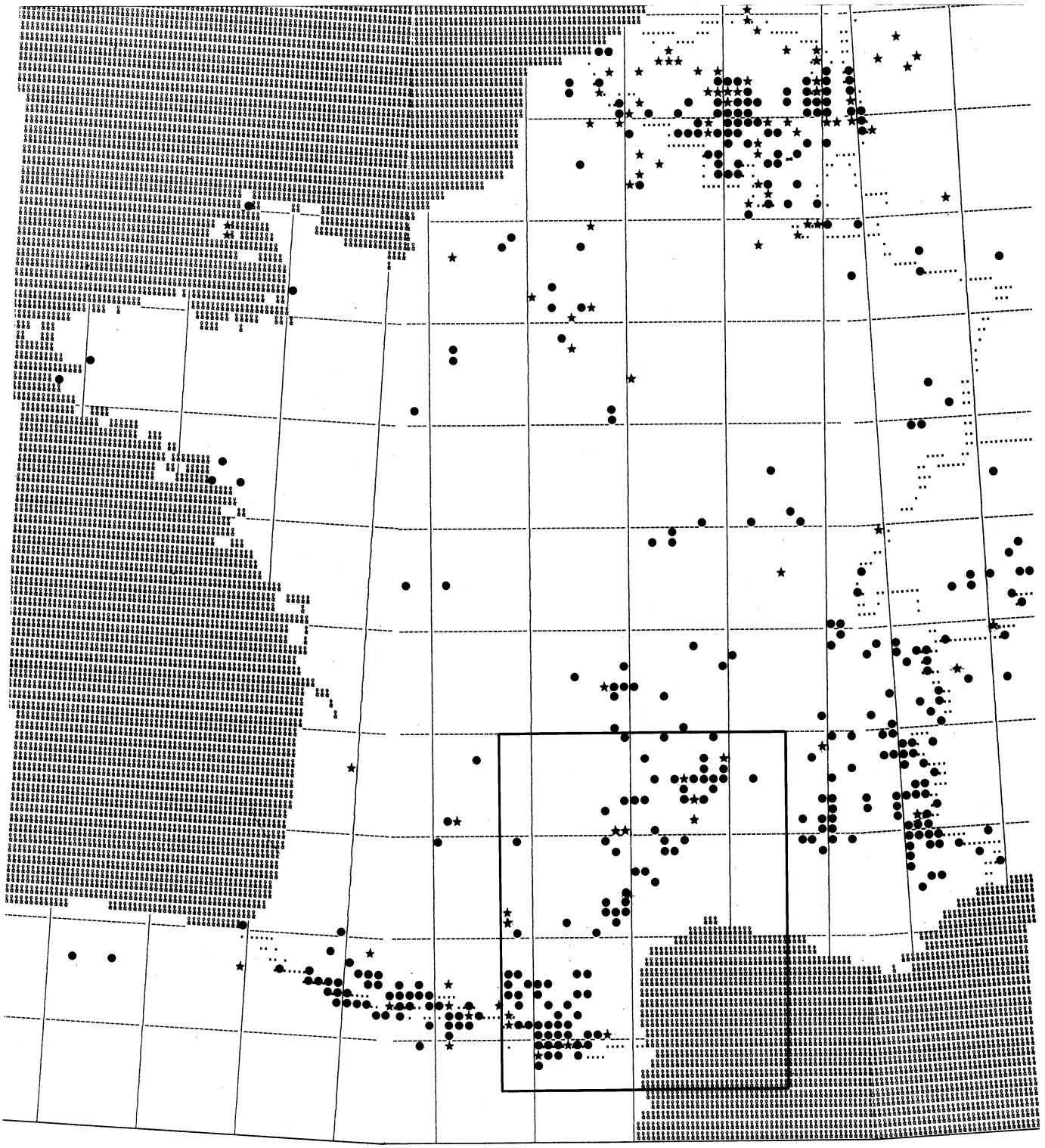
Carte 57 **Distribution de *Megabombus veteranus* (Fabricius, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 3822 spécimens, 633 données
● Après 1949: 232 spécimens, 120 données
Au total: 4054 spécimens, 753 données



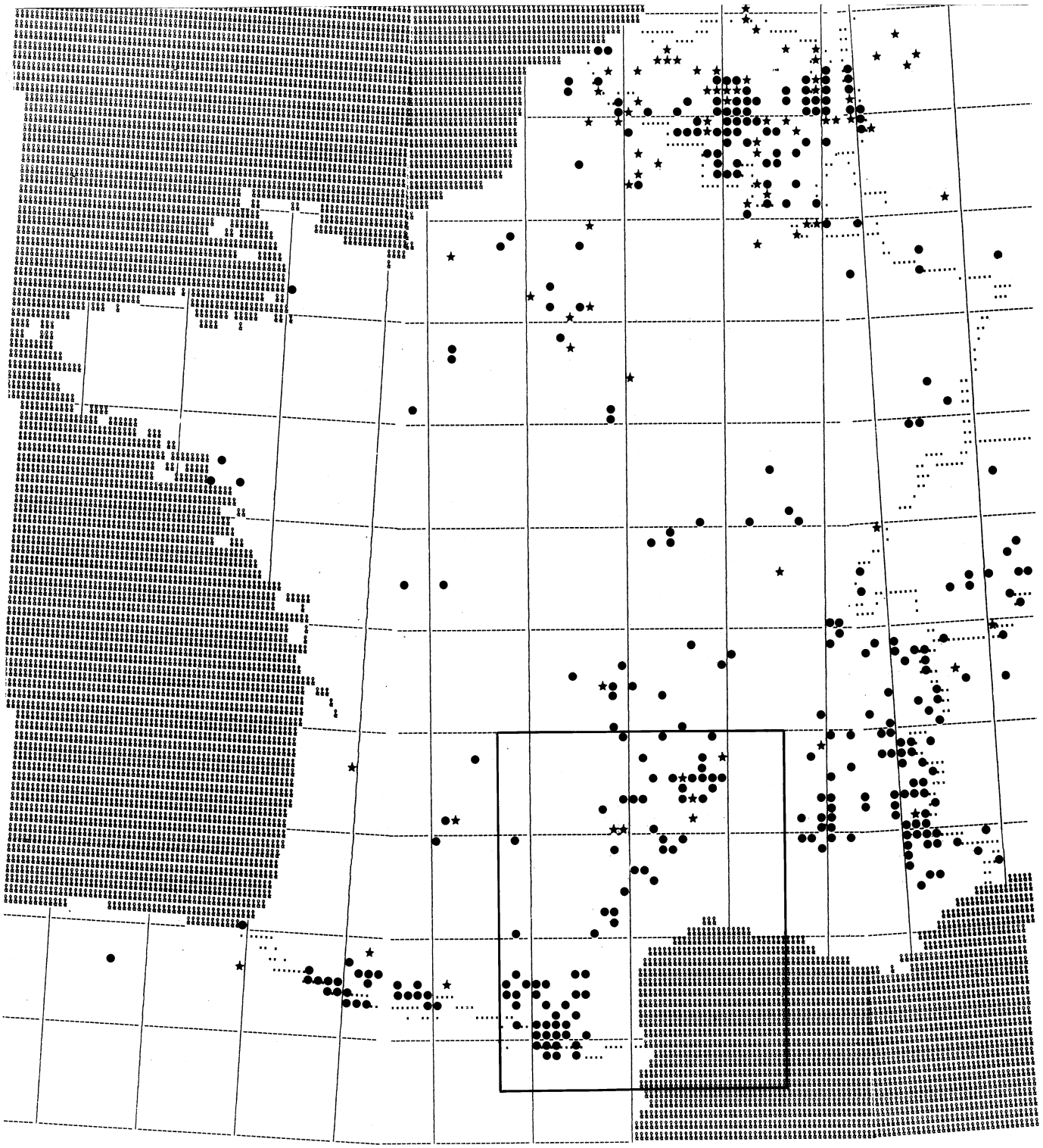
Carte 58 **Distribution de *Megabombus ruderarius* (Müller, 1776), ssp. *ruderarius* et ssp. *montanus* (Lepeletier, 1836), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1101 spécimens, 525 données
● Après 1949: 2847 spécimens, 1333 données
Au total: 3948 spécimens, 1858 données



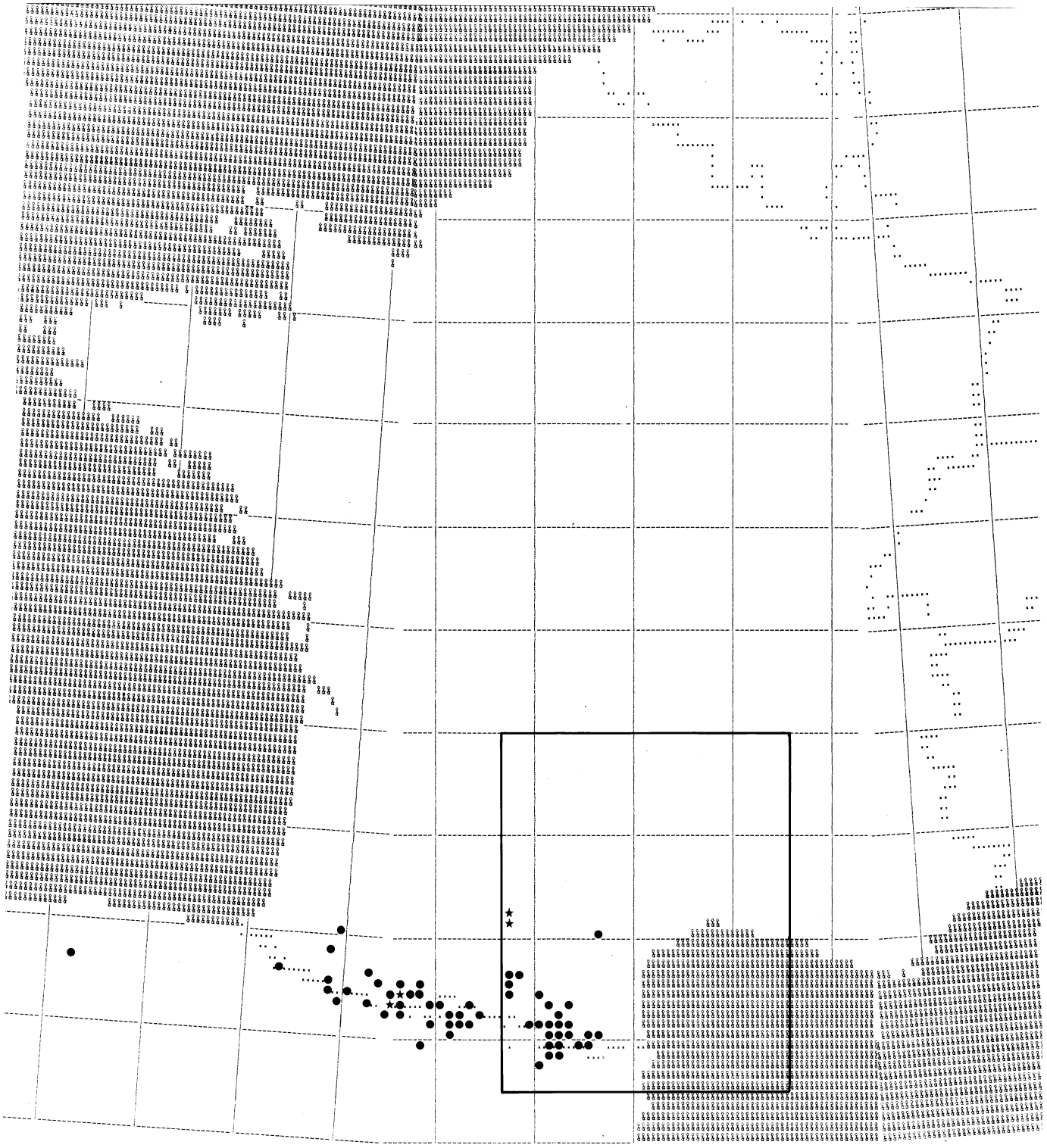
Carte 59 **Distribution de *Megabombus ruderarius ruderarius* (Müller, 1776) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 851 spécimens, 439 données
● Après 1949: 2071 spécimens, 947 données
Au total: 2922 spécimens, 1386 données



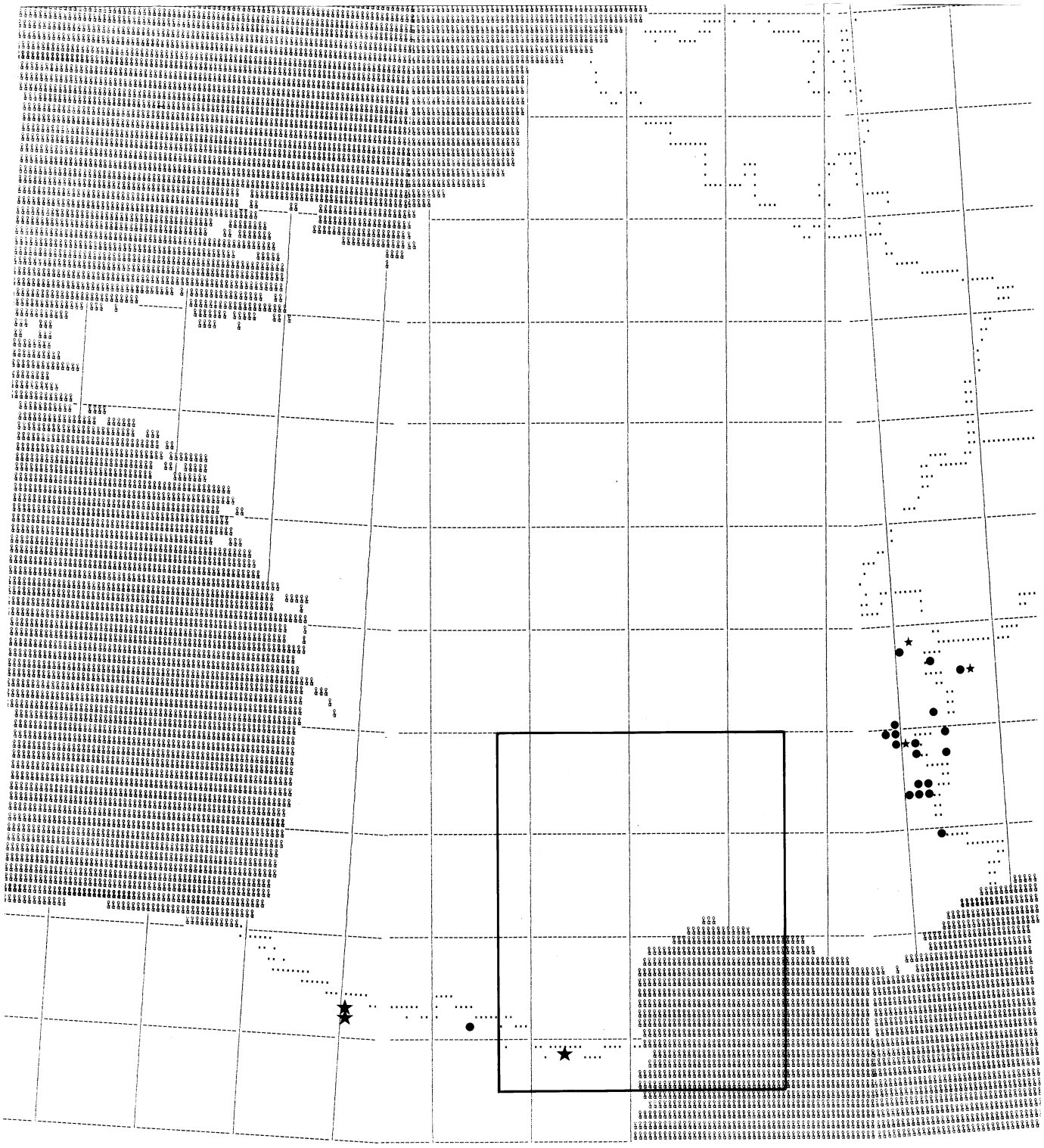
Carte 60 **Distribution de *Megabombus ruderarius montanus* (Lepeletier, 1836) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 191 spécimens, 37 données
● Après 1949: 430 spécimens, 228 données
Au total: 621 spécimens, 265 données



Carte 61 **Distribution de *Megabombus inexspectatus* (Tkalcû, 1963) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

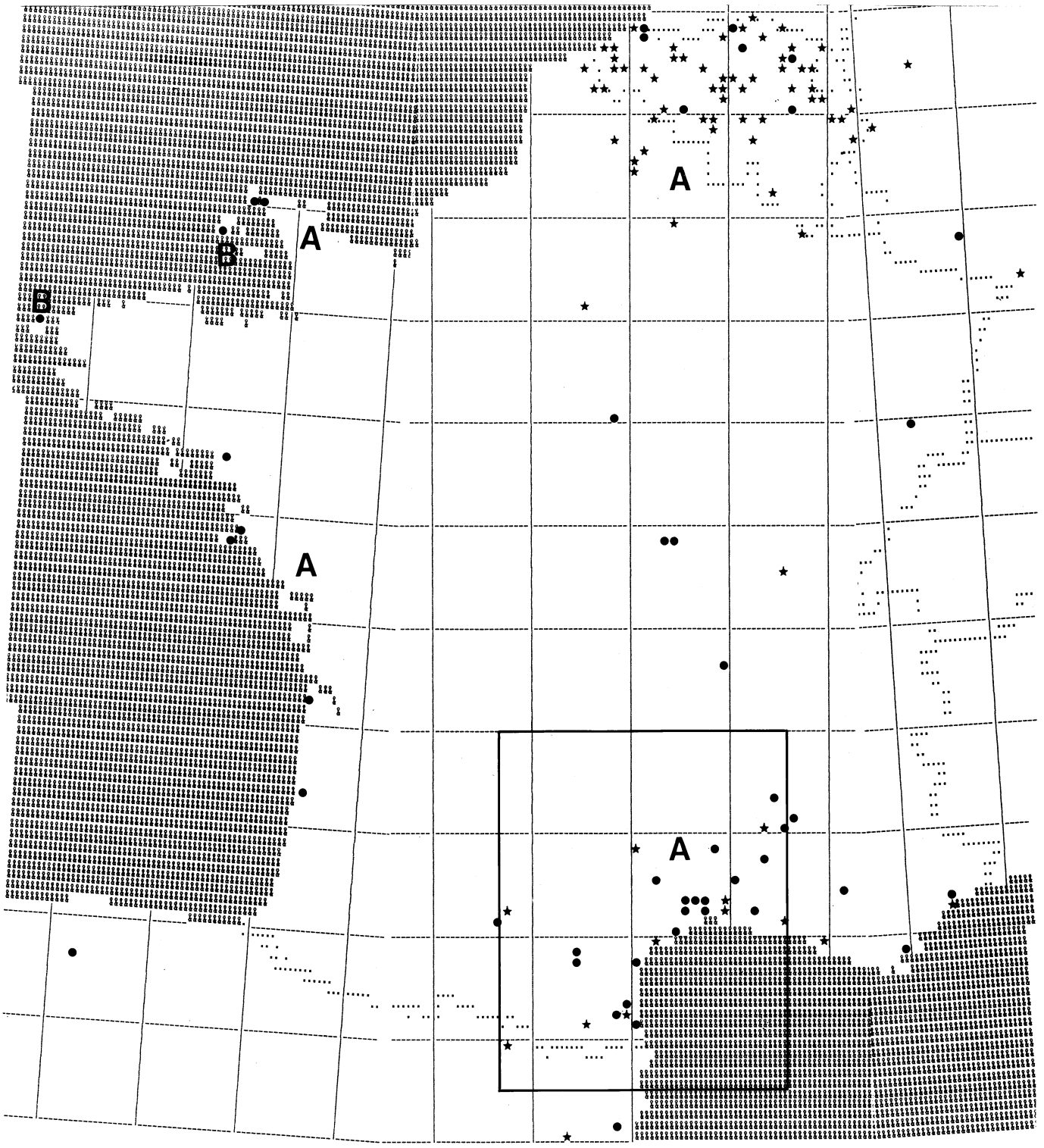
★ Avant 1950: 41 spécimens, 11 données
● Après 1949: 73 spécimens, 38 données
Au total: 114 spécimens, 49 données



Carte 62 **Distribution de *Megabombus muscorum* (L., 1758; sensu Fabricii, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

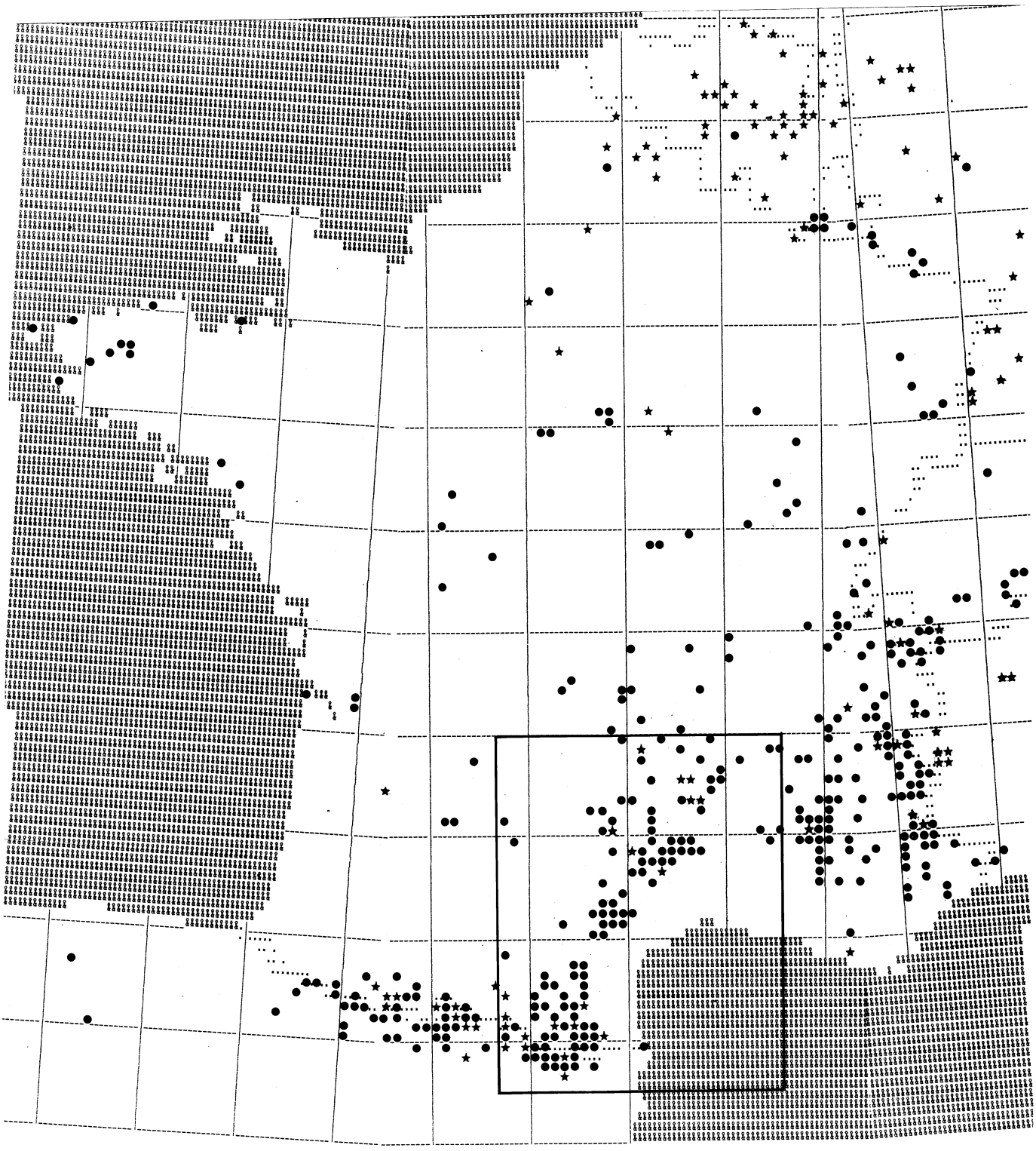
★ Avant 1950: 597 spécimens, 324 données
● Après 1949: 104 spécimens, 60 données
Au total: 701 spécimens, 384 données

A - ssp. *muscorum* (L., 1758)
B - ssp. *scyllonius* (O.W.Richards, 1935)



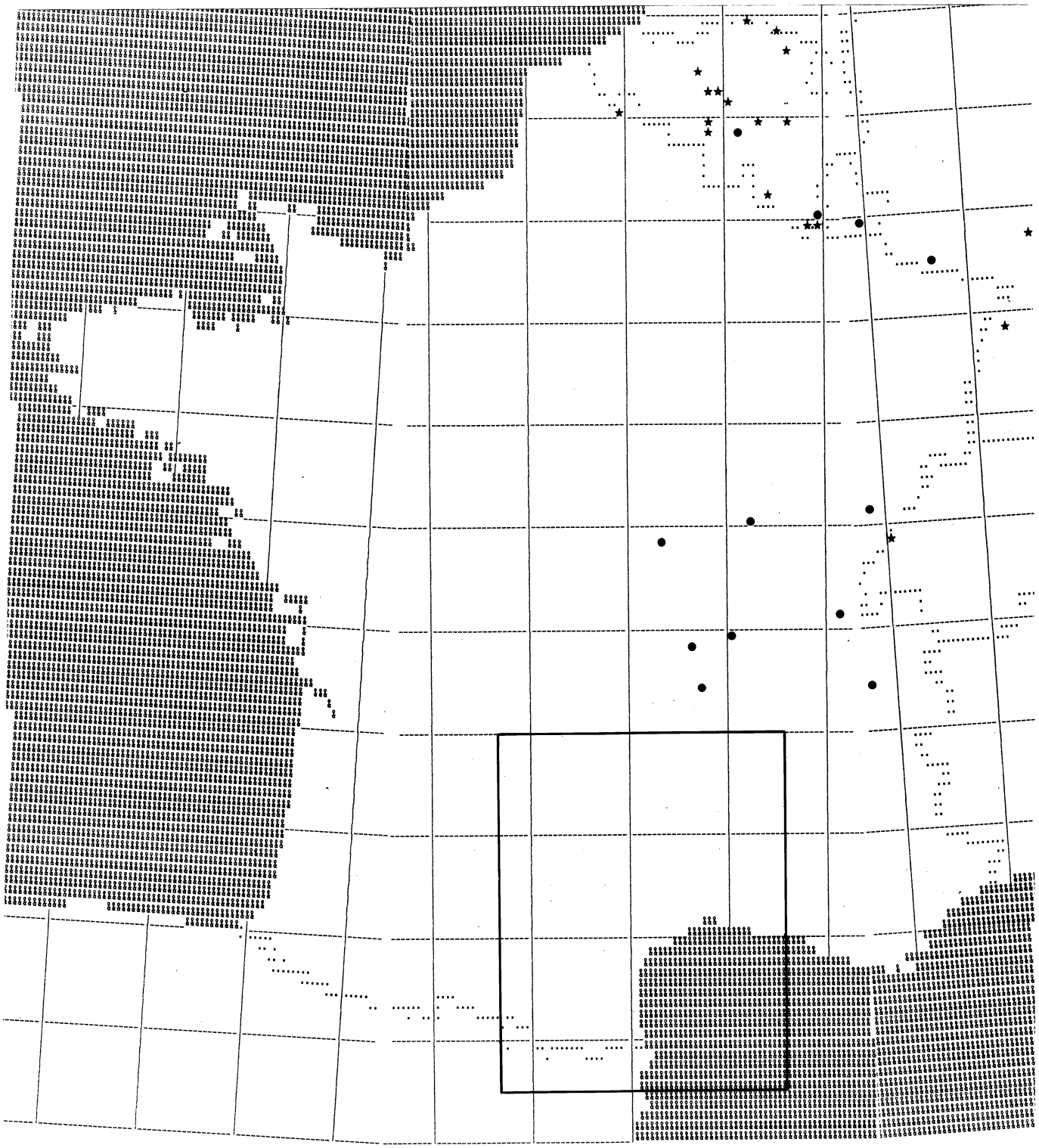
Carte 63 **Distribution de *Megabombus humilis* (Illiger, 1806) (toutes sous-espèces) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1433 spécimens, 530 données
● Après 1949: 2027 spécimens, 867 données
Au total: 3460 spécimens, 1397 données



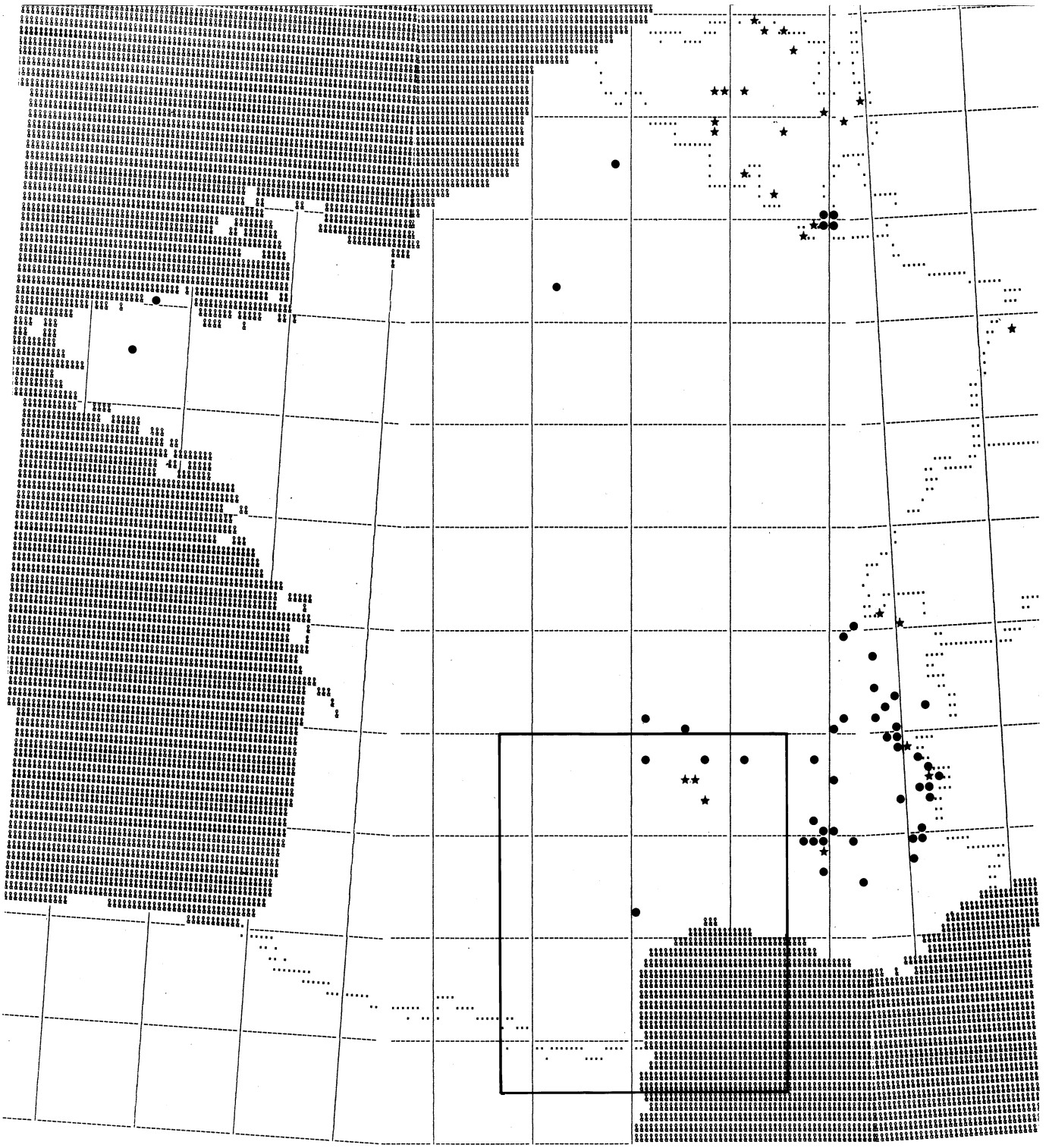
Carte 64 **Distribution de *Megabombus humilis humilis* (Illiger, 1806) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 185 spécimens, 74 données
● Après 1949: 30 spécimens, 19 données
Au total: 215 spécimens, 93 données



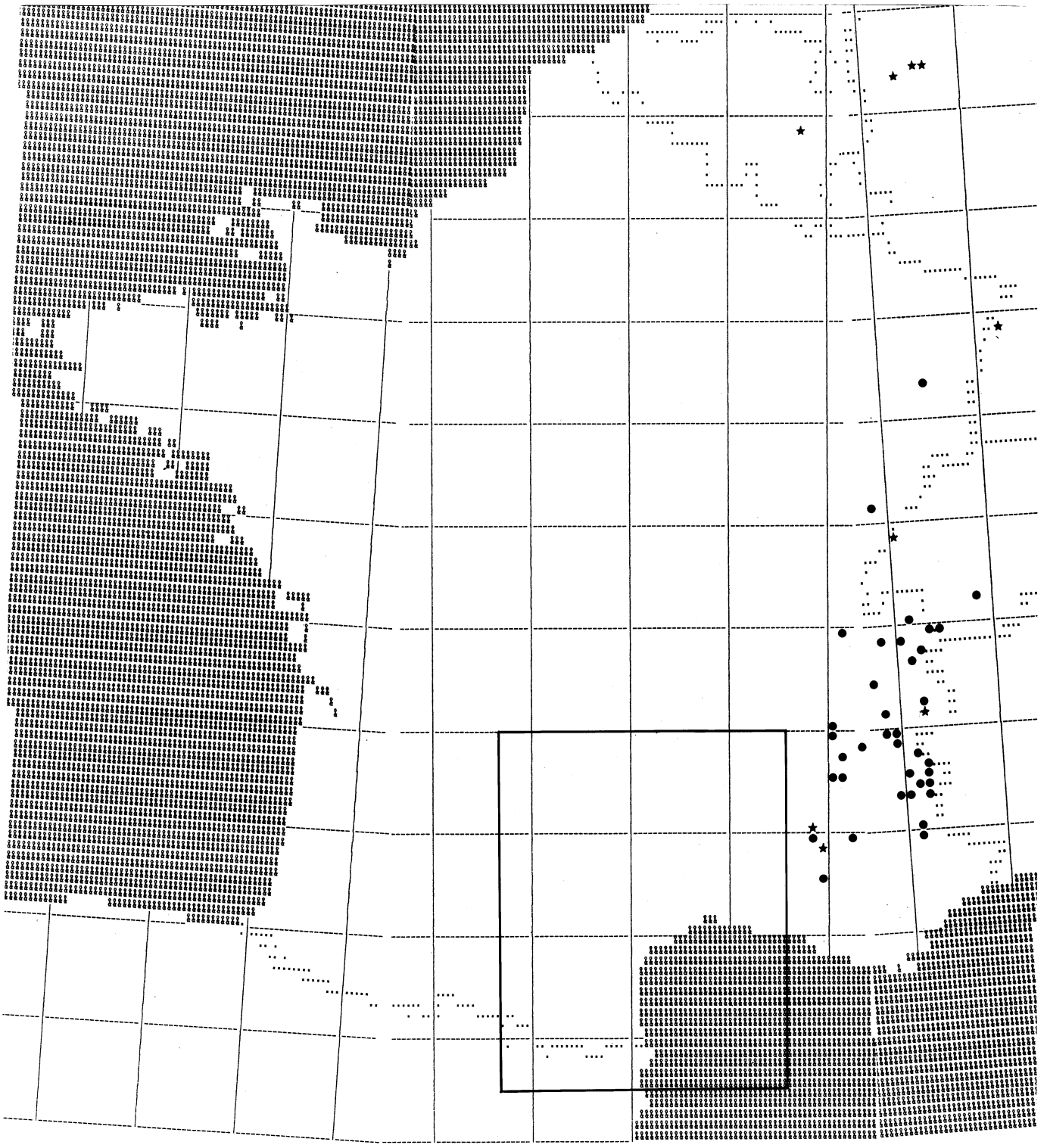
Carte 65 **Distribution de *Megabombus humilis staudingerioides* Reinig, 1976 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 315 spécimens, 95 données
● Après 1949: 176 spécimens, 76 données
Au total: 491 spécimens, 171 données



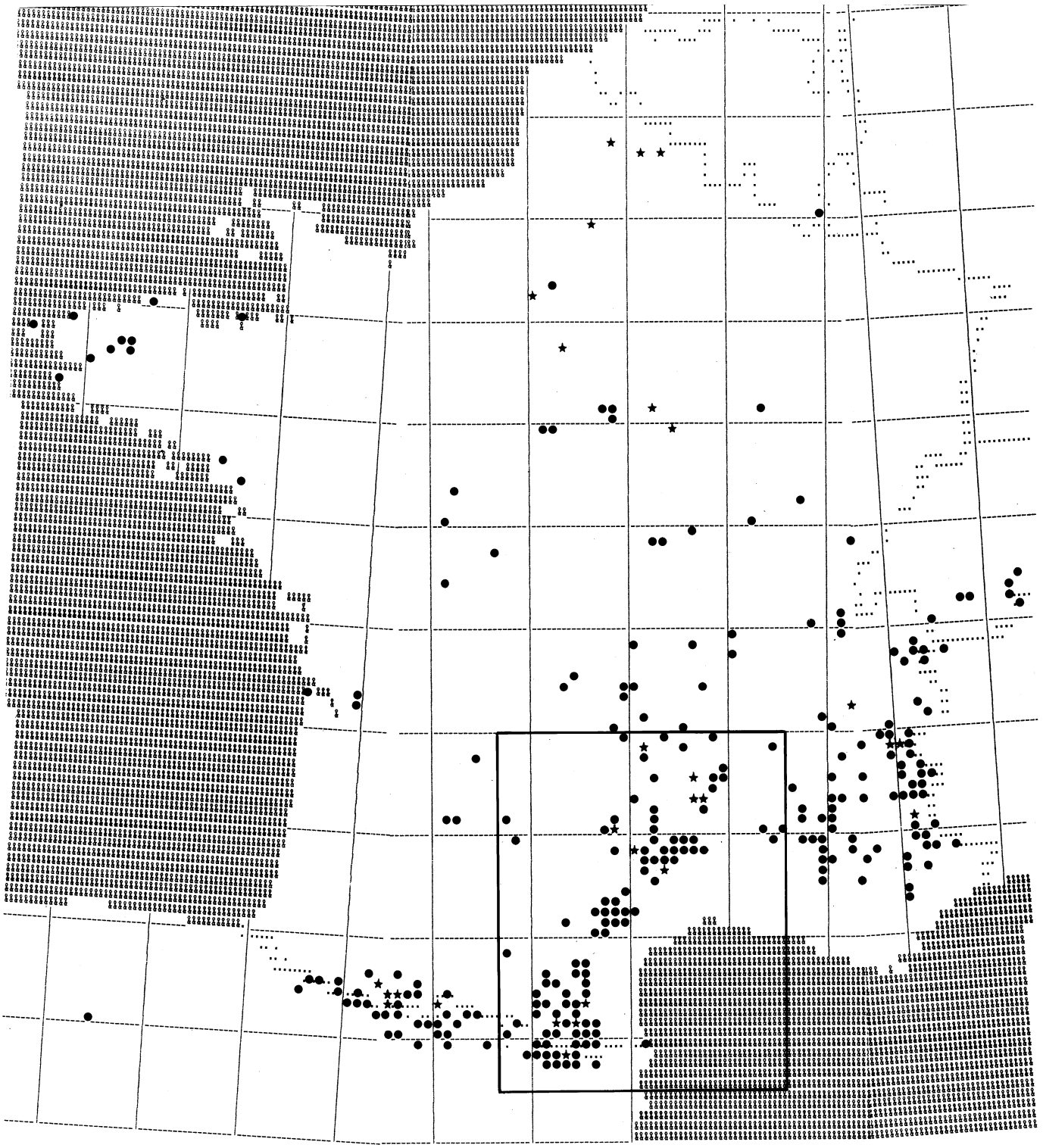
Carte 66 **Distribution de *Megabombus humilis sordidus* (Friese & Wagner, 1904) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 39 spécimens, 16 données
● Après 1949: 147 spécimens, 64 données
Au total: 186 spécimens, 80 données



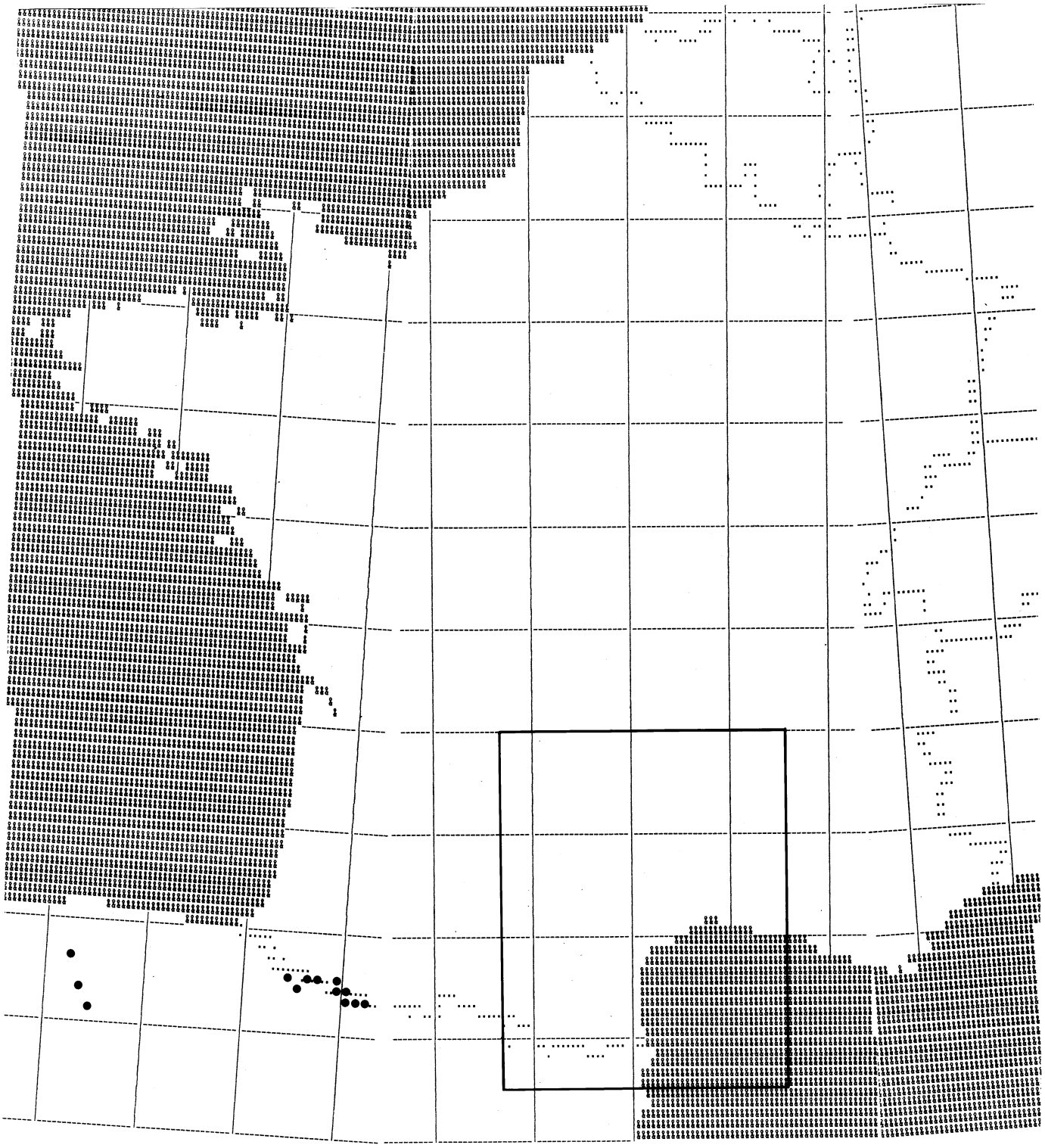
Carte 67 **Distribution de *Megabombus humilis quasimuscorum* (Vogt, 1909) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 276 spécimens, 95 données
● Après 1949: 1267 spécimens, 599 données
Au total: 1543 spécimens, 694 données



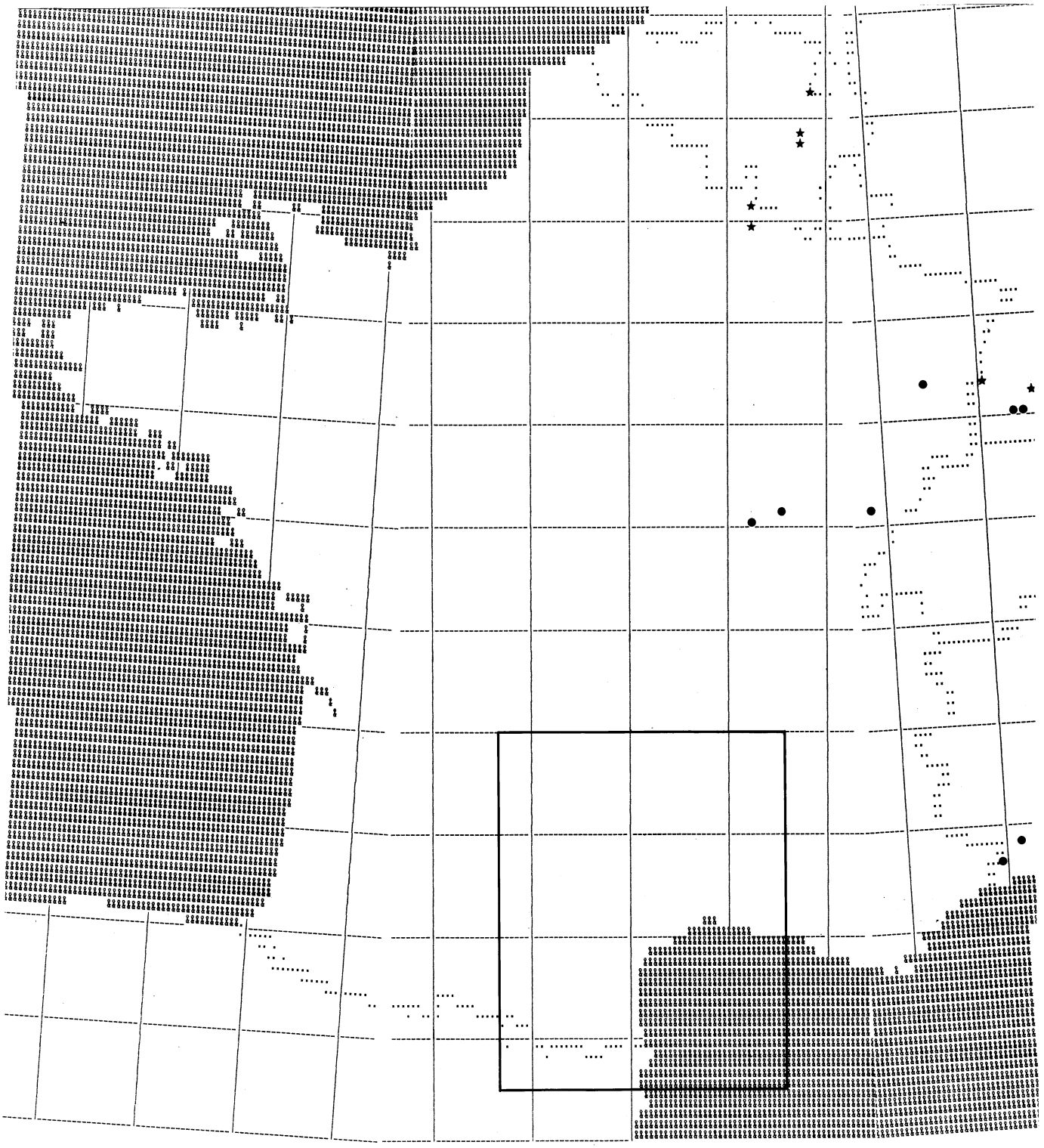
Carte 68 **Distribution de *Megabombus humilis paraurantiacus* Reinig, 1976 en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

Avant 1950: 0 spécimens, 0 données
● Après 1949: 57 spécimens, 19 données
Au total: 57 spécimens, 19 données



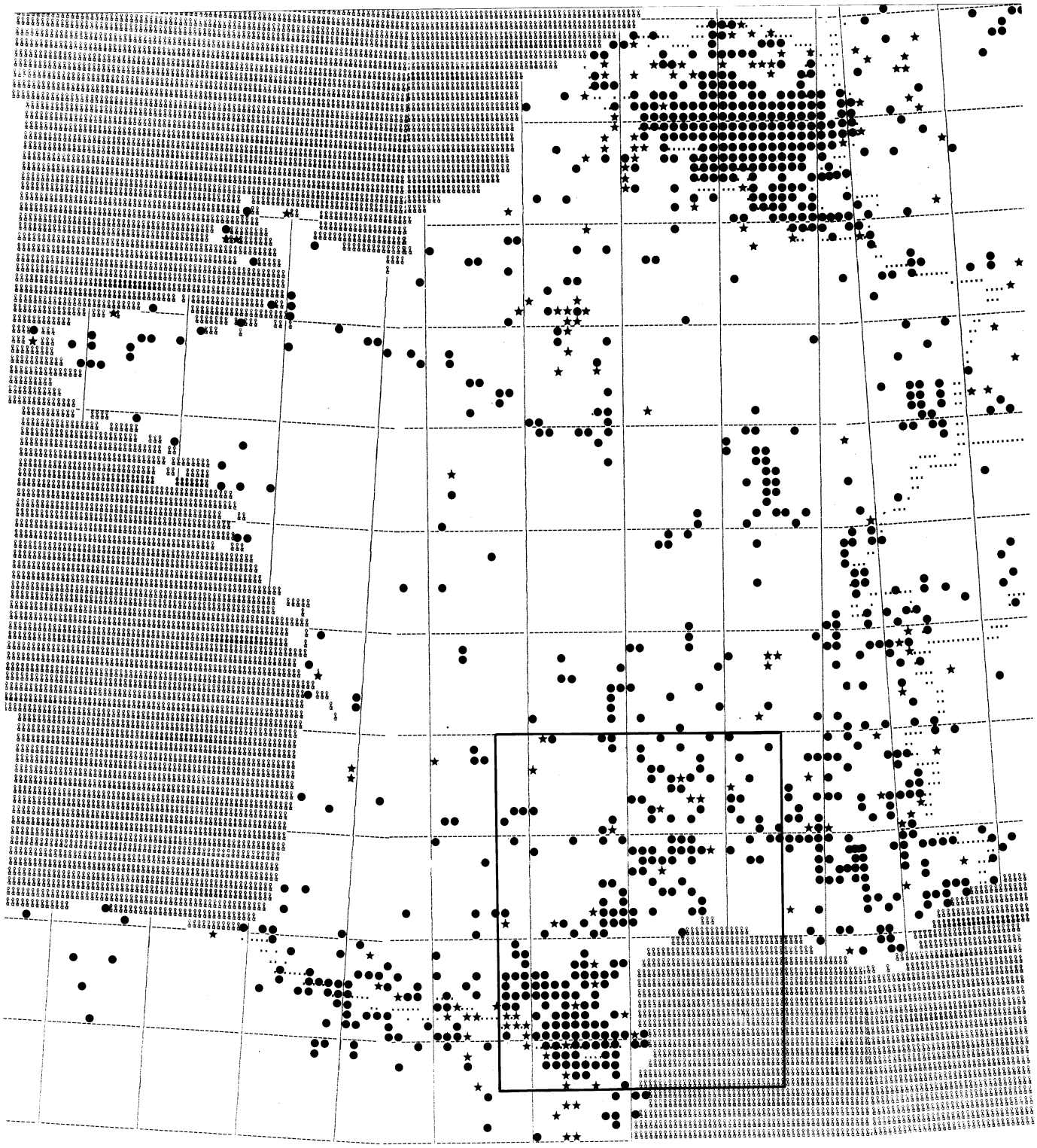
Carte 69 **Distribution de *Megabombus humilis* exerge *tristis* (Seidl, 1837) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 9 spécimens, 9 données
● Après 1949: 16 spécimens, 10 données
Au total: 25 spécimens, 19 données



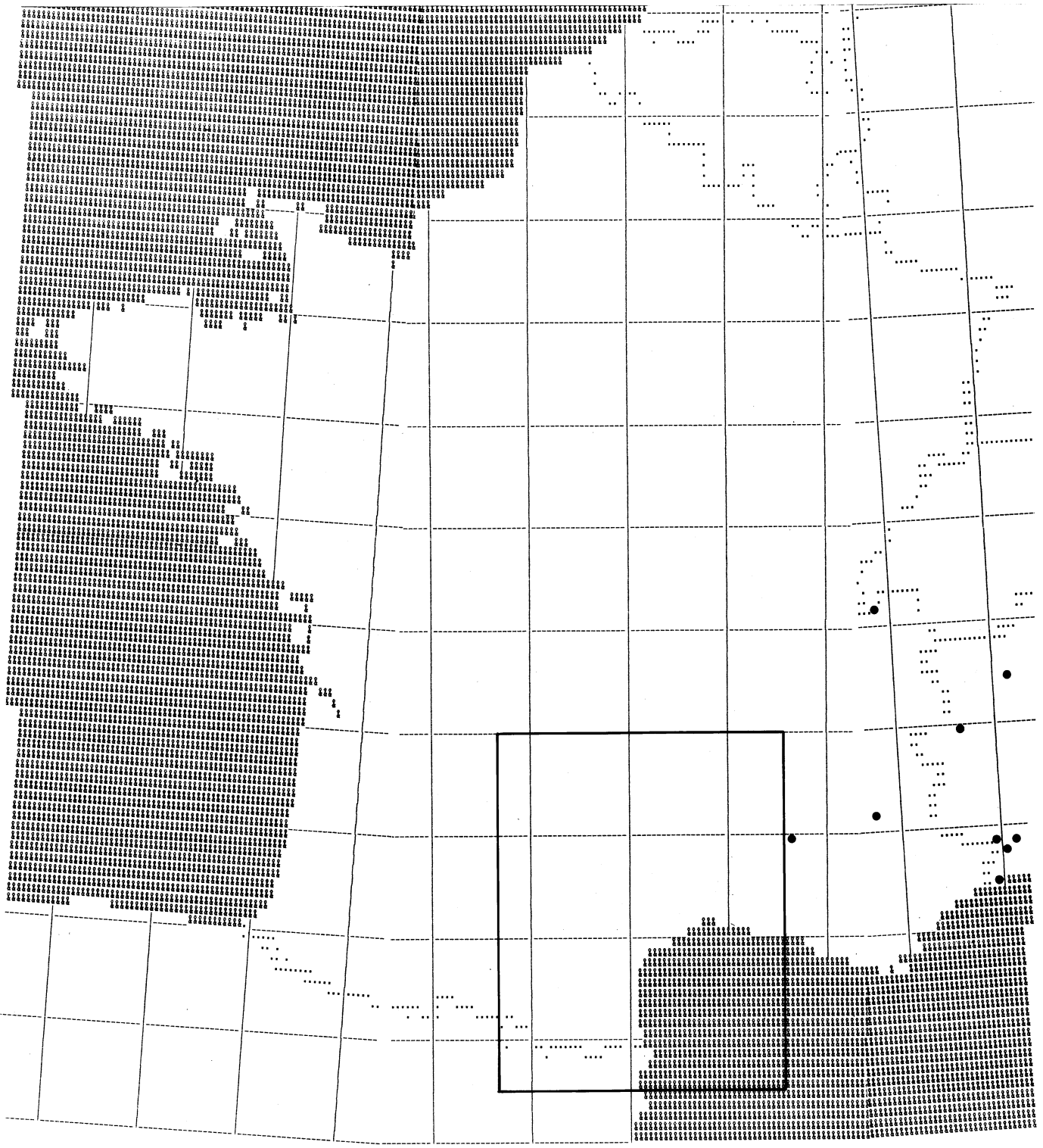
Carte 70 **Distribution de *Megabombus pascuorum* (Scopoli, 1793) (toutes sous-espèces) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 3115 spécimens, 970 données
● Après 1949: 10361 spécimens, 4720 données
Au total: 13476 spécimens, 5690 données



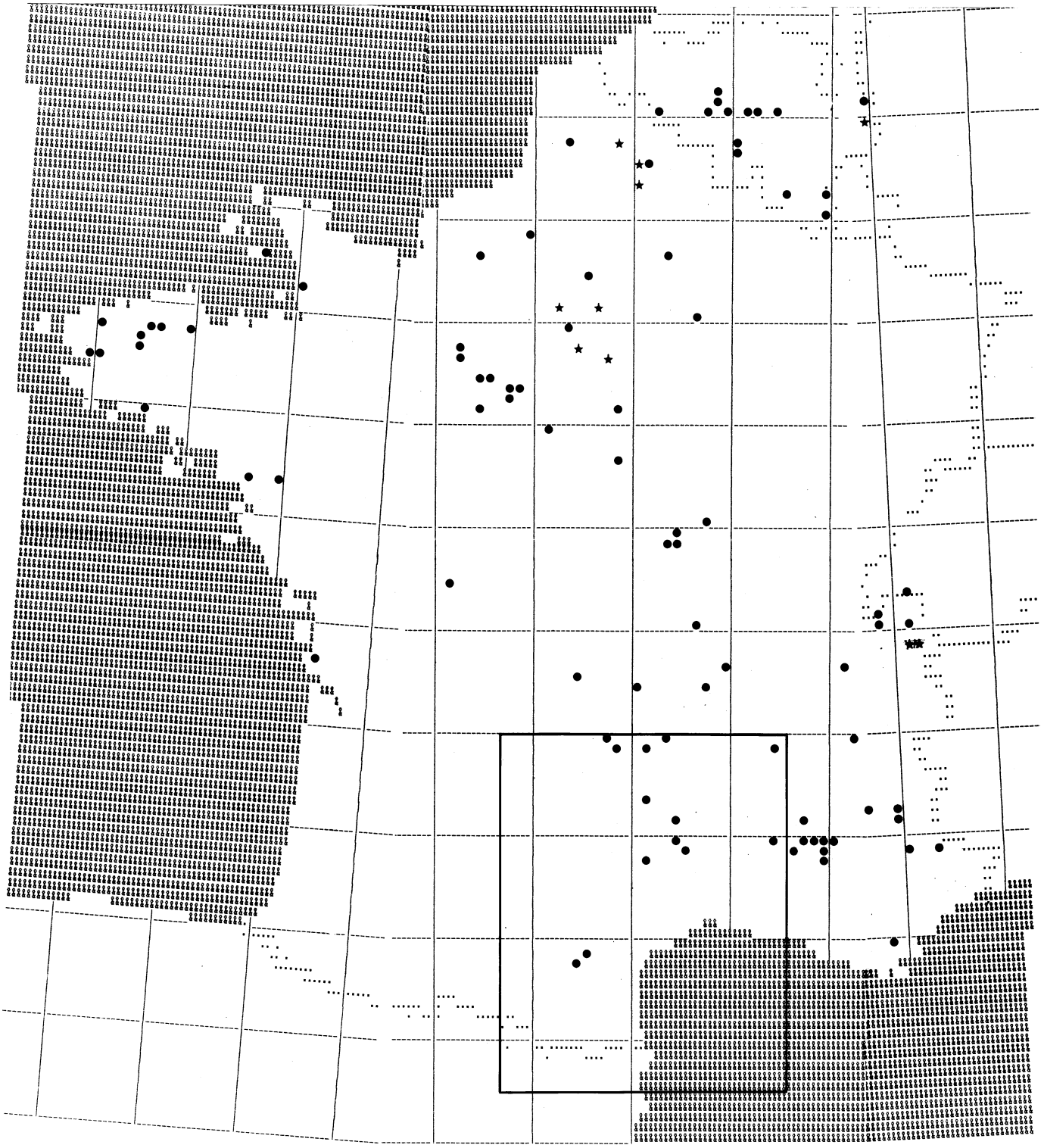
Carte 71 **Distribution de *Megabombus pascuorum pascuorum* (Scopoli, 1793) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 0 spécimens, 0 données
● Après 1949: 19 spécimens, 12 données
Au total: 19 spécimens, 12 données



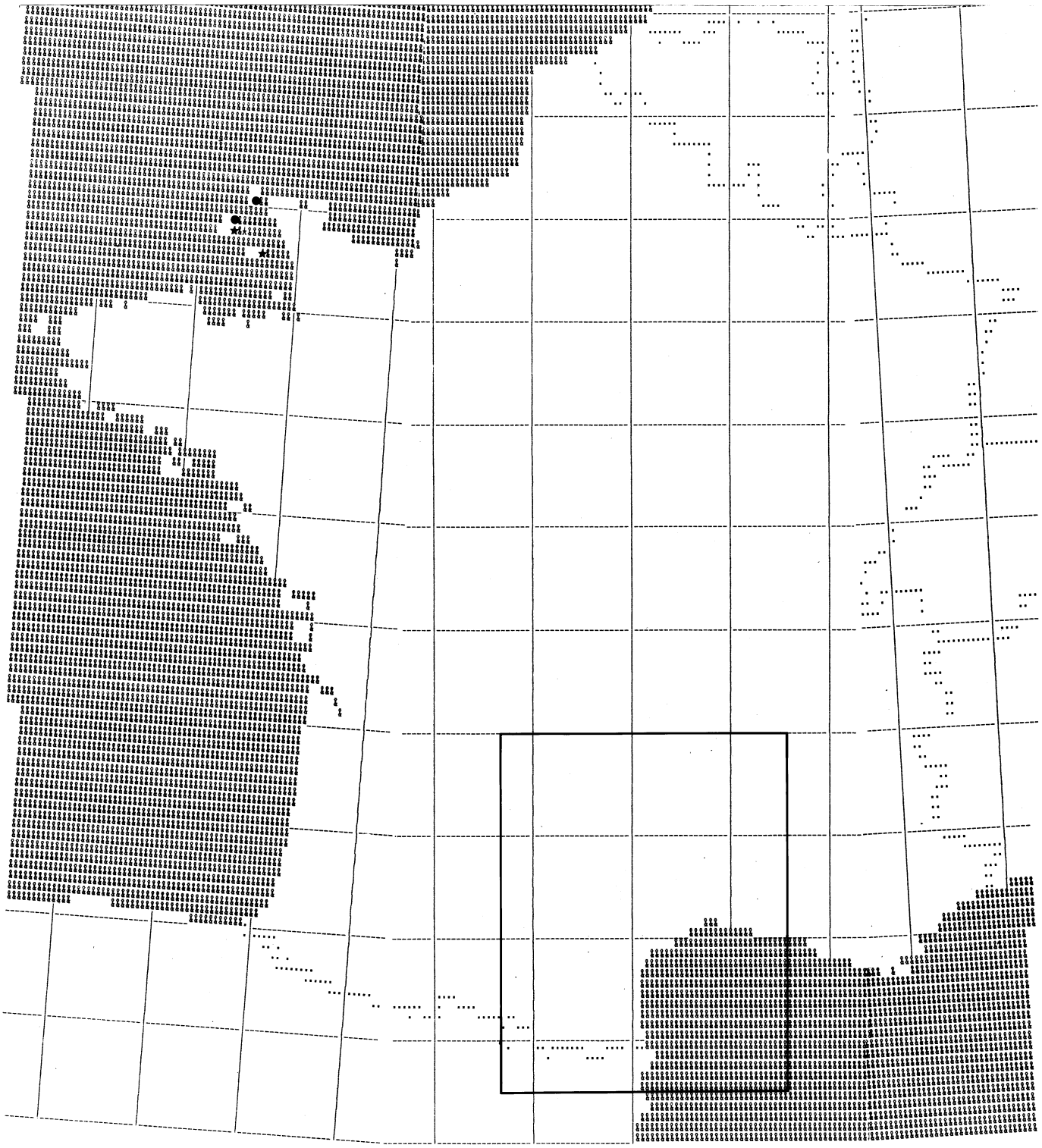
Carte 72 **Distribution de *Megabombus pascuorum freygessneri* (Vogt, 1909) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 11 spécimens, 10 données
● Après 1949: 247 spécimens, 126 données
Au total: 258 spécimens, 136 données



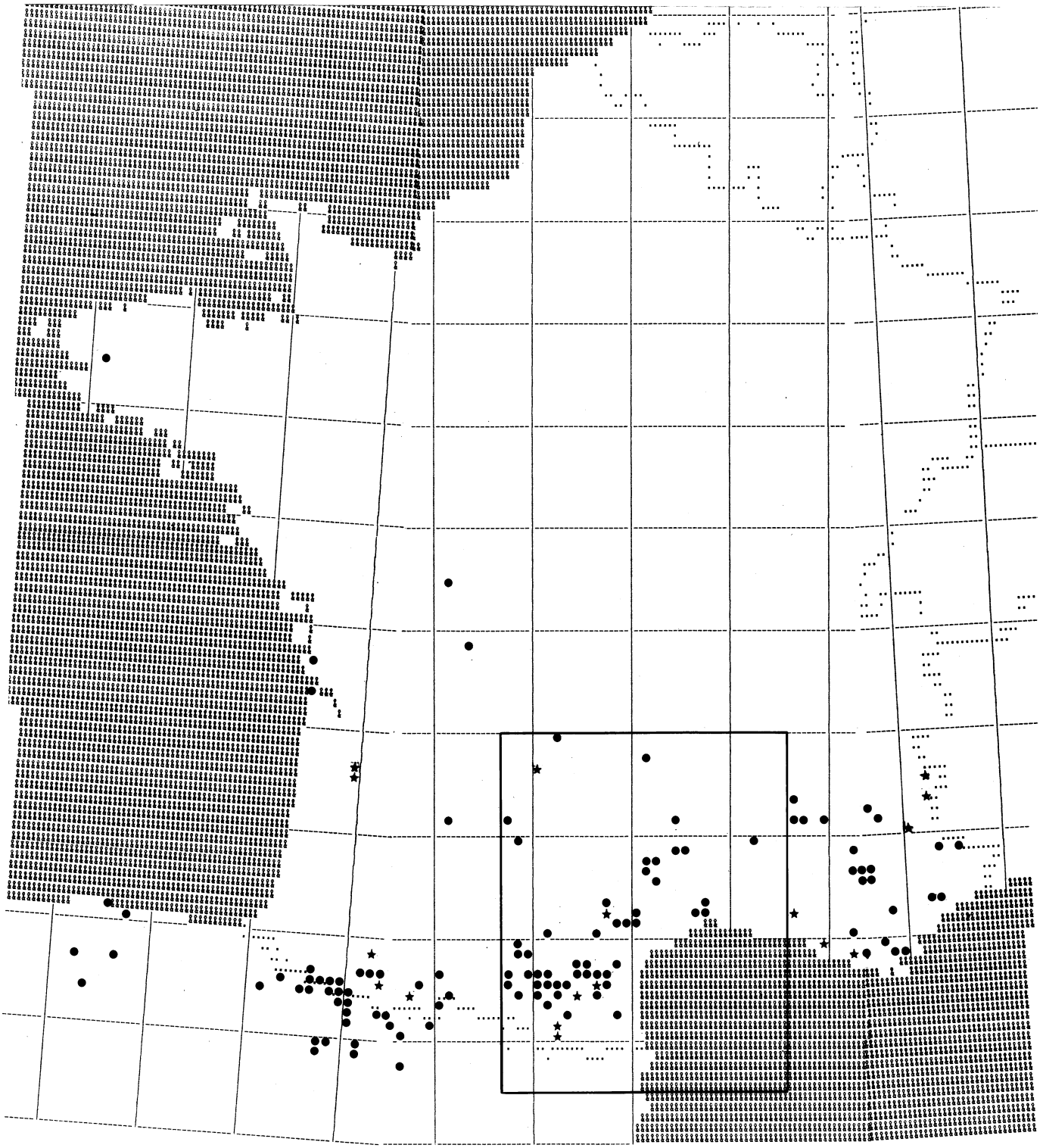
Carte 73 **Distribution de *Megabombus pascuorum kruegerianus* Rasmont, 1983b en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 37 spécimens, 33 données
● Après 1949: 12 spécimens, 12 données
Au total: 49 spécimens, 45 données



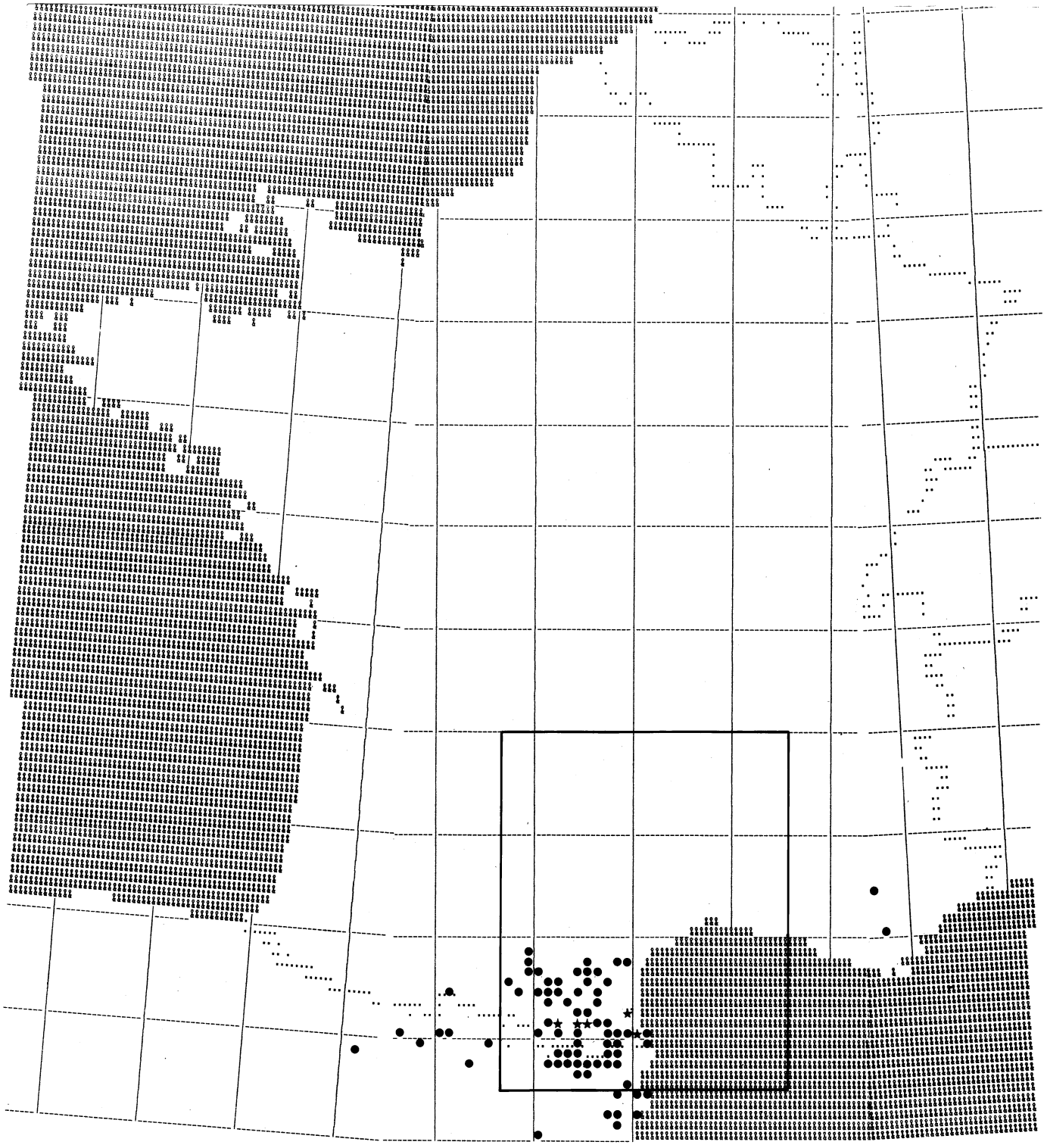
Carte 74 **Distribution de *Megabombus pascuorum maculatus* (Vogt, 1909) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 94 spécimens, 44 données
● Après 1949: 394 spécimens, 204 données
Au total: 488 spécimens, 248 données



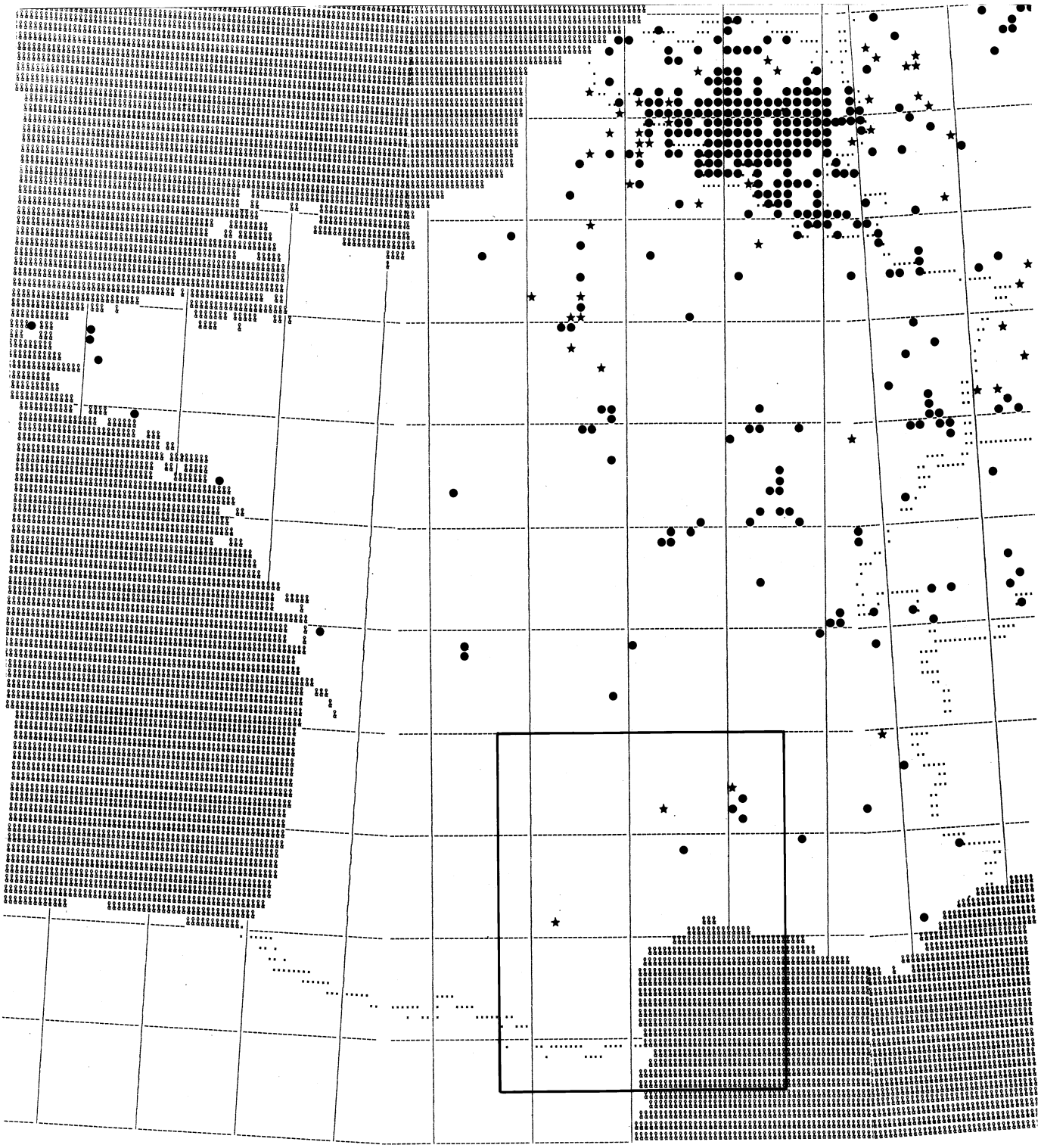
Carte 75 **Distribution de *Megabombus pascuorum rufocitrinus* (Krüger, 1931) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 30 spécimens, 11 données
● Après 1949: 292 spécimens, 132 données
Au total: 322 spécimens, 143 données



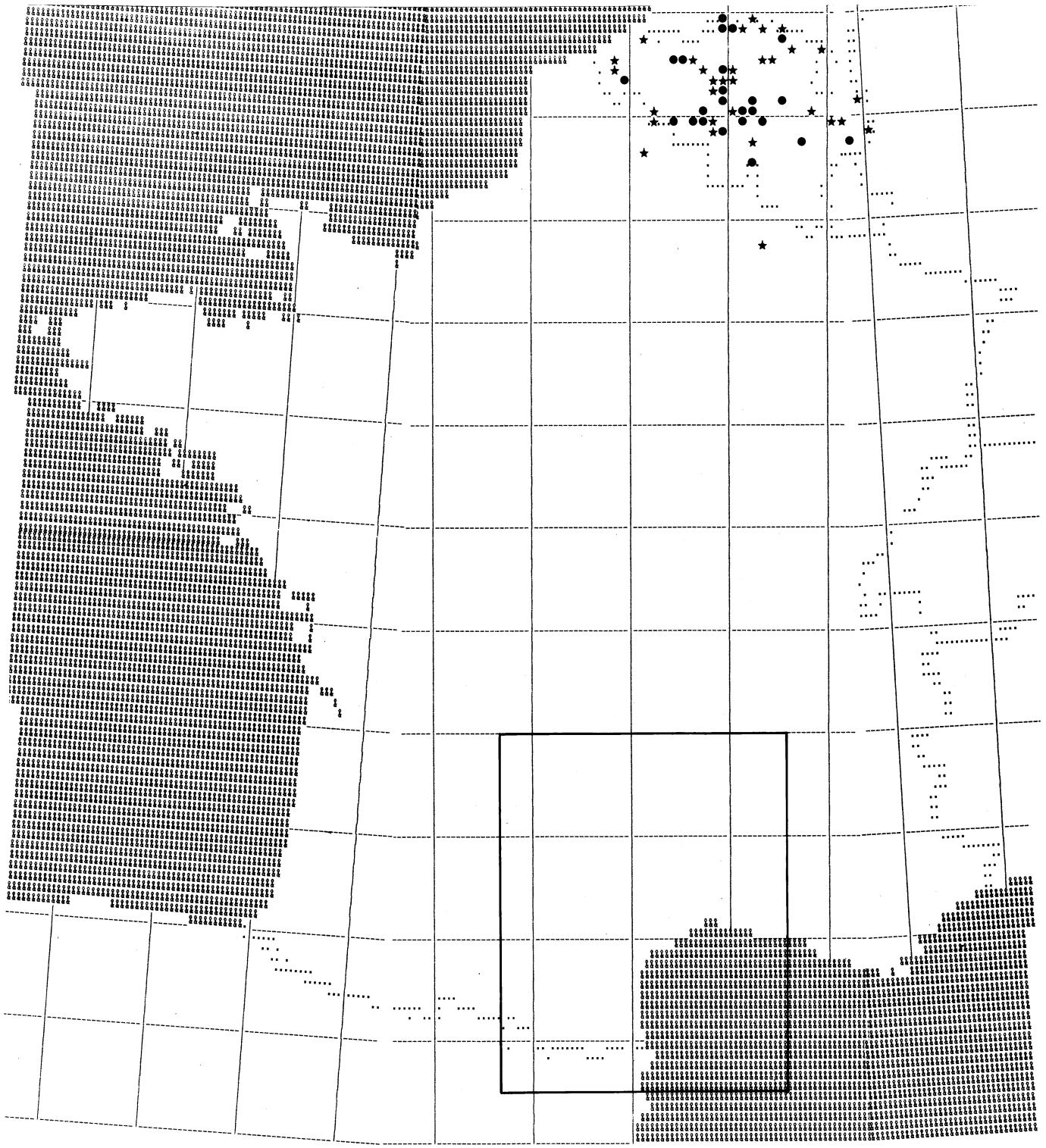
Carte 76 **Distribution de *Megabombus pascuorum floralis* (Gmelin, 1790) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 1421 spécimens, 238 données
● Après 1949: 3266 spécimens, 1982 données
Au total: 4687 spécimens, 2220 données



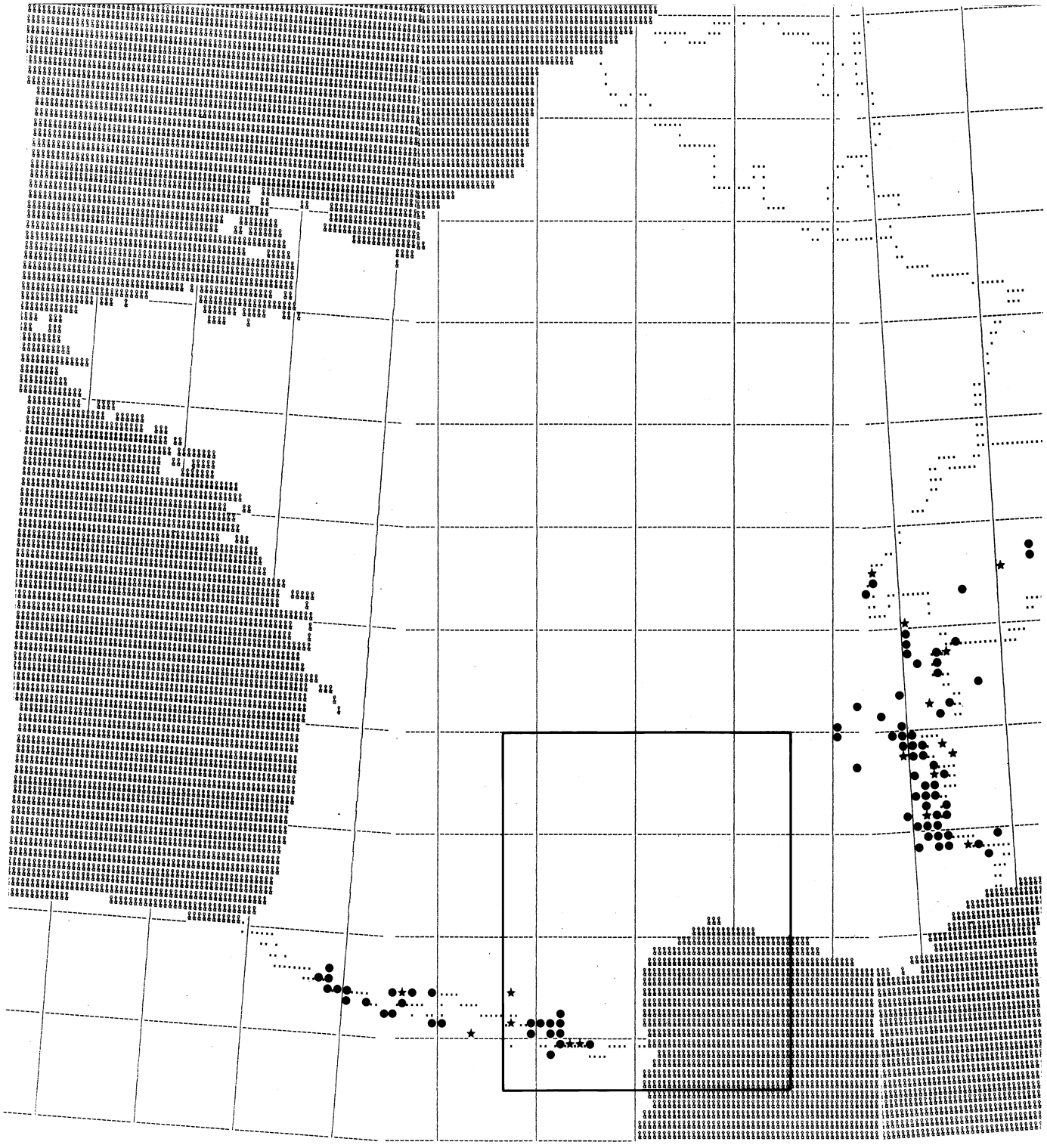
Carte 77 **Distribution de *Megabombus pascuorum moorselensis* (Ball, 1914) en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 450 spécimens, 239 données
● Après 1949: 73 spécimens, 45 données
Au total: 523 spécimens, 284 données



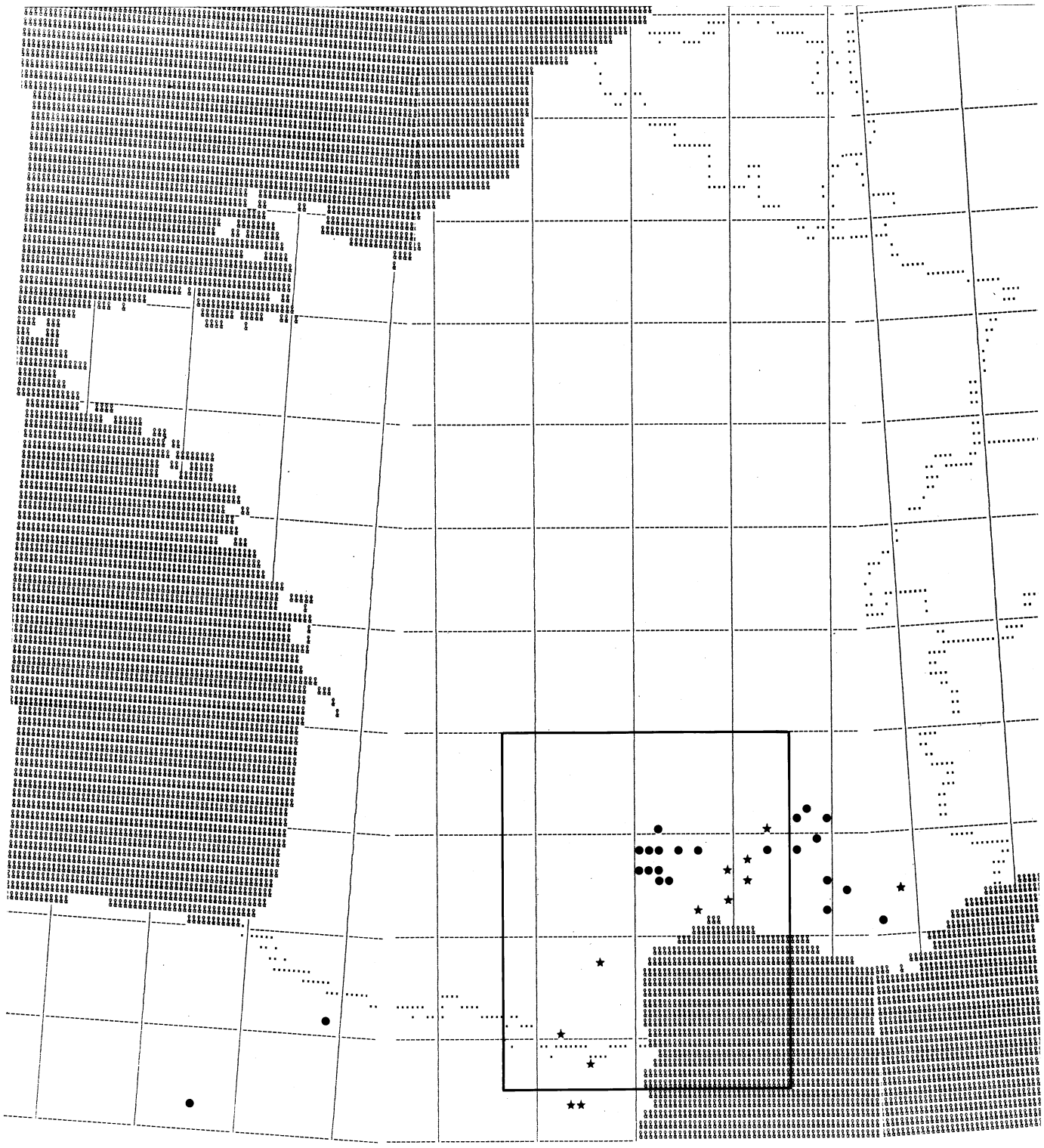
Carte 78 **Distribution de *Megabombus mucidus* (Gerstaecker, 1869), ssp. *mollis*, en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 216 spécimens, 68 données
● Après 1949: 602 spécimens, 302 données
Au total: 818 spécimens, 370 données



Carte 79 **Distribution de *Megabombus laesus* (Morawitz, 1875), ssp. *mocsaryi* (Kriechbaumer, 1877), en France, en Belgique et dans les régions limitrophes**

★ Avant 1950: 41 spécimens, 23 données
● Après 1949: 132 spécimens, 60 données
Au total: 173 spécimens, 83 données



12. Index taxonomique

Abeille domestique 11, 146
afghanus III
Aglae (Genus in Euglossini) 11
Allopsithyrus (Subgenus in Psithyrus) **44**, 131
  Allopsithyrus sp. **45**
  barbutellus 28, 35, 37, 38, 40, **45**, 85, 96, 104, 109, 122, 134, 137, **225** (carte)
  italicus 28, 45, **226** (carte)
  maxillosus 28, 35, 37, 38, 39, 40, **45**, 85, 93, 104, 121, **226** (carte)
Allopsithyrus sp. **45**
Alpigenobombus (Genus) **55**
  flavicante (= pyrenaicus)
  lefebvrei auctt. (= wurfleini)
  Nobilibombus (Subgenus) 55
  mastrucatus 29, 55, **240** (carte)
  pyrenaicus 30, 55, **240** (carte)
  wurfleini 29, 35, 37, 38, 41, **55**, 85, 93, 98, 106, 109, 123, 125, 137, **240** (carte)
Alpinobombus (Genus) **56**, 64, 65, 70, 73
  alpinus 30, 35, 38, **56**, 98, 104, **241** (carte)
  helleri 30, 56, **241** (carte)
alpinus 30, 35, 38, **56**, 98, 104, **241** (carte)
alpium 28, 46, 47, **228** (carte)
altaicus III
alticola 31, 51, 62, **251** (carte)
ancaricus 64
Anthophora calcarata 121
Anthophorinae 36, 121
  Anthophora calcarata 121
  Anthophorini 36, 121
  Eucerini 36
  Melectini 36
Anthophorini 36, 121
Apidae 11, 12
Apinae 11
  Abeille domestique 11, 146
  Apis mellifera 11, 146
Apis mellifera 11
Aplocheilidae (Poissons) 169
apollineus 62
appeninus 33, 71
argillaceus 31, 35, 38, 40, 45, 66, 67, **66**, 85, 96, 99, **258** (carte)
armeniacus 12
arvernicus 28, 46, **227** (carte)
Ashtonipsithyrus (Subgenus in Psithyrus) **42**
  bohemicus 27, 35, 37, 38, 40, **43**, 85, 104, 125, 134, **223**
  obenbergeri 27, 42
  perezi 27, 39, 40, 43
  vestalis 27, 35, 37, 38, 40, **42**, 85, 93, 104, 137, 121, 122, 125, **222** (carte)
asturiensis 32, 35, **68**, 93, 104, **262** (carte)
aurantiacus 33, 80
auricomus 50, III
avinoviellus III
bannitus 33
barbutellus 28, 35, 37, 38, 40, **45**, 85, 96, 104, 109, 122, 134, 137, **225** (carte)
bohemicus 27, 35, 37, 38, 40, **43**, 85, 104, 125, 134, **223** (carte)
bolivari 67
Bombias sensu lato (Genus) **50, III**
  Bombias (Subgenus) **50, III**
  Mendacibombus (Subgenus) 50, **51, III**
Bombias sensu stricto (Subgenus in Bombias) **50, III**
  auricomus 50, III
  nevadensis 50, III
Bombinae 11
Bombini 11
Bombus sensu lato 12
Bombus sensu stricto (Genus) **52**, 104
  congruens 29, 51, 52, 53, **235** (carte)
  cryptarum 29, 35, 37, 38, 43, 52, **53**, 55, 59, 65, 73, 78, 88, 93, 99, 104, 106, 109, 123, 125, 137, **236-238** (cartes)
  ferrugineus (= lusitanicus)
  flavoscutellaris (= magnus)
  latofasciatus (Bombus lucorum) 52
  latofasciatus (Bombus terrestris) 52
  lucorum sensu lato 54, 85
  lucorum sensu stricto 29, 35, 37, 38, 40, 42, 43, 51, **53**, 65, 68, 85, 93, 98, 104, 106, 107, 125, 129, 134, **235** (carte), lectotype 53, paralectotype 78
  lusitanicus 29, 52, **233-234** (cartes)
  luteostriatus (= magnus)
  magnus 29, 35, 37, 38, 43, **54**, 64, 65, 67, 70, 88, 93, 99, 104, 106, 109, 123, 125, 130, 137, **239** (carte)
  patagiatus 47
  reinigianus 29, 53, **236-238** (cartes)
  renardi 29, 40, 43
  sassaricus 29
  sporadicus 47
  Taxon A (= cryptarum)
  terrestris 29, 35, 37, 38, 40, 42, 51, **52**, 62, 67, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 121, 123, 125, 129, 137, 141, **233** (carte), lectotype 52
  xanthopus 29, 40
borealis 70, 71
Bourdons-Coucous (= Psithyrus) 11, 39, 40
brodmannicus 30, 35, 38, 47, **60**, 96, 99, 106, 113, **247** (carte)

campestris 28, 35, 37, 38, 40, **44**, 85, 96, 104, 125, 134, 137, **224** (carte)
chinensis III
cingulatus 40, 47
citrinofasciatus 74
citrinus 12
Confusibombus (Genus) **49**, 50
confusus **49**, 50, 85, 93, 98, 106, 122, 123, 125, 137, **231** (carte)
paradoxus 28, 49, **231** (carte)
congruens 29, 51, 52, 53, **235** (carte)
consobrinus 69, 107
convexus III
corsicola 32
cryptarum 29, 35, 37, 38, 43, 52, **53**, 55, 59, 65, 73, 78, 88, 93, 99, 104, 106, 109, 123, 125, 137, **236-238** (cartes)
Cullumanobombus (Subgenus in Pyrobombus) 55, **62**
apollineus 62
cullumanus 31, 35, 37, 38, **62**, 64, 85, 93, 99, 106, 122, 123, 125, 137, **252** (carte)
semenoviellus 47
serrisquama 31, 62, 82, **253** (carte)
cullumanus 31, 35, 37, 38, **62**, 64, 85, 93, 99, 106, 122, 123, 125, 137, **252** (carte)
Cyprinodontidae = Aplocheilidae (Poissons)
daghestanicus 74
decipiens 31, 61, **249-250** (cartes), lectotype 61
defector III
delmasi 30, 60, **247** (carte)
distinctus 12, 32, 75, **270** (carte)
distinguendus 32, 35, **72**, 85, 96, 99, **267** (carte)
dusmeti 34, 81
equestris (= veteranus)
ericetorum 30, 57, **242** (carte)
Eucerini 36
Eufriesea (Genus in Euglossini) 11
Euglossa (Genus in Euglossini) 11
Euglossini 11
Aglae 11
Eufriesea 11
Euglossa 11
Eulaema 11
Exaerete 11
Eulaema (Genus in Euglossini) 11
eurynotus 31, 66, 67, **259** (carte)
Eversmannibombus (= Thoracobombus)
Exaerete (Genus in Euglossini) 11
Fernaldaepsithyrus (Subgenus in Psithyrus) 37, **46**, I
alpium 28, 46, 47, **228** (carte)
arvernicus 28, 46, **227** (carte)
flavidus 12, 28, 35, 37, 40, **46**, 47, 49, 123, 125, **228** (carte)
globosus 28, 46, **227** (carte)
lutescens 28, 46, 47, **228** (carte), lectotype 46
meridionalis (Psithyrus) 12, 28, 46, **227** (carte)
norvegicus 28, 35, 37, 38, 40, 47, 48, **49**, 85, 96, 104, 122, 125, 134, 137, **230** (carte)
quadricolor 28, 35, 37, 38, 40, **46**, 88, 96, 104, 125, 134, **227** (carte)
sylvestris 28, 35, 37, 40, 47, **48**, 49, 85, 93, 104, 125, 130, 134, **229** (carte)
ferrugineus (= lusitanicus)
flavicante (= pyrenaicus **syn. nov.**)
flavidus 12, 28, 35, 37, 40, **46**, 47, 49, 123, 125, **228** (carte)
flavissimus 31, 51, 52, 62, 76, **251** (carte)
flavoscutellaris (= magnus)
floralis 34, 78, 80, **291** (carte)
Fraternobombus 50
freygessneri 34, 80, **287** (carte)
germanicus 71
gerstaeckeri 32, 35, 37, 38, **69**, 96, 99, 106, 113, 122, 123, 125, 131, 137, **263** (carte)
globosus 28, 46, **227** (carte)
handlirschianus III
helleri 30, 56, **241** (carte)
himalayanus III
hortorum 32, 35, 37, 38, 40, 45, **68**, 69, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 109, 123, 125, 131, 132, 137, **261** (carte), lectotype 68
humilis 33, 35, 37, 40, 44, **79**, 85, 93, 98, 107, 108, 123, 125, 130, 132, 137, **278-279** (cartes)
hypnorum 30, 35, 37, 38, 40, 45, 49, **57**, 78 85, 96, 99, 104, 107, 108, 109, 123, 125, 130, 132, 137, **242** (carte), lectotype 57, paralectotype 78
hypsophilus 31, 60, **248** (carte)
inexspectatus 11, 33, 35, 38, **77**, **276** (carte)
intermedius 81
iranicus 12
italicus 28, 45, **226** (carte)
jonellus 30, 35, 37, 38, 40, 47, **59**, 73, 85, 93, 99, 109, 121, 122, 123, 125, 137, **245** (carte)
jonghei **ssp. nov 32**
Kallobombus (Subgenus in Pyrobombus) **64**, 65
ancaricus 64
lectitatus 31, 46, 64, **257** (carte)
proteus 31, 46, 64, **256** (carte)
soroeensis 31, 35, 37, 38, 40, 46, **64**, 85, 93, 99, 104, 106, 107, 109, 125, 134, **254-257** (cartes)
kruegerianus 34, 81, **288** (carte)
Laesobombus (= Thoracobombus)
laesus 34, 35, 37, 38, 78, **82**, 96, 104, 121, 122, 125, 142, **294** (carte)
laevis 78
lapidarius 31, 35, 37, 38, 40, 41, **61**, 64, 67, 75, 85, 93, 98, 104, 107, 108, 123, 125, 132, 137, **249** (carte), lectotype 61
lapponicus sensu lato (auctt.) 47, 60
lapponicus sensu stricto 40, 60
latofasciatus (Bombias mendax) 12, 29, 50, 51, 52, 53, 76, **232** (carte), III
latofasciatus (Bombus alticola) 52
latofasciatus (Bombus lucorum) 52
latofasciatus (Bombus terrestris) 52
latreillellus 32, 70, 71, **264** (carte)
lectitatus 31, 46, 64, **257** (carte)
lefebvrei 55

liguriensis **ssp. nov.** 32, **70**, 71, **264-266** (cartes)
lucorum sensu lato 54, 85
lucorum sensu stricto 29, 35, 37, 38, 40, 42, 43, 51, **53**, 65, 68, 85, 93, 98, 104, 106, 107, 125, 129, 134, **235** (carte), lectotype 53, paralectotype 78
lugubris III
lusitanicus 29, 52, **233-234** (cartes)
luteostriatus (= magnus)
lutescens 28, 46, 47, **228** (carte), lectotype 46
maculatus 34, 80, **289** (carte)
magnus 29, 35, 37, 38, 43, **54**, 64, 65, 67, 70, 88, 93, 99, 104, 106, 109, 123, 125, 130, 137, **239** (carte)
makarjini 50, III
margreiteri III
martes 30, 59, **245** (carte)
marussinus III
mastrucatus 29, 55, **240** (carte)
maxillosus 28, 35, 37, 38, 39, 40, **45**, 85, 93, 104, 121, **226** (carte)
Megabombus (Genus) **65**, 70
  Eversmannibombus (= Thoracobombus)
  Laesobombus (= Thoracobombus)
  Megabombus sensu stricto (Subgenus) **66**
  Mucidobombus (= Thoracobombus)
  Odontobombus (= Megabombus sensu lato)
  Rhodobombus (Subgenus) 64, 65, **73**
  Subterraneobombus (Subgenus) 64, 65, **70**
  Thoracobombus (Subgenus) **74**
Megabombus sensu stricto (Subgenus in Megabombus) **66**
  argillaceus 31, 35, 38, 40, 45, 66, 67, **66**, 85, 96, 99, **258** (carte)
  asturiensis 32, 35, **68**, 93, 104, **262** (carte)
  bolivari (=ruderatus sensu stricto)
  consobrinus 69, 107
  corsicola 32
  eurynotus 31, 66, 67, **259** (carte)
  gerstaeckeri 32, 35, 37, 38, **69**, 96, 99, 106, 113, 122, 123, 125, 131, 137, **263** (carte)
  hortorum 32, 35, 37, 38, 40, 45, **68**, 69, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 109, 123, 125, 131, 132, 137, **261** (carte), lectotype 68
  jonghei **ssp. nov 32**
  ruderatus 31, 35, 37, 38, 40, 45, 66, **67**, 85, 93, 98, 107, 121, 125, **259-260** (cartes)
  sardiniensis 32
Melanobombus (Subgenus in Pyrobombus) 55, **61**
  alticola 31, 51, 62, **251** (carte)
  decipiens 31, 61, **249-250** (cartes), lectotype 61
  flavissimus 31, 51, 52, 62, 76, **251** (carte)
  lapidarius 31, 35, 37, 38, 40, 41, **61**, 64, 67, 75, 85, 93, 98, 104, 107, 108, 123, 125, 132, 137, **249** (carte), lectotype 61
  latofasciatus (Pyrobombus sicheli) 52
  sicheli 31, 35, 37, 38, 40, 41, 51, **62**, 74, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **251** (carte)
Melectini 36
Melipona (Genus in Meliponinae) 11
Meliponinae 11
  Melipona 11
  Meliponini 50
  Meliponula 11
  Trigona 11
Meliponini 50
Meliponula (Genus in Meliponinae) 11
melleofacies 34
Mendacibombus (Subgenus in Bombias) **comb. nov.** 50, **51**, **III**
  afghanus III
  altaicus III
  avinoviellus III
  chinensis III
  convexus III
  defector III
  handlirschianus III
  himalayanus III
  latofasciatus (Bombias mendax) 12, 29, 50, 51, 52, 53, 76, **232** (carte), III
  lugubris III
  makarjini 50, III
  margreiteri III
  marussinus III
  mendax 29, 35, 37, 38, 50, **51**, 61, 85, 93, 98, 106, 123, 125, 137, **232** (carte), III
  mendax latofasciatus 52
  pyrenes (= Bombias mendax latofasciatus)
  rufitarsis III
  shaposhnikovi III
  superbus III
  turkestanicus III
  varius III
  waltoni III
mendax 29, 35, 37, 38, 50, **51**, 61, 85, 93, 98, 106, 123, 125, 137, **232** (carte), III
meridionalis 12, 28, 46, **227** (carte)
mesomelas 32, 35, 37, 38, 62, **74**, 82, 85, 93, 98, 123, 125, 137, **269** (carte)
Metapsithyrus (subgenus in Psithyrus) **44**
  campestris 28, 35, 37, 38, 40, **44**, 85, 96, 104, 125, 134, 137, **224** (carte)
mocsaryi 34, 82, **294** (carte)
modestus 47
mollis 34, 81, **293** (carte), lectotype 81
montanus 33, 76, 77, **273-275** (cartes), lectotype 77
monticola 31, 35, 37, 38, 40, 47, **60**, 85, 93, 98, 123, 125, 137, **248** (carte)
moorselensis 34, 81, **292** (carte)
Mucidobombus (= Thoracobombus)
mucidus 34, 35, 37, 38, **81**, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **293** (carte)
muscorum 33, 35, 37, 38, **77**, 79, 85, 93, 99, 121, 122, 125, 130, 142, **277** (carte), lectotype 77
narbonensis 74
nevadensis 50, III
nigrescens 32, 75, **270-271** (cartes)
Nobilibombus (Subgenus in Alpigenobombus) 55
norvegicus 28, 35, 37, 38, 40, 47, 48, **49**, 85, 96, 104, 122, 125, 134, 137, **230** (carte)
notomelas (= humilis sensu stricto)

obenbergeri 27, 42
Odontobombus (= Megabombus sensu lato)
paradoxus 28, 49, **231** (carte)
paraurantiacus 33, 80, **283** (carte)
pascuorum 34, 35, 37, 38, 40, 44, 58, 61, 62, **80**, 81, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 123, 125, 130, 132, 137, **285-286** (cartes)
patagiatus 47
perezi 27, 39, 40, 43
pereziellus 33, 71
Poissons, Aplocheilidae 169
pomorum 32, 35, 37, 38, 40, 85, 93, 98, 122, 125, 129, 130, 134, **268** (carte)
pratorum 30, 35, 37, 38, 40, 48, **58**, 61, 64, 68,85, 93, 98, 104, 107, 108, 122, 125, 134, **244** (carte), lectotype 58
proteus 31, 46, 64, **256** (carte)
Psithyrus (Genus) 11, 12, 27, **39**, 40, 50, 104, 109, 113, 121
  Bourdons-Coucous 11, 39, 40
  iranicus 12
  Allopsithyrus (Subgenus) **44**, 131
  Ashtonipsithyrus (Subgenus) **42**
  Fernaldaepsithyrus 37, **46**, I
  Metapsithyrus (subgenus) **44**
  Psithyrus sensu stricto (Subgenus)
Psithyrus sensu stricto (Subgenus)
  pyrenaeus (Psithyrus rupestris) 41
  rupestris 27, 35, 37, 40, **41**, 85, 93, 104, 125, 130, 134, 137, **221** (carte)
  vasco 27, 41, **221** (carte)
pyrenaeus (Psithyrus rupestris) 41
pyrenaeus (Pyrobombus) 30, 35, 37, 38, 47, **59**, 61, 76, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **246** (carte), lectotype 59
pyrenaicus 30, 55, **240** (carte)
pyrenes (= Bombias mendax latofasciatus)
Pyrobombus (Genus) 55, **57**
  Cullumanobombus (Subgenus) 55, **62**
  Kallobombus (Subgenus) **64**, 65
  Melanobombus (Subgenus) 55, **61**
  Pyrobombus s.s. (Subgenus) 104
  Sibiricobombus (Subgenus) 50
Pyrobombus sensu stricto (Subgenus in Pyrobombus) 104
  brodmannicus 30, 35, 38, 47, **60**, 96, 99, 106, 113, **247** (carte)
  cingulatus 40, 47
  delmasi 30, 60, **247** (carte)
  ericetorum 30, 57, **242** (carte)
  hypnorum 30, 35, 37, 38, 40, 45, 49, **57**, 78 85, 96, 99, 104, 107, 108, 109, 123, 125, 130, 132, 137, **242** (carte), lectotype 57, paralectotype 78
  hypsophilus 31, 60, **248** (carte)
  jonellus 30, 35, 37, 38, 40, 47, **59**, 73, 85, 93, 99, 109, 121, 122, 123, 125, 137, **245** (carte)
  lapponicus sensu lato (auctt.) 47, 60
  lapponicus sensu stricto 40, 60
  martes 30, 59, **245** (carte)
  modestus 47
  monticola 31, 35, 37, 38, 40, 47, **60**, 85, 93, 98, 123, 125, 137, **248** (carte)
  pratorum 30, 35, 37, 38, 40, 48, **58**, 61, 64, 68,85, 93, 98, 104, 107, 108, 122, 125, 134, **244** (carte), lectotype 58
  pyrenaeus (Pyrobombus) 30, 35, 37, 38, 47, **59**, 61, 76, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **246** (carte), lectotype 59
  rondoui 31, 60, **248** (carte)
  santonae 30, 58
  tatranus 30, 58
  tenuifasciatus 30, 59, **246** (carte)
  yarrowianus 30, 59, **245** (carte)
quadricolor 28, 35, 37, 38, 40, **46**, 88, 96, 104, 125, 134, **227** (carte)
quasimuscorum 33, 80, **282** (carte)
reinigianus 29, 53, **236-238** (cartes)
renardi 29, 40, 43
Rhodobombus (Subgenus in Megabombus) 64, 65, **73**
  armeniacus 12
  lefebvrei Lepeletier (= pomorum)
  mesomelas 32, 35, 37, 38, 62, **74**, 82, 85, 93, 98, 123, 125, 137, **269** (carte)
  pomorum 32, 35, 37, 38, 40, 85, 93, 98, 122, 125, 129, 130, 134, **268** (carte)
rogenhoferi 74
rondoui 31, 60, **248** (carte)
ruderarius 33, 35, 37, 38, 62, **76**, 77, 85, 96, 98, 106, 107, 125, 130, 134, **273-274** (carte)
ruderatus 31, 35, 37, 38, 40, 45, 66, **67**, 85, 93, 98, 107, 121, 125, **259-260** (carte)
rufitarsis III
rufocitrinus 34, 80, **290** (carte)
rufostriatus 81
rupestris 27, 35, 37, 40, **41**, 85, 93, 104, 125, 130, 134, 137, **221** (carte)
santonae 30, 58
sardiniensis 32
sassaricus 29
Scarabaeidae (Coleoptera) 7, 13
scyllonius 33, 79, **277** (carte)
semenoviellus 47
serrisquama 31, 62, 82, **253** (carte)
shaposhnikovi III
Sibiricobombus (Subgenus in Pyrobombus) 50
sicheli 31, 35, 37, 38, 40, 41, 51, **62**, 74, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **251** (carte)
sladeni 78
smithianus 34
sordidus 33, 80, **281** (carte)
soroeensis 31, 35, 37, 38, 40, 46, **64**, 85, 93, 99, 104, 106, 107, 109, 125, 134, **254-257** (cartes)
sporadicus 47
staudingerioides 33, 78, 80, **280** (carte)
Subterraneobombus (Subgenus in Megabombus) 64, 65, **70**
  borealis 70, 71
  distinguendus 32, 35, **72**, 85, 96, 99, **267** (carte)
  germanicus 71
  latreillellus 32, 70, 71, **264** (carte)
  liguriensis **ssp. nov.** 32, **70**, 71, **264-266**

(cartes)
subterraneus 32, 35, 37, 38, **70**, 71, 85, 93, 98, 106, 122, 125, 134, **264** (carte), lectotype 70
tectosagorum 32, 70, 71, **264-265** (cartes)
subterraneus 32, 35, 37, 38, **70**, 71, 85, 93, 98, 106, 122, 125, 134, **264** (carte), lectotype 70
superbus III
sylvarum 32, 35, 37, 38, 40, **74**, 75, 80, 85, 93, 98, 106, 107, 108, 122, 125, 132, 134, **270** (carte), lectotype 74
sylvarum sensu stricto 12, 32, 75, **270** (carte)
sylvestris 28, 35, 37, 40, 47, **48**, 49, 85, 93, 104, 125, 130, 134, **229** (carte)
tatranus 30, 58
Taxon A (= cryptarum)
tectosagorum 32, 70, 71, **264-265** (cartes)
tenuifasciatus 30, 59, **246** (carte)
terrestris 29, 35, 37, 38, 40, 42, 51, **52**, 62, 67, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 121, 123, 125, 129, 137, 141, **233** (carte), lectotype 52
Thoracobombus (Subgenus in Megabombus) **74**
appeninus 33, 71
aurantiacus 33, 80
bannitus 33
citrinofasciatus 74
daghestanicus 74
distinctus (= sylvarum s.s.)
dusmeti 34, 81
equestris (= veteranus)
Eversmannibombus (= Thoracobombus)
floralis 34, 78, 80, **291** (carte)
freygessneri 34, 80, **287** (carte)
humilis 33, 35, 37, 40, 44, **79**, 85, 93, 98, 107, 108, 123, 125, 130, 132, 137, **278-279** (cartes)
inexspectatus 11, 33, 35, 38, **77**, **276** (carte)
intermedius 81
kruegerianus 34, 81, **288** (carte)
laesus 34, 35, 37, 38, 78, **82**, 96, 104, 121, 122, 125, 142, **294** (carte)
laevis 78
maculatus 34, 80, **289** (carte)
melleofacies 34
mocsaryi 34, 82, **294** (carte)
mollis 34, 81, **293** (carte), lectotype 81
montanus 33, 76, 77, **273-275** (cartes), lectotype 77
moorselensis 34, 81, **292** (carte)
Mucidobombus 74
mucidus 34, 35, 37, 38, **81**, 85, 93, 99, 123, 125, 137, **293** (carte)
muscorum 33, 35, 37, 38, **77**, 79, 85, 93, 99, 121, 122, 125, 130, 142, **277** (carte), lectotype 77
narbonensis 74
nigrescens 32, 75, **270-271** (cartes)
notomelas (= humilis sensu stricto)
paraurantiacus 33, 80, **283** (carte)
pascuorum 34, 35, 37, 38, 40, 44, 58, 61, 62, **80**, 81, 85, 96, 98, 104, 106, 107, 108, 123, 125, 130, 132, 137, **285-286** (cartes)
pereziellus 33, 71
quasimuscorum 33, 80, **282** (carte)
rogenhoferi 74
ruderarius 33, 35, 37, 38, 62, **76**, 77, 85, 96, 98, 106, 107, 125, 130, 134, **273-274** (cartes)
rufocitrinus 34, 80, **290** (carte)
rufostriatus 81
scyllonius 33, 79, **277** (carte)
sladeni 78
smithianus 34
sordidus 33, 80, **281** (carte)
staudingerioides 33, 78, 80, **280** (carte)
sylvarum 32, 35, 37, 38, 40, **74**, 75, 80, 85, 93, 98, 106, 107, 108, 122, 125, 132, 134, **270** (carte), lectotype 74
sylvarum sensu stricto 12, 32, 75, **270** (carte)
tristis 33, 80, **284** (carte)
veteranus 33, 35, 37, 38, **76**, 85, 96, 99, 123, 125, 129, 137, **272** (carte)
volcarum (= muscorum sensu stricto)
Trigona (Genus in Meliponinae) 11
tristis 33, 80, **284** (carte)
turkestanicus III
varius III
vasco 27, 41, **221** (carte)
vestalis 27, 35, 37, 38, 40, **42**, 85, 93, 104, 137, 121, 122, 125, **222** (carte)
veteranus 33, 35, 37, 38, **76**, 85, 96, 99, 123, 125, 129, 137, **272** (carte)
volcarum (= muscorum sensu stricto)
waltoni III
wurfleini 29, 35, 37, 38, 41, **55**, 85, 93, 98, 106, 109, 123, 125, 137, **240** (carte)
xanthopus 29, 40
yarrowianus 30, 59, **245** (carte)

13. Index thématique

abondance 131, 165, 169, 170, 175, 184, 186
  abondance moyenne 184
  abondance relative 169, 170, 175, 186
absence de données 36
Aconit 69, 96, 104, 106, 113, 181, 182
affinités fauniques 181, 182
Afrique du Nord 158
agressivité 167
alimentation 8, 83
Allemagne 13, 149, 151, 159
allométrie 66
Alpes 9, 12, 36, 147, 148, 150, 155, 157, 158
Alpes Ligures 153
Alsace 36
altération des biotopes ouverts 185
altération des ressources florales 173
altitude 11, 18, 36, 37, 38, 40, 41, 82, 123, 125, 126, 127, 134, 141, 142, 143, 146, 147, 149, 151, 156, 182
Amérique du Sud 11
analyse des fidélités 122
analyse des préférences alimentaires 181
analyse en composantes principales 21, 26, 84, 114, 123, 141, 181, 182, VI, VII, IX, X, XIII, XIV, XVII, XX
analyse factorielle des correspondances, 25
analyse faunique 20
analyse statistique 20
  analyses multivariées 20
  analyse en composantes principales 21, 26, 84, 114, 123, 141, 181, 182, VI, VII, IX, X, XIII, XIV, XVII, XX
  analyse factorielle des correspondances, 25
  analyse des fidélités 122
  average linkage cluster analysis 23
  carré de contingence 22
  chaînage 121
  coefficient de corrélation 22, 26
  coefficient de corrélation de point 22
  corrélation 22, 26, 122, 126
  degrés de liberté 163
  dendrogramme 84, 85, 86, 121, 122, 134, 141, 163, 20, 23, 26
  distance euclidienne 23, 114, 121, 122
  échantillonnage 5, 16, 18, 24, 36
  fidélité 21, 122, 182
  gestion des données 19
  logiciel 19, 20, 22
  matrice de corrélation 22, 23, 25, 26, 84, 114, 121, 122
  matrice de distance euclidienne 26, 84
  matrice de données 20
  matrice de fidélité 21, 23, 114, 122, 134, 163
  matrice de présence-absence 20, 23, 114, 121
analyse statistique (suite)
  matrice des visites 25
  méthode de Ward 23, 26, 84, 114, 121, 122
  méthode du lien moyen 23, 26, 84, 114, 121, 122
  méthodes de groupement 20
  particularités de l'échantillonnage 16
  pertinence des groupes 21
  saisie des données 19
  sommation des observations de visites XLI
  somme des données 17, 36, 218, 220
  tableau de contingence 21
  taxonomie numérique 47, 48, 49, II
  variable binaire 21
  variables 21
  Ward's minimum variance cluster analysis 23
Anatolie 60, 66, 148, 157
Andorre 13
Angleterre 8, 149
Apennins 153
Aplocheilidae 169
appauvrissement 7, 8
Aragon 13
arbres fruitiers 175
arctique 147, 148, 151, 184
Ardèche 13, 17
aridité 152
Ariège 13, 17
Arménie 148
Arten des offenen Geländes 128, 129, 131
Artenkreis 4
Asie Mineure 155, 158, 184
associations d'espèces 121
Atlantique 41
Atlas du Languedoc-Roussillon 7
Aude 13, 17
automobile 173, 174, 186
autres facteurs d'abondance 168
average linkage cluster analysis 23
Aveyron 9, 13, 17, 63
Bade-Wurtemberg 13
Baden 9
Baden-Wurtemberg 162
Balkans 148, 153, 155, 159, 162, 163
Banque de Données fauniques de Gembloux 7, 19, 181
banque de données écologiques 7
BASIC I
Basse-Autriche 159
Belgique 5, 8, 9, 13, 15, 18, 34, 35, 36, 39, 44, 149, 150, 151, 152, 169, 220
bibliographie 191
Biterrois 17
Bleuet 176

Boraginaceae 90, 96, 98, 99, 104, 106, 113, 181
botanique (voir aussi *fleurs butinées*)
Aconit 69, 96, 104, 106, 113, 181, 182
Bleuet 176
Boraginaceae 90, 96, 98, 99, 104, 106, 113, 181
Carduae 104, 170, 176, 181, 186
Cartes de la Végétation 13
Chardons 176
Colza 106, 174, 176
Compositae 84, 85, 90, 93, 96, 99, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 173, 175, 181, 185, 186
cultures fourragères 72, 175
cultures fruitières 176
Dipsacaceae 85, 104, 181
diversité florale 177, 179
entomofaune floricole 8
Ericaceae 84, 85, 88, 90, 93, 96, 99, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 175, 181, 182, 186
Féverole 176
Grossulariaceae 96, 104, 181
Labiatae 84, 85, 87, 90, 93, 96, 104, 106, 108, 113, 175, 181, 186
Légumineuses à graines 176
Légumineuses fourragères 176
Leguminosae 84, 85, 90, 96, 98, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 173, 175, 176, 177, 181, 185, 186
Luzerne 176
Myrtiller 59
Onagraceae 84, 85, 96, 99, 104, 113, 181, 182
Pissenlit 176
Pois 176
Ranunculaceae 85, 90, 96, 99, 104, 106, 181
Rosaceae 84, 85, 88, 90, 96, 97, 99, 104, 108, 113, 170, 175, 181, 182, 185, 186
Sainfoin 176
Scrophulariaceae 85, 90, 93, 104, 106, 181
Tabac 176
Trèfle 72, 167, 176, 177, 186
Trèfle incarnat 177
Trèfle rouge 176
Umbelliferae 85, 104, 181
bourdons-coucous 39
Bretagne 36, 148, 149
cadre géographique 13, 211
cadre systématique 11
Camargue 17, 36
Campanulaceae 106
Cantal 13, 16
Carcassonne 17
Carduae 104, 170, 176, 181, 186
Carélie 151
Carlit 69
carré de contingence 22
Cartes de la Végétation 13
cartes de distribution 20, 181
cartographie 7
Catalogne 13
catalogue 13, 27, 181
catalogue commenté 8
Caucase 60, 78, 148, 157
causes anthropiques de régression 169
causes climatiques de régression 169
causes de régression 8, 169
Causse de Lanhac 64
Causse du Comtal 63
Causse du Larzac 158, 167
centre de dispersion secondaire 156
centre de la France 9
Cerdagne 17, 42, 61, 63, 67, 167, 168, 185
Cérinthe 60, 96, 106, 113, 182
chaînage 121
Champagne-Ardenne 36
Chardons 176
chevaux 176
classe écologique de lisières 130
classification 11, 12, 50, 55
classification 163
classification écologique 131, 134, 139, 140, 143, 159, 160, 162
classification écologique de Pittioni 159
clé de détermination 8, 12
climat
(voir aussi *glaciations*)
arctique 147, 148, 151, 184
aridité 152
climat 4, 6, 50, 79, 143, 152, 166, 172, 173, 177, 183, 185
climat atlantique 183
climat continental 183
distribution climatique potentielle 182
environnement instable 166
gamme potentielle d'altitude 143
gamme potentielle de latitude 143
isothermes 143, 146, 147, 151
Lentille de Gorodkov 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 172, 173, 182, 183
limite sud 148
Mistral 79
modèle de Gorodkov (voir Lentille de Gorodkov)
optimum Atlantique 155
Petit Age Glaciaire 53, 150, 172, 173, 185
précipitations 213, 13
relief 13
température 13, 143, 151, 182, 214, 215
Tramontane 55, 79
vent 79
zone de sécheresse de Lumaret 42, 48, 50, 53, 67, 68, 72, 79, 216
climat atlantique 183
climat continental 183
cline 70
coefficient de corrélation 26
coefficient de corrélation de point 22
Col de Vars 69
Col d'Allos 69
Col de la Cayolle 69
collecte entomologique 173, 174, 186
collections privées 14
Colza 106, 174, 176
combinaison nouvelle 50, 51

Commission internationale de Nomenclature zoologique 78
compétition interspécifique 166, 168
complexe de limite zoogéographique 143
composante géohistorique 126
Compositae 84, 85, 90, 93, 96, 99, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 173, 175, 181, 185, 186
concurrence intra-spécifique 134, 150, 167
connotations 7, 8
constitution de groupes fauniques 114
core-species 166
corrélation 122, 126
Corse 5, 27, 39, 43, 152, 166, 187
Cotentin 36
Côte d'Azur 66
Côte-d'Or 36
Côtes-du-Nord 36
couloir steppique 158
crystallophile 157
cultures fourragères 72, 175
cultures fruitières 176
Cyprinodontidae = Aplocheilidae (Poissons)
DDT 175
dégradation anthropique 173
dégradation climatique 173
degrés de liberté 163
demi-Lentille de Gorodkov 151
dendrogramme 84, 85, 86, 121, 122, 134, 141, 163, 20, 23, 26
densité de population 169
densité de population de bourdons 185
dérive faunique
altération des biotopes ouverts 185
altération des ressources florales 173
appauvrissement 7, 8
autres facteurs d'abondance 168
causes anthropiques de régression 169
causes climatiques de régression 169
causes de régression 8, 169
collecte entomologique 173, 174, 186
DDT 175
dégradation anthropique 173
dégradation climatique 173
densité de population 169
densité de population de bourdons 185
dérive faunique 7, 8, 143, 169, 170, 173, 181, 185, 186
dérive faunique négative 8
dérive faunique positive 8
désherbage 175, 177, 186
désherbage des cultures 177
désherbage des talus 175, 186
diminution des ressources florales 185
discussion sur les causes possibles de la dérive faunique 173
disparition 173
disponibilité des ressources 168
diversité spécifique 166, 167
élevage ovin 177
enrichissement 7, 8
évaluation de la dérive faunique chez les bourdons de Belgique 169
dérive faunique (suite)
expansion 7, 8, 72, 75, 76, 169, 170, 172, 175, 181, 186
extension des forêts 179
faunistic drift 8
fumure azotée 176, 186
insecticides 175, 186
insecticides organophosphorés 175, 186
jachère 175, 177
modification de la faune 8
nettoyage des talus 175
paysage agricole 176
prairies 175, 176, 186
pratiques culturales 173, 186
productions agricoles de la Belgique 176
prospérité d'une espèce 131, 141, 165, 175
population potentielle 175, 186
pyréthrines 175
régression 7, 8, 41, 49, 63, 72, 75, 76, 80, 140, 169, 170, 172, 173, 175, 177, 179, 181, 185, 186
réseau autoroutier 175, 186
réseau routier 174
superficie boisée 175, 186
vergers 175, 176
dérive faunique négative 8
dérive faunique positive 8
dérive génétique 7, 146
désherbage 175, 177, 186
des cultures 177
des talus 175, 186
détermination 48, I
diapause 152
différences physiologiques subspécifiques 152
Dijon 18
diminution des ressources florales 185
Dipsacaceae 85, 104, 181
discussion 103, 143, 173
discussion sur les causes possibles de la dérive faunique 173
disparition 173
dispersion 165
disponibilité des ressources 168
distance de vol 167
distance euclidienne 23, 114, 121, 122
distribution 82, 109, 131, 134, 146, 155
distribution climatique potentielle 182
distribution des groupes écogéographiques 138
distribution écologique 172, 182, 184
distribution potentielle 143, 145, 146
distribution types 162
diversité biogéographique 6
diversité florale 177, 179
diversité spécifique 166, 167
Documents pour un Atlas du Languedoc-Roussillon 7
données écologiques 18
échantillonnage 5, 16, 18, 24, 36
écologie
altitude 11, 18, 36, 37, 38, 40, 41, 82, 123, 125, 126, 127, 134, 141, 142, 143, 146, 147, 149, 151, 156, 182
Arten des offenen Geländes 128, 129, 131

écologie (suite)
associations d'espèces 121
Cartes de la Végétation 13
classe écologique de lisières 130
classification écologique 131, 134, 139, 140, 143, 159, 160, 162
classification écologique de Pittioni 159
compétition interspécifique 166, 168
complexe de limite zoogéographique 143
concurrence intra-spécifique 134, 150, 167
constitution de groupes fauniques 114
core-species 166
crystallophile 157
dispersion 165
distribution des groupes écogéographiques 138
distribution écologique 172, 182, 184
distribution potentielle 143, 145, 14
distribution types 162
diversité biogéographique 6
données écologiques 18
écologie 126, 141
écosystèmes 4
environnement instable 166
eremophil Verbreitungstyp 131, 159
érémophile 129
éricophile 106
euryök-hylophil Verbreitungstyp 130
eurytopique 149, 160
facteurs limitants 4, 151, 166
Hylophil Verbreitungstyp 159
hylophile 128, 129, 157
hylophile eurytopique 129
hylophile sténotopique 129
hylophobe 128
hypereuryök-intermediär Verbreitungstyp 129, 130, 160
groupements écogéographiques d'espèces 114, 137
habitats 162
instabilité de l'habitat 167
Krystallophil Verbreitungstyp 159
niche écologique 143
objet fractal 163, 184
ökologische Verbreitungstyp 162
orophil Verbreitungstyp 159
orophile 157
préférences écologiques 8
Ranta et Vepsäläinen 166, 167
réduction de la compétition 166
règle de Gaspar 163, 164, 184
règle d'Inouye 166
satellite-species 166
secteurs fauniques 13
sous-classe de lisières "forestières 130
sous-classe de lisières "ouvertes" 130
stenök-hylophile Verbreitungstyp 130
sténotherme 148, 149, 153, 173
sténotopique 132, 150, 160, 185
structure de la faune 13
structure de la faune du Languedoc-Roussillon 114, XX
syntopie 21, 163
Syntopie-Spektren 128
taïga 47, 147, 157, 158
taxocénoses 114, 121
théorie de Ranta et Vepsäläinen 166, 167
types écologiques 126, 127, 128, 129
toundra 157, 158, 184
VerbreitungsFormen 162
Wald-Arten 128, 129, 130
Waldrand-Arten 128, 129, 130
zoocénoses 114, 121
écosystèmes 4
effort de récolte, 36
Elburz 63
élevage 4
élevage ovin 177
élimination 146, 149, 152
enrichissement 7, 8
entomofaune floricole 8
environnement instable 166
eremophil Verbreitungstyp 131, 159
érémophile 129
Ericaceae 84, 85, 88, 90, 93, 96, 99, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 175, 181, 182, 186
éricophile 106
Espagne 9, 13, 17, 149, 158
espèces
boréoalpines 152
caractéristiques 121, 122
de forêt 160, 172, 175, 186
de lisière 128, 172, 184
de terrain ouvert 160, 172, 175, 184, 185, 186
hylophiles 128
hylophobes 128
jumelles 5
mésolectiques 182
monolectiques 182
non caractéristiques 134
non groupées 137
polylectiques 182
principales 166, 167, 170, 171
quasi-oligolectiques 182
satellites 166, 171
subalpines 147, 152, 156, 157, 183, 184
vicariantes 151, 155, 157
éthologie 142, 152
étudiants 17
euryök-hylophil Verbreitungstyp 130
eurytopique 149, 160
évaluation de la dérive faunique chez les bourdons de Belgique 169
exerge 5, 33, 34
expansion 7, 8, 72, 75, 76, 169, 170, 172, 175, 181, 186
exsudats extra-floraux 84
extension des forêts 179
facteurs de variabilité 123
facteurs limitants 4, 151, 166
facteurs historiques du peuplement 153
facteurs de peuplement 114, 141, 143, 181
Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à Gembloux 170
faunistic drift 8
fécondité 168

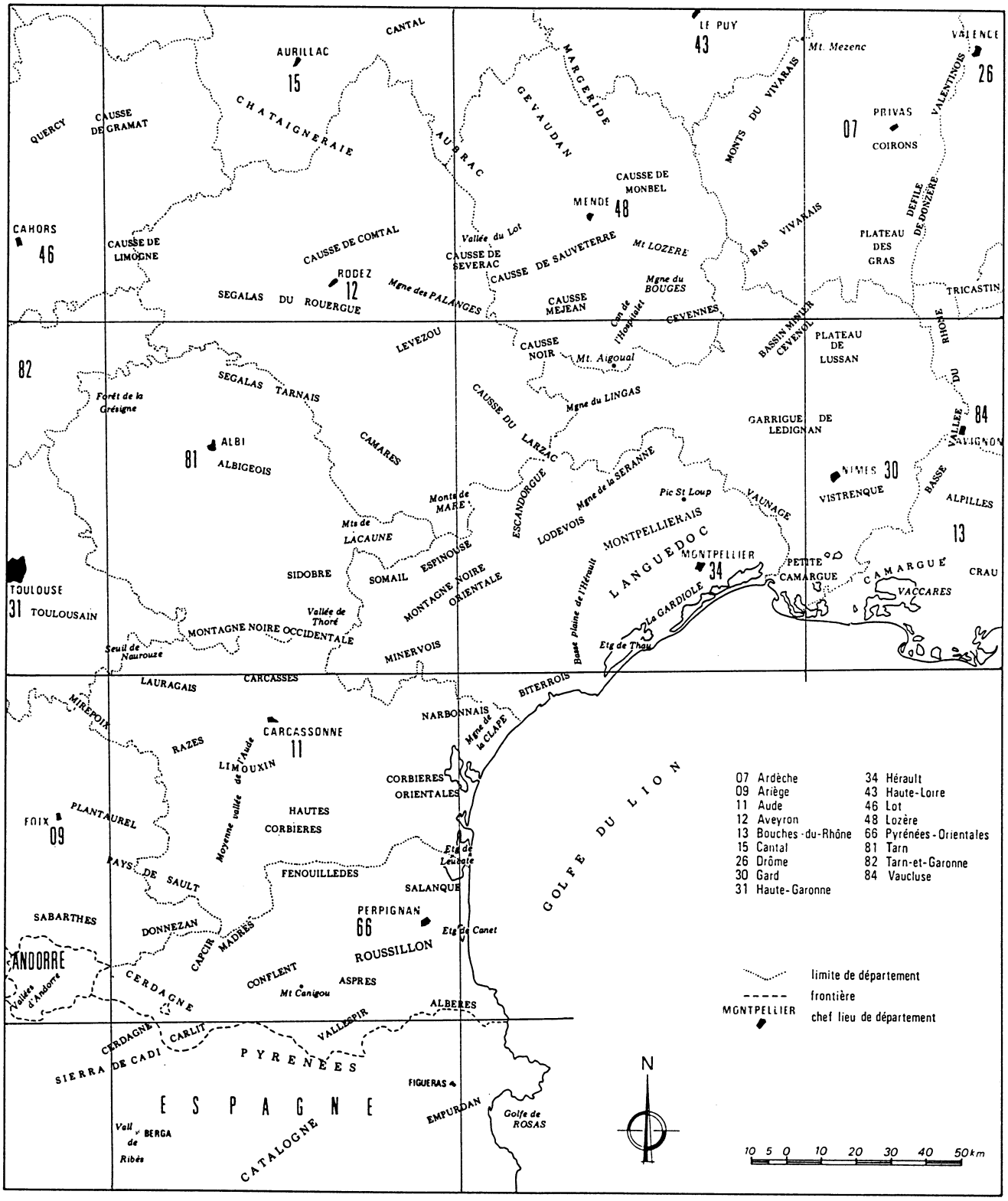
Fennoscandie 183
Ferrals-les-Corbières 58
Féverole 176
fidélité 21, 122, 182
Finistère 36
Finlande 8, 42, 44, 107, 148, 151, 159, 162, 174, 185, 187
fleurs butinées (voir aussi *botanique*)
analyse des préférences alimentaires 181
arbres fruitiers 175
exsudats extra-floraux 84
fleurs butinées 18, 143, 165
fleurs favorites 175
longueur du proboscis 109, 166, 185
mésolectisme 107, 113
monolectisme 107, 113, 147, 152
nectar 83
nombre d'espèces botaniques butinées 125, 126, 131, 134, 141, 165, 184
nombre de familles botaniques butinées 125, 165, 126, 131
oligolectisme 113, 132, 147, 168, 173
origines des choix alimentaires des bourdons 111
partage des ressources florales et diversité faunique 166
plantes alimentaires 165, 173
plantes butinées V, VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XLI
plantes favorites 108, 175
plantes fourragères 176
plantes non-entomophiles 84
pollen 83
pollinisation 4, 11, 83, 174
pollinisation des plantes cultivées 83
pollinisation dirigée 4
pollution 173
polylectisme 107, 108, 113, 131, 141, 139, 165, 173, 182
polylectisme et nombre de carrés 184
polylectisme et oligolectisme 107
préférences alimentaires 24, 84, 90, 96, 103, 181
préférences des mâles 84
préférences des ouvrières 96
préférences des reines 90
préférences globales des bourdons 103
proboscis 109
quasi-oligolectisme 107
régime alimentaire 13, 83
ressource alimentaire 25
vol de nectar 55, 106, 109, 166
fleurs favorites 175
forêt 150, 176
forêt équatoriale 167
France 8, 12, 13, 15, 18, 34, 35, 36, 44, 149, 150, 151, 153, 155, 169, 220
fumure azotée 176, 186
Gabon 167
gamme potentielle d'altitude 143
gamme potentielle de latitude 143
Gard 13, 17
genres traditionnels 11
Gerona 13, 17
gestion des données 19
génétique des populations 146, 182
géologie 13, 217
glaciations
6, 148, 153, 154, 155, 158 (voir aussi *climat*)
centre de dispersion secondaire 156
composante géohistorique 126
couloir steppique 158
facteurs historiques du peuplement 153
histoire du peuplement 126
histoire postglaciaire du peuplement 182, 183
isolat 150
isolement 126, 147
mécanismes de peuplement 155
Petit Age Glaciaire 53, 150, 172, 173, 185
populations reliques 172
réchauffement post-glaciaire 153
règle de Reinig 146, 149, 152
Seuil de Naurouze 54, 73, 153, 183
Sibérie 62, 147, 149, 150, 155, 158
steppe 157, 158
steppe pontique 158, 184
Subarktisch-subalpine Disjunktion 158
toundra 157, 158, 184
Würm 153, 154, 155, 157, 184
Grand-Duché de Luxembourg 13
Grèce 151
Groenland 11
Grossulariaceae 96, 104, 181
groupes
de *Bombus terrestris* 121, 123, 134, 141
collinaire 121, 131, 134, 137, 138, 141
de *Confusibombus confusus* 121, 122, 134, 137, 139, 141
fauniques 114, 141
du Massif Central 121, 122, 134, 137, 138, 141
montagnard 121, 123, 134, 137, 138, 141
de plaine 134, 139
subalpin 121, 134, 137, 138, 141
groupements écogéographiques d'espèces 114, 137
habitats 162
Hautes-Fagnes 55
Helsinki 174
Hérault 13, 17
hibernation 152, 168
Himalaya 11
histoire du peuplement 126
histoire postglaciaire du peuplement 182, 183
historique 11
homéothermie 4, 11, 146, 152
Hongrie 159, 163
hybride 46, 54, 61, 65, 66, 68, 76, 155, 156
Hylophil Verbreitungstyp 159
hylophile 128, 129, 157
hylophile eurytopique 129
hylophile sténotopique 129
hylophobe 128
hypereuryök-intermediär Verbreitungstyp 129, 130, 160
île Ellesmere 11

îles Anglo-Normandes 9, 13
îles Britanniques 39, 42, 43, 44, 48, 149, 150, 156, 187
île de Øland 149
induction 8
insecticides 175, 186
insecticides organophosphorés 175, 186
instabilité de l'habitat 167
Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique 170
institutions 14
intérêt de l'étude des bourdons 4
introduction 169, 181
inventaire des plantes butinées par les bourdons XXV
inventaire de la Faune et de la Flore de France 7
isolat 150
isolement 126, 147
isothermes 143, 146, 147, 151
Italie 13, 153, 156, 158
Ivindo 167
jachère 175, 177
Jura 72, 149
Jutland 148
Kalmthout 55
Krystallophil Verbreitungstyp 159
Labiatae 84, 85, 87, 90, 93, 96, 104, 106, 108, 113, 175, 181, 186
landes à bruyère 153
Languedoc-Roussillon 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 82, 114, 137, 1411, 143, 147, 148, 149, 151, 153, 159, 162, 172, 181, 182, 183, 187, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219
Lanhac 63
Lapponie 48
Larzac 17, 63, 166, 167, 168, 185
lectotypes 46, 52, 53, 57, 58, 59, 61, 68, 70, 74, 75, 77, 81
Légumineuses à graines 176
Légumineuses fourragères 176
Leguminosae 84, 85, 90, 96, 98, 104, 106, 108, 109, 113, 170, 173, 175, 176, 177, 181, 185, 186
Lentille de Gorodkov 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 172, 173, 182, 183
Leucate 17
Liban 151
Ligurie 13
limite sud 148
liste des espèces du genre *Bombias* III
littérature 8, 15
localisation géographique 147
logiciel 19, 20, 22
Loire 36, 63, 149, 150
Loire-Atlantique 36
longitude 149
longueur du proboscis 109, 166, 185
Lorraine 36
Lot 13
Lozère 13, 17
lumper 12
Luzerne 176
Maghreb 151, 158
Massif Central 6, 17, 36, 41, 43, 122, 126, 141, 148, 149, 153, 154, 155, 156, 183
Massif de l'Elburz 63
Massif des Maures 42
Massif du Carlit 69
matériel et méthodes 11
matériel étudié 14, 15, 16, 17
matériel original 5
matrices
de corrélation 22, 23, 25, 26, 84, 114, 121, 122
de distance euclidienne 26, 84
de données 20
de fidélité 21, 23, 114, 122, 134, 163
de présence-absence 20, 23, 114, 121
des visites 25
Maures 42
mécanismes de peuplement 155
Médoc 36
mésolectisme 107, 113
méthode de Ward 23, 26, 84, 114, 121, 122
méthode du lien moyen 23, 26, 84, 114, 121, 122
méthodes de groupement 20
migration 7, 8
Millau 16
Mistral 79
modèle de Gorodkov 143, 150
modification de la faune 8
Monaco 13
monolectisme 107, 113, 147, 152
Montagne Noire 153, 155
Montpellier 16, 17, 42, 53, 62, 68, 81
Monts Cantabriques 148
Monts de Lacaune 17
Museum d'Histoire Naturelle de Paris 18
musées 14
Myrtiller 59
Navarre 13
nectar 83
nettoyage des talus 175
niche écologique 143
nidification 50
Nieder Donau 163
nombre de carrés 125, 126, 131, 139, 140, 141, 165, 182, 184
nombre de données 125, 126
nombre d'espèces 166
nombre d'espèces botaniques butinées 125, 126, 131, 134, 141, 165, 184
nombre de familles botaniques butinées 125, 165, 126, 131
nombre de spécimens 125, 126
nombre moyen de spécimens par carré 125, 126
nomen oblitum 55
nomenclature zoologique 12
nomenclature botanique 83
nord de l'Europe 12
nord de la France 8, 9, 36
Nordrhein-Westfalen 9
objectifs du travail 5
objet fractal 163, 184
ökologische Verbreitungstypen 162

oligolectisme 113, 132, 147, 168, 173
Onagraceae 84, 85, 96, 99, 104, 113, 181, 182
optimum Atlantique 155
origines des choix alimentaires des bourdons 111
Orophil Verbreitungstyp 159
orophile 157
Palatinat 9
paralectotype 78
parasitisme inquilin 11, 27, 39, 40, 47, 77, 104, 121, 182
partage des ressources florales et diversité faunique 166
particularités de l'échantillonnage 16
particularités spécifiques 104
Pays-Bas 13, 149
Pays-Basque 13
Pays de Sault 59
paysage agricole 176
perte d'allèles 146
pertinence des groupes 21
Petit Age Glaciaire 53, 150, 172, 173, 185
péninsule Balkanique 153
péninsule Ibérique 150, 151, 153, 156, 158, 184, 42, 45
péninsule italienne 156
phénologie 17, 42, 53, 106, 121, 147, 150, 152
phénologie bivoltine 121
phénologie hivernale 42, 53, 121, 150
diapause 152
différences physiologiques subspécifiques 152
hibernation 152, 168
phylogénie 12, 50
Piémont 9, 13
Pissenlit 176
plantes alimentaires 165, 173
plantes butinées V, VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XLI
plantes favorites 108, 175
plantes fourragères 176
plantes non-entomophiles 84
Pois 176
Poissons, Aplocheilidae 169
pollen 83
pollinisation (voir *fleurs butinées*) 4, 11, 83, 174
pollinisation des plantes cultivées 83
pollinisation dirigée 4
pollution 173
Pologne 148, 149, 159, 163
polylectisme 107, 108, 113, 131, 141, 139, 165, 173, 182
polylectisme et nombre de carrés 184
polylectisme et oligolectisme 107
population 172, 174, 175, 186
population potentielle 175, 186
populations reliques 172
prairies 175, 176, 186
pratiques culturales 173, 186
précipitations 213, 13
précocité 168
préférences alimentaires 24, 84, 90, 96, 103, 181
préférences des mâles 84
préférences des ouvrières 96
préférences des reines 90
préférences globales des bourdons 103
préférences écologiques 8
premier réviseur 41, 51
présence-absence 122
priorité de page 51
proboscis 109
Proche-Orient 158
productions agricoles de la Belgique 176
programmes 19
prospérité d'une espèce 131, 141, 165, 175
Provence 41, 66, 151
Provence-Côte-d'Azur 18
province de Namur 175
provinces limitrophes 13
Prusse 149
pseudoalpin 157
Puig Carlit 59
Puig Péric 59
Puigmal 6
Pyrénées 6, 9, 18, 36, 41, 43, 44, 122, 126, 141, 148, 149, 153, 154, 156, 157, 162, 167, 183
Pyrénées-Orientales 13, 17, 147
pyréthrines 175
Quadrillage U.T.M. 211
quasi-oligolectisme 107
quasi-species 5
Quercy 42
Ranta et Vepsäläinen 166, 167
Ranunculaceae 85, 90, 96, 99, 104, 106, 181
Rassenkreis 5, 158
réchauffement post-glaciaire 153
recherche des facteurs de peuplement 123
réduction de la compétition 166
refuge 6
régime alimentaire 13, 83
région arménio-perse 62
région atlantique 36, 148, 149, 156, 172
région atlantique française 36
région culturelle française 13
région des Causses 64
région flamande 13
région parisienne 18, 36
région pontique 155
région subatlantique 150
région wallonne 174, 186
régions traditionnelles et relief 13, 212
régions limitrophes 9, 13, 15, 36
règle de Gaspar 163, 164, 184
règle d'Inouye 166
règle de Reinig 146, 149, 152
régression 7, 8, 41, 49, 63, 72, 75, 76, 80, 140, 169, 170, 172, 173, 175, 177, 179, 181, 185, 186
relief 13
remerciements 189
réseau autoroutier 175, 186
réseau routier 174
résistance aux maladies 168
résistance aux prédateurs 168
ressource alimentaire 25
résultats 27

résumé et conclusions 113, 141, 181
Rhénanie-Palatinat 13
Rhin 108
Rhône 42, 48, 66, 67
Rhône-Alpes 18
Rosaceae 84, 85, 88, 90, 96, 97, 99, 104, 108, 113, 170, 175, 181, 182, 185, 186
Roussillon 125
ruches 176
rufinisme 67
Russie 147
Sainfoin 176
saisie des données 19
Sarre 9, 13
satellite-species 166
Scandinavie 8, 39, 44, 47, 48, 147, 149, 150, 151, 152, 158, 172, 176, 187, I
Scanie 149
Scrophulariaceae 85, 90, 93, 104, 106, 181
sécheresse 13
Secrétariat de la Faune et de la Flore 7
secteurs fauniques 13
Seuil de Naurouze 54, 73, 153, 183
Sibérie 62, 147, 149, 150, 155, 158
sites de nidification 168
sol calcaire 82, 149, 151
sols 6
sommation des observations de visites XLI
somme des données 17, 36, 218, 220
Souabe 21
source de protéines 83
sous-classe de lisières "forestières 130
sous-classe de lisières "ouvertes" 130
sous-espèce 4
species in statu nascendi 5
spécialisation 39
spéciation 4, 146
spéciation allopatrique 4
spéciation péripatrique 146
Spitzberg 11
splitter 12
ssp. nov. 32, 70, 71, 264, 266
statistiques nationales belges 176
stenök-hylophile Verbreitungstyp 130
sténotherme 148, 149, 153, 173
sténotopique 132, 150, 160, 185
steppe 157, 158
steppe pontique 158, 184
structure de la faune 13
structure de la faune du Languedoc-Roussillon 114, XX
Subarktisch-subalpine Disjunktion 158
subspéciation 4, 8, 146, 147, 150, 152, 156, 158
Suède 42, 149, 151
Suisse 9, 13, 36
super-espèce 156
superficie boisée 175, 186
syn. nov. 55, 75
syntopie 21, 163
Syntopie-Spektren 128
tabac 176
tableau de contingence 21
taille des colonies 168
taïga 47, 147, 157, 158
Tarn 13, 17
taxocénoses 114, 121
taxonomie
allométrie 66
Artenkreis 4
catalogue 13, 27, 181
catalogue commenté 8
classification 11, 12, 50, 55, 163
clé de détermination 8, 12
cline 70
comb. nov. 50, 51, III
Commission internationale de Nomenclature zoologique 78
détermination 48, I
différences physiologiques subspécifiques 152
exerge 5, 33, 34
genres traditionnels 11
historique 11
hybride 46, 54, 61, 65, 66, 68, 76, 155, 156
lectotypes 46, 52, 53, 57, 58, 59, 61, 68, 70, 74, 75, 77, 81
liste des espèces du genre *Bombias* III
lumper 12
nomen oblitum 55
nomenclature zoologique 12
nomenclature botanique 83
paralectotype 78
phylogénie 12, 50
premier réviseur 41, 51
priorité de page 51
quasi-species 5
Rassenkreis 5, 158
sous-espèce 4
species in statu nascendi 5
spéciation 4, 146
spéciation allopatrique 4
spéciation péripatrique 146
splitter 12
ssp. nov. 32, 70, 71, 264, 266
subspéciation 4, 8, 146, 147, 150, 152, 156, 158
super-espèce 156
syn. nov. 55, 75
taxonomie 47, 48, 49, 82, II
taxonomie numérique 47, 48, 49, II
taxonomie numérique 47, 48, 49, II
température 13, 143, 151, 182
température interne 4, 11, 146, 152
températures vraies 214, 215
Terre de Feu 11
territoire d'étude 5, 13, 18
théorie de Ranta et Vepsäläinen 166, 167
thermorégulation 4, 11, 146, 152
Toulouse 16, 17
toundra 157, 158, 184
Tramontane 55, 79
Trèfle 72, 167, 176, 177, 186
Trèfle incarnat 177
Trèfle rouge 176
types écologiques 126, 127, 128, 129
U.R.S.S 147, 148
Umbelliferae 85, 104, 181

usurpation 39
Val d'Aoste 9, 13
valeur heuristique 187
Vallon d'Eyne 69
variable binaire 21
variables 21
végétation 6
vent 79
VerbreitungsFormen 162
Verdon 66
vergers 175, 176
vie sociale 11, 147
Vieille Castille 13
vol de nectar 55, 106, 109, 166
Vosges 55
Wald-Arten 128, 129, 130
Waldrand-Arten 128, 129, 130
Wallonie 18, 175, 176
Ward's minimum variance cluster analysis 23
Westphalie 13
Würm 153, 154, 155, 157, 184
zone de sécheresse de Lumaret 42, 48, 50, 53, 67, 68, 72, 79, 216
zoocénoses 114, 121
ZOOGECO 7

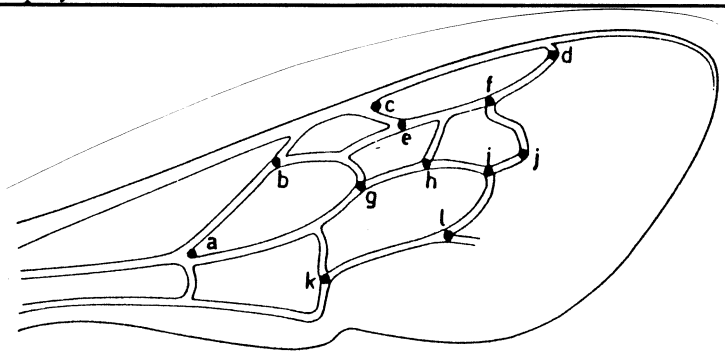

AURILLAC
15
CANTAL
LE PUY
43
Mt. Mezenc
VALENCE
26
QUERCY
CAUSSE DE GRAMAT
CHATAIGNERAIE
AUBRAC
MARGERIDE
GEVAUDAN
MONTS DU VIVARAIS
PRIVAS
07
COIRONS
VALENTINOIS
DEFILE DE DONZERE
CAUSSE DE MONBEL
MENDE
48
CAHORS
46
CAUSSE DE LIMOGNE
CAUSSE DE COMTAL
Vallée du Lot
CAUSSE DE SEVERAC
CAUSSE DE SAUVETERRE
Mt LOZERE
BAS VIVARAIS
PLATEAU DES GRAS
RODEZ
12
SEGALAS DU ROUERGUE
Mgne des PALANGES
CAUSSE MEJEAN
Mgne du BOUGES
Col de l'Hospitalet
CEVENNES
TRICASTIN
RHONE
82
LEVEZOU
CAUSSE NOIR
Mt. Aigoual
BASSIN MINIER CEVENOL
PLATEAU DE LUSSAN
Forêt de la Grésigne
SEGALAS TARNAIS
CAUSSE DU LARZAC
Mgne du LINGAS
GARRIGUE DE LEDIGNAN
84
ALBI
81
ALBIGEOIS
CAMARES
Monts de MARE
Mgne de la SERANNE
Pic St Loup
VAUNAGE
NIMES
30
VISTRENQUE
BASSE
ALPILLES
13
Mts de LACAUNE
ESCANDORGUE
LODEVOIS
MONTPELLIERAIS
LANGUEDOC
MONTPELLIER
34
PETITE CAMARGUE
CAMARGUE
CRAU
VACCARES
TOULOUSE
31
TOULOUSAIN
SIDOBRE
SOMAIL
ESPINOUSE
MONTAGNE NOIRE ORIENTALE
Vallée de Thoré
MONTAGNE NOIRE OCCIDENTALE
Seuil de Naurouze
MINERVOIS
La GARDIOLE
Etg de Thau
Basse plaine de l'Hérault
LAURAGAIS
CARCASSES
BITERROIS
MIREPOIX
NARBONNAIS
Mgne de la CLAPE
CARCASSONNE
11
RAZES
LIMOUXIN
Moyenne vallée de l'Aude
CORBIERES ORIENTALES
GOLFE DU LION
FOIX
09
PLANTAUREL
HAUTES CORBIERES
Etg de Leucate
PAYS DE SAULT
FENOUILLEDES
SALANQUE
SABARTHES
PERPIGNAN
66
Etg de Canet
DONNEZAN
CAPCIR
MADRES
ROUSSILLON
ANDORRE
Vallées d'Andorre
CERDAGNE
CONFLENT
ASPRES
Mt Canigou
ALBERES
CERDAGNE
CARLIT
VALLESPIR
SIERRA DE CADI
PYRENEES
FIGUERAS
E S P A G N E
EMPURDAN
Golfe de ROSAS
Vall de BERGA
Ribès
CATALOGNE
07 Ardèche
09 Ariège
11 Aude
12 Aveyron
13 Bouches-du-Rhône
15 Cantal
26 Drôme
30 Gard
31 Haute-Garonne
34 Hérault
43 Haute-Loire
46 Lot
48 Lozère
66 Pyrénées-Orientales
81 Tarn
82 Tarn-et-Garonne
84 Vaucluse
limite de département
frontière
MONTPELLIER chef lieu de département
N
10 5 0 10 20 30 40 50km

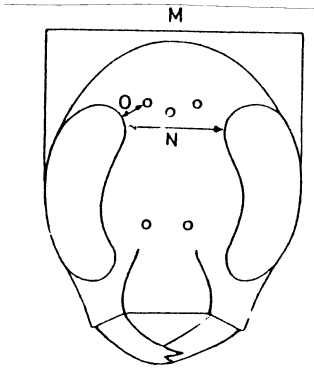
Annexe I
Programme BASIC de détermination des mâles du sous-genre *Fernaldaepsithyrus* de Scandinavie.

Programme pour micro-ordinateur de poche SHARP PC-1251 établi d'après la méthode de Løken & Framstad (1983).

a. Abbréviations employées

A = i-j
B = h-i
C = a-g
D = k-i
E = c-d
F = f-j
G = i-d
H = e-l
I = b-k
N = distance interoculaire





b. Listage du programme

```
1:DATA 148.74006 , 1873.1025 ,-504.88204
2:DATA 145.72118 , 2095.5593 ,-559.75326
3:DATA 167.88313 , 1903.9612 ,-581.35304
4:DATA 1734.4204 , 2929.1223 , 552.3362  ,-2420.4871 , 3944.5559 , 310.9705  , -
30.24969
5:DATA 2100.8174 ,-3207.8872
6:DATA 1543.5243 , 2811.5687 , 527.32467 ,-2041.9285 , 3808.4228 , 459.65868 ,-
125.73761
7:DATA 1937.9493 ,-3009.2848
8:DATA 1764.0112 , 3045.2211 , 573.82487 ,-2583.35   , 3976.3727 , 562.56555 ,-
127.12323
9:DATA 2028.5925 ,-3329.1427

10:REM "Identification à partir de 2 mesures (fiabilité = 85 %)"

11:"A" : CLEAR : DIM A(3), E(3), F(3), D(3), B$(3)*2
20:WAIT 1 : PRINT "******************  DETERMINATION DES"
30:PRINT "      MALES DE     FERNALDAEPSITHYRUS     --------------------" : WAIT
40:INPUT "E=/C-D/="; E(0)
50:INPUT "F=/F-J/="; F(0)
```

```
60:G=F(0)/E(0)
70:USING "##.###" : PRINT "E="; E(0); " C.L.="; F(0); "C.L./R.L.=";G
80:FOR I=1 TO 3
90:RESTORE I
100:READ E(I), F(I), A(I)
110:D(I)=A(I)+E(I)*E(0)+F(I)*F(0)/E(0)
120:B$(I)= "  "
130:NEXT I : GOSUB "SORTIE": GOTO 40
140:"SORTIE" : IF D(1) > D(2) AND D(1) > D(3) LET B$(1)="**"
150:IF D(2) > D(1) AND D(2) > D(3) LET B$(2)="**"
160:IF D(3) > D(1) AND D(3) > D(2) LET B$(3)="**"
170:USING "######.##"
180:PRINT B$(1); "FLAVIDUS  ="; D(1); B$(1)
190:PRINT B$(2); "SYLVESTRIS="; D(2); B$(2)
200:PRINT B$(3); "NORVEGICUS="; D(3); B$(3)
210:RETURN

500: REM "Identification à partir de 8 mesures (fiabilité = 98 %)"

501:"B" : CLEAR : DIM A(3), E(3), F(3), D(3), B$(3)*2, C(3), B(3), G(3), H(3),
I(3), K(3)
510:WAIT 1 : PRINT "********************  DETERMINATION DES "
520:PRINT "       MALES DE         FERNALDAEPSITHYRUS     ---------------------"
: WAIT
530:INPUT "A=/I-J/="; C(0)
540:INPUT "B=/H-I/="; B(0)
550:INPUT "E=/C-D/="; E(0)
560:INPUT "F=/F-J/="; F(0)
570:INPUT "G=/I-D/="; G(0)
580:INPUT "H=/E-L/="; H(0)
590:INPUT "I=/B-K/="; I(0)
600:INPUT "N=/INT.OCC./="; K(0)
610:G=F(0)/E(0)
620:USING "###.###": PRINT "E=";E(0);" A="; C(0)
630:PRINT "B=";B(0);" F="; F(0)
640:PRINT "G=";G(0);" H="; H(0)
650:PRINT "I=";I(0);" N="; K(0)
660:PRINT "F/E=";G
670:FOR I=1 TO 3
680:RESTORE 2+2*I
690:READ C(I),B(I),E(I),F(I),G(I),H(I),I(I),K(I),A(I)
700:X=A(I)+C(I)*C(0)/E(0)+B(I)*B(0)/E(0)+E(I)*E(0)+F(I)*F(0)/E(0)
710:D(I)=X+G(I)*G(0)/E(0)+H(I)*H(0)/E(0)+I(I)*I(0)/E(0)+K(I)*K(0)/E(0)
720:B$(I)= "  "
730:NEXT I: GOSUB "SORTIE": GOTO 530
```

Annexe II
Liste des espèces du genre *Bombias* Robertson, 1903: 176

Subg. *Bombias* Robertson, 1903: 176

Bombias (Bombias) nevadensis (Cresson, 1874: 102) Ouest de l'Amérique du Nord.

Bombias (Bombias) auricomus Robertson, 1903: 176 Centre et est de l'Amérique du Nord.

Subg. *Mendacibombus* Skorikov, 1914: 125

Bombias (Mendacibombus) mendax (Gerstaecker, 1869: 323)

ssp. *mendax* (Gerstaecker, 1869: 323) Alpes.

ssp. *latofasciatus* (Vogt, 1909: 50) = *pyrenes* Tkalců, 1974b: 173 Pyrénées

Bombias (Mendacibombus) handlirschianus (Vogt, 1909: 49) Est de l'Anatolie, Transcaucasie, Caucase, nord de l'Iran.

Bombias (Mendacibombus) shaposhnikovi (Skorikov, 1910: 329) Est de l'Anatolie, Transcaucasie, Caucase, nord de l'Iran.

Bombias (Mendacibombus) afghanus (Reinig, 1940: 230) Montagnes de l'Afghanistan.

Bombias (Mendacibombus) altaicus (Skorikov, 1910: 329) Nord du Turkestan, sud-ouest de la Sibérie.

Bombias (Mendacibombus) avinoviellus (Skorikov, 1914: 126) Himalaya.

Bombias (Mendacibombus) convexus (Wang Su-fang, 1979: 22) Tibet.

Bombias (Mendacibombus) defector (Skorikov, 1910 330) Turkestan.

Bombias (Mendacibombus) lugubris (Morawitz, 1880: 340) Ouest de la Chine.

Bombias (Mendacibombus) makarjini (Skorikov, 1910: 329) Turkestan.

Bombias (Mendacibombus) margreiteri (Skorikov, 1910: 330)

ssp. *margreiteri* (Skorikov, 1910: 330) Nord du Turkestan, sud-ouest de la Sibérie.

ssp. *himalayanus* (Skorikov, 1914: 126) Himalaya.

Bombias (Mendacibombus) marussinus (Skorikov, 1910: 330) Alai-Pamir.

Bombias (Mendacibombus) superbus (Tkalců, 1968: 22) Mongolie (ou Népal; il est probable que le descripteur ait mal localisé le *locus typicus*; Tkalců, *in litt.*)

Bombias (Mendacibombus) turkestanicus (Skorikov, 1910: 329) Turkestan.

Bombias (Mendacibombus) varius (Skorikov, 1914: 125) Himalaya.

Bombias (Mendacibombus) waltoni (Cockerell, 1910: 239) = *rufitarsis* (Friese, 1913: 85) Kuku-Nor, Uj-Ju.

ssp. *waltoni* (Cockerell, 1910: 239) Ouest de la Chine.

ssp. *chinensis* (Skorikov, 1910: 330) Montagnes de la Chine et Burchan-Budda.

Annexe III
Familles de plantes butinées par les mâles de bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes

MALES	AAIN	ABLI	BBNE	CAJT	CCAO	CCLU	CCRY	CLYT	COMP	CSVT	DAPR	EGLA	GGAR	HIYA	LAIM	LEIA	LLIC	LMAA	OOCE	OOPA	PRAN	RSOU	SSCF	TUPN	UVMA	TOTAL
ALLOPSIT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	7
FERNALDA	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	9
ARGILLAC	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
BOMBUSSS	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	12	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	22
BARBUTEL	-	-	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	10	-	-	-	22
BOHEMICU	-	-	-	1	-	-	-	44	-	-	2	12	-	-	-	-	-	-	1	-	-	13	-	1	-	76
CAMPESTR	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	5	2	-	-	4	-	-	-	2	-	-	2	-	-	5	37
CONFUSUS	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
CRYPTARU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	14
CULLUMAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
DISTINGU	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
HORTORUM	-	1	3	1	-	3	-	44	-	4	1	-	-	9	29	-	-	-	1	-	-	6	-	10	2	3	120
HUMILIS	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	12
HYPNORUM	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	3	-	-	-	3	-	1	1	-	1	4	-	-	-	-	36
JONELLUS	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	2	-	-	-	16
LAPIDARI	-	-	-	-	-	2	-	518	-	1	5	-	-	1	-	10	2	-	1	3	-	1	-	3	-	562
LUCORUM	-	-	-	-	-	3	-	18	-	1	3	6	-	-	-	-	2	-	1	-	-	5	-	2	-	83
LUCO SL	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
MAGNUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
MAXILLOS	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MENDAX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MESOMELA	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
MONTICOL	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-	1	2	-	-	-	15	-	2	1	1	-	-	28
MUCIDUS	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
MUSCORUM	-	-	2	-	-	-	-	12	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	19
NORVEGIC	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
PASCUORU	-	-	-	-	1	-	-	31	1	-	18	1	-	-	-	15	24	-	-	-	-	1	-	2	3	100
POMORUM	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
PRATORUM	-	1	-	16	-	3	7	-	-	-	10	26	1	-	15	1	-	16	17	3	1	8	3	15	-	2	-	1	64	-	9	1	5	263
PYRENAEU	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	10
QUADRICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4
RUDERARI	-	-	-	7	-	-	-	16	-	-	4	-	-	-	-	-	9	7	-	-	2	-	-	1	1	-	1	-	48
RUDERATU	-	-	-	-	-	-	-	129	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	136
RUPESTRI	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9
SICHELI	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
SOROEENS	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	18
SUBTERRA	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	2	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	14
SYLVARUM	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
SYLVESTR	-	-	-	7	-	1	-	35	-	2	1	16	-	-	-	-	4	-	-	-	-	51	-	5	-	-	-	-	125
TERRESTR	3	-	-	31	-	4	2	-	26	81	-	4	12	13	-	-	-	54	95	-	9	8	1	-	-	19	7	-	1	1	12	2	387
VESTALIS	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	2	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	23
VETERANU	-	-	-	-	-	-	-	830	-	-	-	-	3	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	836
WURFLEIN	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5	-	3	-	-	-	-	13
TOTAL	3	1	1	68	2	12	16	2	26	1924	1	13	78	114	1	5	15	1	1	13	1	141	211	5	3	21	12	64	1	2	3	69	189	1	37	3	12	39	2	3113

Annexe IV
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre mâles.
Premières composantes.

Espèce	GROUPE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
VESTALIS	1	98 *	-13	-2	8	4	6	-10	7
LAPIDARI	1	97 *	-17	-2	-15	4	6	-1	-3
RUDERATU	1	97 *	-17	-2	-16	3	4	-1	-4
CONFUSUS	1	97 *	-18	0	-2	8	11	-10	-2
VETERANU	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
ARGILLAC	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
MESOMELA	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
MAXILLOS	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
POMORUM	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
SICHELI	1	97 *	-17	-3	-17	3	4	-2	-4
MUSCORUM	1	97 *	-7	-2	-12	3	10	-6	-3
RUPESTRI	1	97 *	-15	2	-16	12	-3	0	-6
DISTINGU	1	96 *	-12	2	-2	-19	-11	4	-8
LUCO SL	1	96 *	-6	10	-23	0	10	-4	-1
SYLVARUM	1	96 *	0	17	-14	-17	3	-1	-8
HUMILIS	1	95 *	-14	5	17	-9	6	-6	-11
BOHEMICU	1	95 *	19	-2	-21	3	10	-3	5
MUCIDUS	1	95 *	-18	2	8	10	16	-15	-1
CAMPESTR	1	93 *	2	8	6	-8	-15	5	17
SOROEENS	1	91 *	-10	12	-6	17	-30	7	10
HORTORUM	2	88 *	0	1	25	-28	-7	8	-21
SUBTERRA	2	85 *	-12	10	37 *	-26	-9	11	13
RUDERARI	2	85 *	-6	7	41 *	-8	-6	-12	2
PASCUORU	2	79 *	-6	11	41 *	-33	-20	-3	17
HYPNORUM	4	78 *	38 *	-31	12	29	-10	-2	11
BARBUTEL	4	71 *	51 *	-47 *	8	2	1	-1	-8
TERRESTR	2	68 *	4	16	52 *	-39 *	-5	4	-15
NORVEGIC	4	62 *	36 *	-46 *	-10	10	2	-3	6
JONELLUS	3	57 *	51 *	42 *	-18	41 *	-18	3	-4
QUADRICO	7	9	93 *	3	-16	-3	24	-8	13
PRATORUM	4	50 *	78 *	-21	17	6	0	-5	6
FERNALD	7	9	75 *	-63 *	7	11	2	1	1
SYLVESTR	4	63 *	67 *	-35	-6	3	11	-2	1
ALLOPSI	7	15	58 *	-24	39 *	-47 *	-30	15	-28
BOMBUSSS	6	14	59 *	77 *	-12	-9	-4	-1	-1
CRYPTARU	6	3	56 *	68 *	-29	-11	27	-12	17
MAGNUS	6	5	52 *	64 *	-10	-44 *	11	-6	-1
MENDAX	5	8	-6	13	78 *	22	36 *	-40 *	9
CULLUMAN	5	8	8	36 *	62 *	64 *	-14	-17	-6
MONTICOL	3	29	25	42 *	6	56 *	-52 *	20	-20
WURFLEIN	5	17	-11	10	57 *	21	58 *	44 *	9
LUCORUM	3	54 *	9	13	3	13	25	74 *	11
PYRENAEU	3	37 *	-13	-6	2	-11	-35	2	83 *
% variance		57,6	11,9	7,6	6,9	5,0	3,5	2,6	2,6
% cumulé		57,6	69,5	77,1	84,0	88,9	92,4	95,0	97,6

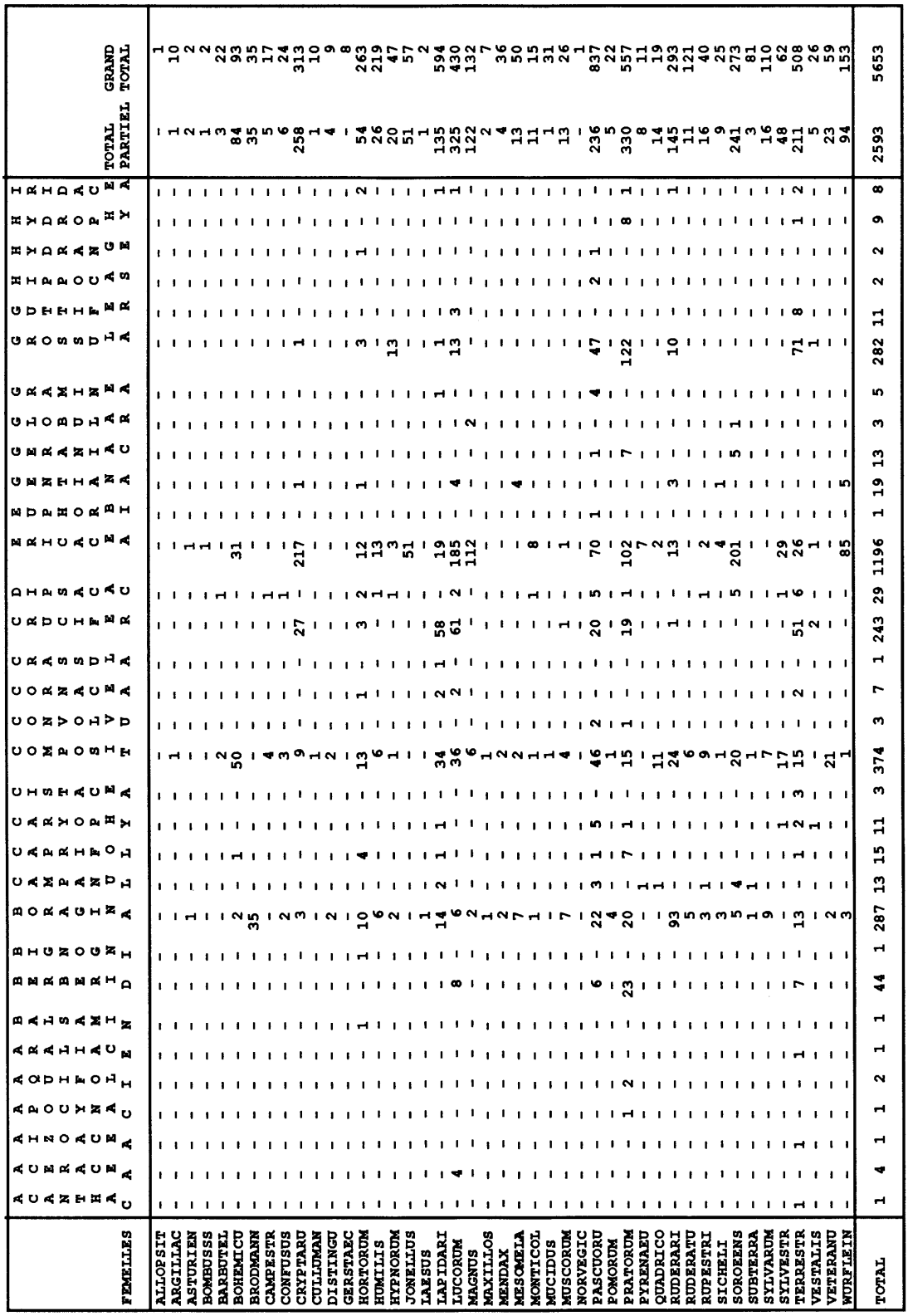
Les valeurs sont mutipliées par cent et arrondies à l'entier le plus proche, celles supérieures à 34,9 ont été marquées par une astérisque.
Groupe 1: *Ps. rupestris, Ps. vestalis, Ps. bohemicus, Ps. campestris, Ps. maxillosus, C. confusus, B. lucorum* sensu lato, *P. lapidarius, P. sicheli, P. soroeensis, M. argillaceus, M. ruderatus, M. distinguendus, M. pomorum, M. mesomelas, M. sylvarum, M. veteranus, M. muscorum, M. humilis, M. mucidus.*
Groupe 2: *B. terrestris, M. hortorum, M. subterraneus, M. ruderarius, M. pascuorum.*
Groupe 3: *B. lucorum, P. jonellus, P. pyrenaeus, P. monticola.*
Groupe 4: *Ps. barbutellus, Ps. sylvestris, Ps. norvegicus, P. hypnorum, P. pratorum.*
Groupe 5: *B. mendax, A. wurfleini, P. cullumanus.*
Groupe 6: *Bombus* s.s. sp., *B. cryptarum, B. magnus.*
Groupe 7: *Allopsithyrus* sp., *Fernaldaepsithyrus* sp., *Ps. quadricolor.*

Annexe V
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre mâles.
Valeurs estimées des composantes.

PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
AIZOACEA	-0,29	-0,32	-0,12	-0,28	-0,02	0,03	-0,22	-0,23
AQUIFOLI	-0,29	-0,31	-0,13	-0,30	-0,00	0,04	-0,23	-0,21
BALSAMIN	-0,29	-0,32	-0,12	-0,30	-0,01	0,03	-0,21	-0,24
BORAGINA	-0,07	0,11	-0,41	0,32	-0,28	0,03	-0,51	-0,42
BUDDLEJA	-0,29	-0,32	-0,12	-0,28	-0,04	0,01	-0,22	-0,22
CAMPANUL	-0,17	0,09	-0,85	-0,36	0,13	-0,14	-0,29	0,82
CAPRIFOL	-0,25	-0,22	-0,13	-0,20	-0,03	0,09	0,14	-0,19
CARYOPHY	-0,30	-0,32	-0,12	-0,31	-0,00	0,04	-0,22	-0,22
CISTACEA	-0,26	-0,31	-0,06	-0,10	-0,22	0,00	-0,18	-0,38
COMPOSIT	5,87	-1,04	-0,16	-1,06	0,19	0,26	-0,11	-0,26
CONVOLVU	-0,29	-0,32	-0,12	-0,29	-0,02	0,02	-0,23	-0,19
CRUCIFER	-0,24	-0,30	-0,13	-0,26	-0,07	0,09	-0,09	-0,33
DIPSACAC	0,26	-0,37	-0,08	0,70	-0,83	-2,30	0,32	5,23
ERICACEA	0,19	3,31	3,97	-1,79	-0,98	1,91	-0,80	1,10
EUPHORBI	-0,29	-0,31	-0,13	-0,30	-0,00	0,04	-0,23	-0,21
GENTIANA	-0,29	-0,04	0,43	-0,39	-0,44	0,09	-0,30	-0,32
GERANIAC	-0,27	-0,13	-0,20	-0,24	0,03	0,03	-0,28	-0,15
GRAMINEA	-0,29	-0,31	-0,13	-0,30	-0,00	0,04	-0,23	-0,21
GUTTIFER	-0,30	-0,32	-0,12	-0,31	-0,00	0,04	-0,22	-0,22
HYDROPHY	-0,27	-0,21	-0,17	-0,22	-0,04	0,01	-0,26	-0,15
IRIDACEA	-0,29	-0,32	-0,12	-0,31	-0,00	0,04	-0,22	-0,22
LABIATAE	0,48	-0,34	0,81	4,74	1,35	2,19	-2,43	0,55
LEGUMINO	0,65	0,93	0,94	2,57	-4,06	-2,32	0,98	-2,08
LILIACEA	-0,26	-0,28	-0,20	-0,27	-0,00	-0,24	-0,22	0,68
LYTHRACE	-0,28	-0,28	-0,17	-0,29	0,05	0,01	-0,23	-0,17
MALVACEA	-0,25	-0,25	-0,17	-0,19	-0,12	-0,23	-0,22	0,60
OLEACEAE	-0,27	-0,25	-0,16	-0,21	-0,00	0,00	-0,23	-0,21
ONAGRACE	0,16	1,03	2,26	0,53	4,07	-3,41	0,94	-1,03
ORCHIDAC	-0,28	-0,24	-0,02	-0,36	0,15	-0,05	-0,20	-0,25
POLEMONI	-0,29	-0,29	-0,13	-0,30	0,00	0,04	-0,23	-0,21
POLYGONA	-0,28	-0,28	-0,01	-0,29	0,21	-0,20	0,04	-0,34
RANUNCUL	-0,07	-0,32	0,33	0,92	0,52	2,36	5,03	0,49
ROSACEAE	0,60	4,60	-3,70	0,45	0,70	0,11	0,15	0,02
SAXIFRAG	-0,28	-0,29	-0,16	-0,29	0,05	0,01	-0,23	-0,17
SCROPHUL	-0,14	-0,18	-0,14	0,44	0,16	1,13	1,04	-0,18
SOLANACE	-0,29	-0,31	-0,13	-0,28	-0,03	0,03	-0,21	-0,26
TILIACEA	-0,26	-0,26	-0,14	-0,21	-0,09	-0,01	-0,22	-0,23
UMBELLIF	-0,08	-0,31	0,06	0,02	-0,24	0,08	1,15	0,34
VALERIAN	-0,29	-0,32	-0,12	-0,29	-0,02	0,03	-0,22	-0,23

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales. Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées.

Annexe VI
Familles de plantes butinées par les reines de bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.



FEMELLES	LABIATAE	LEGUMINOSAE	LILIACEAE	LYTHRACEAE	MALVACEAE	MALVACEAE	OLEACEAE	ONAGRACEAE	ORCHIDACEAE	PAEONIACEAE	PAPAVERACEAE	PINACEAE	PITTOSPORACEAE	PLANTAGINACEAE	PLUMBAGINACEAE	POLYGALACEAE	POLYGONACEAE	PRIMULACEAE	RANUNCULACEAE	RESEDACEAE	RHAMNACEAE	ROSACEAE	RUBIACEAE	SALICACEAE	SAXIFRAGACEAE	SCROPHULARIACEAE	SOLANACEAE	THYMELAEACEAE	TILIACEAE	TROPAEOLACEAE	UMBELLIFERAE	VIOLACEAE	TOTAL PARTIEL	GRAND TOTAL
ALLOPSIT	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
ARGILLAC	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	9	10
ASTURIEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
BOMBUSSS	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
BARBUTEL	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	19	22
BOHEMICU	1	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	9	93
BRODMANN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
CAMPESTR	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	12	17
CONFUSUS	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	18	24
CRYPTARU	7	29	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	-	10	-	2	-	-	-	55	313
CULLUMAN	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10
DISTINGU	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	9
GERSTAEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
HORTORUM	114	35	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	1	-	2	20	-	-	2	-	1	-	26	2	-	-	2	-	-	209	263
HUMILIS	9	171	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	7	-	-	1	-	1	-	193	219
HYPNORUM	3	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	10	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	27	47
JONELLUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	57
LAESUS	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
LAPIDARI	22	314	5	1	-	-	-	1	1	-	4	-	-	-	-	1	2	-	-	3	1	-	6	-	1	-	91	-	-	3	-	2	1	459	594
LUCORUM	12	49	1	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	12	-	8	-	12	-	-	-	-	2	-	105	430
MAGNUS	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	10	132
MAXILLOS	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	7
MENDAX	1	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	32	36
MESOMELA	3	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	37	50
MONTICOL	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	15
MUCIDUS	2	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	30	31
MUSCORUM	-	12	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	26
NORVEGIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
PASCUORU	260	253	2	2	-	4	2	3	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	18	-	1	20	1	3	3	14	5	-	1	-	-	5	601	837
POMORUM	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	17	22
PRATORUM	97	10	6	-	1	-	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	19	1	-	50	-	15	1	3	-	2	4	-	2	9	227	557
PYRENAEU	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	3	11
QUADRICO	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	19
RUDERARI	73	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	1	-	-	1	7	-	-	-	-	-	1	148	293
RUDERATU	13	94	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	121
RUPESTRI	4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	1	-	24	40
SICHELI	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	16	25
SOROEENS	7	16	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	32	273
SUBTERRA	1	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	78	81
SYLVARUM	21	58	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	94	110
SYLVESTR	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	14	62
TERRESTR	54	132	2	-	-	7	-	-	-	1	3	-	1	-	1	-	1	-	18	-	-	27	-	29	2	7	2	-	3	-	5	2	297	508
VESTALIS	1	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	2	-	21	26
VETERANU	10	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	59
WURFLEIN	2	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	59	153
TOTAL	746	1502	19	4	1	15	11	8	1	1	16	2	1	1	2	3	1	22	107	5	1	161	1	77	7	276	9	2	14	2	23	19	3060	5653

Annexe VII
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre reines.
Premières composantes.

Espèce	GROUPE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
MAXILLOS	1	95 *	-22	11	-10	-6	-2	10	2
SYLVARUM	1	95 *	-25	3	-2	7	-12	1	-4
RUPESTRI	1	93 *	-7	11	5	-27	6	18	4
MESOMELA	1	93 *	-28	-11	-12	10	6	4	1
SICHELI	1	92 *	-1	-29	-16	5	8	-7	-4
CONFUSUS	1	92 *	-29	-22	-4	-6	6	3	1
LAPIDARI	1	92 *	-24	-24	3	4	-5	6	2
RUDERATU	1	91 *	-28	-19	2	5	-1	-16	-12
HUMILIS	1	91 *	-23	-29	1	6	0	-12	-8
MENDAX	1	91 *	-30	-25	-1	2	2	-13	0
CULLUMAN	1	89 *	-29	-30	4	-3	4	-15	-9
VESTALIS	1	88 *	-24	-29	4	10	-3	-14	-10
MUSCORUM	1	87 *	-15	-5	-32	-11	28	-9	-3
ALLOPSI	1	87 *	-30	-33	2	7	1	-16	-10
MUCIDUS	1	86 *	-30	-19	5	9	-18	23	16
PASCUORU	3	85 *	5	34	17	16	-23	-18	-13
TERRESTR	3	83 *	-4	5	21	26	7	-26	-1
CAMPESTR	3	81 *	-12	26	28	-30	7	-6	-16
POMORUM	1	79 *	-26	-10	-23	9	-4	41 *	24
RUDERARI	4	70 *	4	56 *	-41 *	10	7	-6	-3
VETERANU	3	69 *	-6	33	20	-51 *	5	-20	23
SUBTERRA	1	67 *	-26	-19	0	12	-23	52 *	28
JONELLUS	2	21	93 *	-25	-3	6	-6	2	2
MAGNUS	2	27	93 *	-24	-2	4	-2	3	2
SOROEENS	2	31	92 *	-21	-1	0	-3	3	1
PYRENAEU	2	20	91 *	-24	-2	5	-5	1	0
CRYPTARU	2	35	89 *	-25	0	7	-4	0	1
MONTICOL	2	33	86 *	-21	-10	-2	2	2	1
SYLVESTR	2'	36 *	85 *	18	17	-27	-2	6	-3
LUCORUM	2	47 *	81 *	-20	6	1	1	1	1
BOMBUSSS	2'	32	73 *	37 *	10	18	-37 *	-6	-12
ASTURIEN	2	26	69 *	8	-60 *	13	24	4	9
WURFLEIN	2	62 *	68 *	-35 *	-4	9	-6	-2	1
PRATORUM	2'	32	57 *	40 *	27	38 *	7	-17	4
LAESUS		28	9	80 *	-46 *	22	-5	-5	-7
DISTINGU	4	55 *	3	67 *	-23	-30	12	-2	-10
HORTORUM	4	56 *	8	66 *	15	15	-44 *	-4	4
ARGILLAC	4	46 *	-1	63 *	18	9	-50 *	30	5
BARBUTEL	5	45 *	-5	32	51 *	29	42 *	22	-2
BRODMANN		15	3	36 *	-81 *	11	40 *	4	10
HYPNORUM	5	22	18	26	39 *	48 *	48 *	-5	10
BOHEMICU	2'	37 *	56 *	11	16	-66 *	22	13	4
QUADRICO		48 *	18	20	22	-76 *	22	8	-2
NORVEGIC	5	2	2	14	47 *	39 *	64 *	25	5
GERSTAEC		0	-2	5	9	-5	-6	-47 *	85 *
% variance		43,5	21,4	10,0	6,1	5,7	4,5	2,9	2,5
% cumulé		43,5	64,9	74,9	81,0	86,7	91,2	94,1	96,6

Les valeurs sont mutipliées par cent et arrondies à l'entier le plus proche, celles supérieures à 34,7 ont été marquées par une astérisque.

GROUPE = groupements déduits de l'analyse, voir texte.

Annexe VIII
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre reines.
Valeurs estimées des composantes

PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
ACANTHAC	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
ACERACEA	-0,29	-0,13	-0,18	-0,07	-0,07	-0,11	0,01	-0,16
AIZOACEA	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
APOCYNAC	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
AQUIFOLI	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,11	-0,00	-0,16
ARALIACE	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
BALSAMIN	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,13	0,00	-0,16
BERBERID	-0,25	-0,06	-0,09	0,05	0,11	-0,08	-0,19	-0,14
BIGNOGNI	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,13	0,00	-0,16
BORAGINA	1,21	0,27	2,81	-6,40	0,89	3,13	0,27	0,78
CAMPANUL	-0,23	-0,02	-0,20	-0,01	-0,29	-0,08	0,18	-0,13
CAPRIFOL	-0,28	-0,11	-0,10	-0,02	-0,04	-0,15	-0,03	-0,14
CARYOPHY	-0,26	-0,13	-0,18	-0,03	-0,05	-0,13	-0,07	-0,22
CISTACEA	-0,29	-0,14	-0,17	-0,06	-0,05	-0,11	-0,01	-0,16
COMPOSIT	1,67	0,75	2,17	1,70	-6,53	2,18	1,03	0,21
CONVOLVU	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,12	-0,00	-0,16
CORNACEA	-0,29	-0,13	-0,17	-0,06	-0,05	-0,13	-0,00	-0,16
CRASSULA	-0,30	-0,14	-0,17	-0,08	-0,07	-0,12	0,01	-0,16
CRUCIFER	0,05	0,12	-0,32	0,22	0,41	-0,08	-0,71	-0,23
DIPSACAC	-0,13	-0,04	-0,06	0,24	-0,07	0,17	0,07	-0,27
ERICACEA	1,68	7,37	-1,95	-0,21	0,51	-0,47	0,18	0,15
EUPHORBI	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,00	-0,16
GENTIANA	-0,19	-0,13	-0,25	-0,19	0,01	-0,08	0,00	-0,16
GERANIAC	-0,29	-0,10	-0,15	-0,05	-0,02	-0,11	-0,02	-0,15
GLOBULAR	-0,29	-0,12	-0,18	-0,08	-0,07	-0,12	0,01	-0,16
GRAMINEA	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,13	-0,00	-0,17
GROSSULA	0,10	0,30	0,78	1,52	2,28	1,43	-1,79	0,38
GUTTIFER	-0,28	-0,13	-0,17	-0,04	-0,03	-0,10	-0,06	-0,16
HIPPOCAS	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,00	-0,16
HYDRANGE	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,13	0,00	-0,16
HYDROPHY	-0,29	-0,12	-0,14	-0,04	-0,01	-0,10	-0,04	-0,15
IRIDACEA	-0,28	-0,13	-0,14	-0,06	-0,04	-0,14	-0,02	-0,16
LABIATAE	1,89	0,73	5,99	1,36	1,48	-3,65	-0,86	-1,51
LEGUMINO	6,82	-2,40	-2,59	0,15	0,51	0,09	-1,26	-0,76
LILIACEA	-0,26	-0,01	-0,21	-0,04	-0,03	-0,12	-0,02	-0,15
LYTHRACE	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,13	0,00	-0,17
MAGNOLIA	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
MALVACEA	-0,27	-0,13	-0,17	-0,04	-0,03	-0,11	-0,06	-0,17
OLEACEAE	-0,26	-0,12	-0,11	-0,05	0,03	0,05	-0,08	-0,12
ONAGRACE	-0,29	-0,13	-0,16	-0,07	-0,06	-0,14	0,00	-0,16
ORCHIDAC	-0,30	-0,14	-0,17	-0,08	-0,07	-0,12	0,01	-0,16
PAEONIAC	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
PAPAVERA	-0,27	-0,13	-0,13	0,01	0,04	-0,04	-0,05	-0,13
PINACEAE	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,00	-0,16
PITTOSPO	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
PLANTAGI	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,01	-0,16
PLUMBAGI	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16
POLYGALA	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,13	0,01	-0,16
POLYGONA	-0,29	-0,14	-0,17	-0,07	-0,06	-0,11	0,00	-0,16

(suite page suivante)

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales, Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées.

(suite) PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
PRIMULAC	-0,16	0,21	-0,42	-0,27	-0,01	-0,10	-0,01	-0,17
RANUNCUL	-0,02	-0,12	0,41	0,67	-0,41	-0,47	-3,66	6,70
RESEDACE	-0,28	-0,11	-0,09	0,11	0,19	0,20	-0,04	-0,03
RHAMNACE	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,00	-0,16
ROSACEAE	0,17	0,14	1,11	3,67	3,04	5,04	1,97	0,39
RUTACEAE	-0,30	-0,14	-0,17	-0,07	-0,07	-0,12	0,00	-0,16
SALICACE	-0,12	0,11	0,01	0,54	0,44	0,48	-0,45	-0,09
SAXIFRAG	-0,29	-0,14	-0,15	-0,07	-0,05	-0,12	-0,02	-0,17
SCROPHUL	1,20	-0,77	-0,04	-0,03	0,87	-2,45	6,16	3,45
SOLANACE	-0,28	-0,14	-0,14	-0,05	-0,04	-0,15	-0,02	-0,17
THYMELAE	-0,29	-0,14	-0,16	-0,07	-0,06	-0,11	-0,00	-0,16
TILIACEA	-0,23	-0,16	-0,23	-0,03	0,01	-0,13	-0,15	-0,25
TROPAEOL	-0,29	-0,14	-0,15	-0,07	-0,06	-0,14	0,00	-0,16
UMBELLIF	-0,03	-0,05	0,17	0,07	-0,73	0,14	-0,18	-0,74
VIOLACEA	-0,22	-0,11	0,19	-0,21	-0,24	0,01	-0,11	-0,35

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales, Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées,

Annexe IX
Familles de plantes butinées par les ouvrières de bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes

OUVRIERES	ACANTHACEAE	APIACEAE	BALSAMINACEAE	BORAGINACEAE	CAMPANULACEAE	CAPRIFOLIACEAE	CARYOPHYLLACEAE	CISTACEAE	CONVOLVULACEAE	CRASSULACEAE	CUCURBITACEAE	DIPSACACEAE	ERICACEAE	EUPHORBIACEAE	FABACEAE	GENTIANACEAE	GERANIACEAE	HYPERICACEAE	LAMIACEAE	LINACEAE	LYTHRACEAE	MALVACEAE	OLEACEAE	ONAGRACEAE	PAPAVERACEAE	PLANTAGINACEAE	POLEMONIACEAE	POLYGONACEAE	PRIMULACEAE	RANUNCULACEAE	RESEDACEAE	ROSACEAE	RUBIACEAE	SCROPHULARIACEAE	SOLANACEAE	THYMELEACEAE	VALERIANACEAE	VERBENACEAE	VIOLACEAE	TOTAL PARTIEL	GRAND TOTAL
ALPINUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
ARGILLAC	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	34
BOMBUSSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10
BRODMANN	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14
CONFUSUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
CRYPTARU	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	125
CULUMAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	9
DISTINGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
GERSTAEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
HORTORUM	1	-	-	-	8	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	246
HUMILIS	-	-	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63	212
HYPNORUM	-	-	-	-	6	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	112
JONELLUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	56
LAPIDARI	-	-	-	-	12	9	1	-	-	-	-	-	-	-	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	487
LUCORUM	-	-	-	-	34	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331	808
MAGNUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	173	193
MENDAX	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	63
MESOMELA	-	-	-	-	10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	104
MONTICOL	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	68
MUCIDUS	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	65
MUSCORUM	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	17
PASCUORU	-	-	1	-	74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	1	1	27	26	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	929
POMORUM	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	11
PRATORUM	-	-	1	-	55	1	4	3	1	1	1	-	-	-	-	22	-	1	5	1	5	92	5	-	2	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	211	573
PYRENAEU	-	-	-	-	2	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	69
RUDERARI	-	-	-	-	39	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	220
RUDERATU	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	84
SICHELI	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	74
SOROEENS	-	-	-	-	11	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	-	1	13	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	188
SUBTERRA	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	55
SYLVARUM	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	88
TERRESTR	5	2	-	-	115	-	6	2	-	39	-	-	-	-	-	102	-	-	45	-	9	78	-	-	-	-	-	2	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	414	1211
VETERANU	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	685	700
WURFLEIN	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	260
TOTAL	6	2	11	1	2	523	31	14	17	1	40	1	1323	1	4	54	4	74	695	5	2	4	12	2	9	6	14	6												2864	7106

OUVRIERES	LABIATAE	LEGUMINO	LILIACEA	LINEAE	LYTHRACE	MALVACEA	OLEACEAE	ONAGRACE	ORCHIDAN	OROBRANC	PAPAVERA	PINACEOS	PITOSPOR	PLANTAGI	POLEMONI	POLYGONA	RANUNCUL	RESEDACE	RHAMNACE	ROSACEAE	RUTACEAE	SALICACE	SAXIFRAG	SCROPHUL	SOLANACE	STYRACAC	TILIACEA	UMBELLIF	VALERIAN	VERBENAC	TOTAL PARTIEL	GRAND TOTAL
ALPINUS	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
ARGILLAC	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	34
BOMBUSSS	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10
BRODMANN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
CONFUSUS	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6
CRYPTARU	4	20	8	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	8	3	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	65	125
CULLUMAN	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9
DISTINGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
GERSTAEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
HORTORUM	42	97	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	9	-	-	8	-	-	-	42	2	-	2	2	-	-	208	246
HUMILIS	18	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	26	-	-	1	3	-	-	149	212
HYPNORUM	1	4	2	-	-	-	1	16	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	1	-	5	-	-	-	1	-	-	66	112
JONELLUS	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	56
LAPIDARI	10	272	4	-	-	4	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	45	-	-	6	-	-	-	7	-	1	17	3	-	-	371	487
LUCORUM	46	293	9	-	-	-	1	20	-	-	3	-	-	-	-	4	12	-	-	18	-	-	-	57	1	-	1	11	-	1	477	808
MAGNUS	2	15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	193
MENDAX	7	48	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	60	63
MESOMELA	22	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	71	104
MONTICOL	-	28	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	16	1	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	56	68
MUCIDUS	24	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	33	65
MUSCORUM	6	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	12	17
PASCUORU	124	409	1	-	1	4	3	6	2	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	29	-	-	-	65	7	-	41	4	-	-	736	929
POMORUM	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11
PRATORUM	82	120	11	2	-	1	-	29	1	-	8	-	-	4	1	-	3	-	1	53	1	-	1	33	9	-	1	-	1	-	362	573
PYRENAEU	4	1	4	-	-	-	-	29	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	46	69
RUDERARI	28	112	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	152	220
RUDERATU	12	40	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	55	84
SICHELI	1	15	18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	40	74
SOROEENS	16	7	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	16	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	64	188
SUBTERRA	11	13	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	29	55
SYLVARUM	9	24	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	41	88
TERRESTR	99	514	-	-	-	13	2	20	-	-	36	-	1	-	-	-	19	1	-	7	-	-	-	24	13	-	9	37	-	2	797	1211
VETERANU	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	15	700
WURFLEIN	39	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	4	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	241	260
TOTAL	643	2318	63	2	3	22	9	165	4	1	55	1	1	4	1	29	169	1	1	203	1	1	1	365	32	1	73	69	1	3	4242	7106

Annexe X
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre ouvrières.
Premières composantes.

Espèce	GROUPE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
RUDERARI	1	97 *	-15	-13	1	8	-3	0	0
TERRESTR	1	97 *	-17	4	-6	5	-2	2	-2
MESOMELA	1	97 *	3	-20	-5	-12	-4	-2	2
PASCUORU	1	96 *	-24	-2	-4	-10	5	-1	4
HUMILIS	1	92 *	-30	-11	13	9	-2	-2	3
LUCORUM	1	92 *	10	33	-10	3	-2	8	-3
HORTORUM	1	92 *	-17	-6	-9	-26	6	-6	7
POMORUM	1	92 *	7	-29	21	11	-4	5	-1
LAPIDARI	1	91 *	-19	1	-30	11	10	6	5
RUDERATU	1	90 *	-29	-14	21	8	-5	1	-2
MENDAX	1	90 *	-37 *	3	-20	-4	-4	-4	0
CONFUSUS	1	89 *	-26	3	-32	12	-4	-1	3
PRATORUM	1	85 *	11	31	32	-20	0	-8	8
ALPINUS	1	85 *	-43 *	8	-26	7	-4	-2	2
BOMBUSSS	1	84 *	-27	40 *	-15	4	-8	9	-6
WURFLEIN	1	84 *	-25	5	-11	-31	13	-4	4
SYLVARUM	1'	82 *	4	-29	40 *	27	1	3	2
MONTICOL	1	79 *	-25	21	-21	8	4	-13	-13
SUBTERRA	1'	72 *	1	-34	57 *	12	7	9	-4
SICHELI	2	61 *	51 *	-6	-34	29	1	-4	1
MUSCORUM	2	61 *	28	-40 *	39 *	-43 *	-2	-3	-8
SOROEENS	2	42 *	84 *	-13	-15	18	6	-8	13
VETERANU	2	28	79 *	-26	-36 *	26	-1	9	9
DISTINGU	3	30	78 *	41 *	-10	15	-8	27	-8
CULLUMAN	2	47 *	76 *	-32	-30	2	-3	6	4
MUCIDUS	2	56 *	66 *	-37 *	-13	-28	-4	2	-3
ARGILLAC	2	39 *	60 *	-42 *	18	-49 *	-3	0	-9
MAGNUS	3	23	31	82 *	19	-5	-10	29	-19
JONELLUS	3	28	32	80 *	27	-18	-8	14	18
CRYPTARU	3	48 *	25	77 *	16	3	5	-2	-26
HYPNORUM	3	22	29	63 *	32	1	10	-34	49 *
BRODMANN	B	22	0	-28	79 *	47 *	0	10	-1
GERSTAEC	G	0	-4	-1	-3	-5	92 *	38 *	3
PYRENAEU	3	19	43 *	20	6	14	33	-71 *	-29
% variance		50,9	15,1	12,0	7,5	4,1	3,1	3,0	1,6
% cumulé		50,9	66,1	78,0	85,5	89,6	92,7	95,7	97,3

Les valeurs sont mutipliées par cent et arrondies à l'entier le plus proche, celles supérieures à 34,9 ont été marquées par une astérisque.

Annexe XI
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre ouvrières.
Valeurs estimées des composantes.

PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
ACANTHAC	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,01	-0,21	0,15	-0,07
AIZOACEA	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
BALSAMIN	-0,29	-0,18	-0,09	-0,14	0,01	-0,20	0,15	-0,06
BEGONIAC	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
BERBERID	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
BORAGINA	1,70	0,04	-2,11	6,06	3,55	-0,01	0,76	-0,05
CAMPANUL	-0,24	0,14	-0,06	-0,20	0,25	0,19	-0,67	-0,13
CAPRIFOL	-0,28	-0,15	-0,02	-0,08	-0,00	-0,17	0,02	0,27
CARYOPHY	-0,23	-0,17	-0,01	-0,17	0,02	-0,07	-0,19	-0,13
CHENOPOD	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
CISTACEA	-0,27	-0,19	-0,08	-0,15	0,04	-0,22	0,16	-0,09
COMMELIN	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
COMPOSIT	2,09	6,00	-1,95	-2,80	2,03	-0,10	0,69	0,65
CORNACEA	-0,30	-0,16	-0,06	-0,12	0,02	-0,19	0,09	0,08
CRASSULA	-0,29	-0,13	-0,07	-0,12	-0,01	-0,20	0,09	0,08
CRUCIFER	-0,25	-0,18	-0,04	-0,11	0,02	-0,20	0,09	0,09
CUCURBIT	-0,29	-0,15	-0,04	-0,09	0,00	-0,18	0,02	0,25
DIPSACAC	-0,09	-0,29	-0,20	0,11	0,23	-0,21	0,15	0,06
ERICACEA	1,05	2,35	6,33	1,70	-0,46	-0,77	2,17	-1,54
EUPHORBI	-0,29	-0,16	-0,07	-0,11	-0,00	-0,21	0,13	-0,04
FAGACEAE	-0,30	-0,17	-0,08	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,08
GENTIANA	-0,29	-0,18	-0,12	0,04	0,20	-0,22	0,19	-0,07
GERANIAC	-0,29	-0,14	-0,07	-0,12	0,01	-0,20	0,12	-0,00
GLOBULAR	-0,30	-0,15	-0,07	-0,13	0,04	-0,14	-0,01	-0,20
GUTTIFER	-0,28	-0,13	-0,05	-0,12	-0,01	-0,19	0,09	0,01
HYDRANGE	-0,29	-0,13	0,01	-0,05	0,03	-0,14	-0,08	0,56
HYDROPHY	-0,29	-0,17	-0,07	-0,11	-0,00	-0,21	0,13	-0,04
IRIDACEA	-0,29	-0,17	-0,09	-0,14	-0,02	-0,21	0,14	-0,04
LABIATAE	1,95	1,89	-2,24	2,20	-5,92	-0,21	-0,50	-1,15
LEGUMINO	6,49	-3,24	0,60	-1,94	0,49	-0,30	-0,18	0,13
LILIACEA	-0,06	0,34	0,21	-0,50	0,89	0,19	-0,84	-0,68
LINACEAE	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,14	-0,06
LYTHRACE	-0,23	-0,06	-0,29	0,17	-0,61	-0,26	0,09	-0,37
MALVACEA	-0,28	-0,18	-0,08	-0,15	0,02	-0,20	0,15	-0,06
OLEACEAE	-0,28	-0,17	-0,09	-0,04	0,05	-0,18	0,12	0,05
ONAGRACE	0,11	0,97	1,28	0,48	1,10	2,56	-6,16	-2,24
ORCHIDAC	-0,29	-0,18	-0,09	-0,12	0,02	-0,22	0,15	-0,07
OROBRANC	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
PAPAVERA	-0,23	-0,17	-0,00	-0,08	-0,04	-0,17	0,01	0,30
PINACEAE	-0,30	-0,15	-0,07	-0,13	0,04	-0,14	-0,01	-0,20
PITTOSPO	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
PLANTAGI	-0,30	-0,17	-0,07	-0,12	0,00	-0,21	0,14	-0,05
POLEMONI	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
POLYGONA	-0,10	-0,29	0,30	-0,39	0,27	-0,00	-0,32	-1,42
RANUNCUL	-0,00	-0,33	-0,04	-0,23	-0,40	7,00	2,88	0,19
RESEDACE	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
RHAMNACE	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
ROSACEAE	0,12	0,66	1,70	1,11	-0,57	0,35	-1,78	6,75

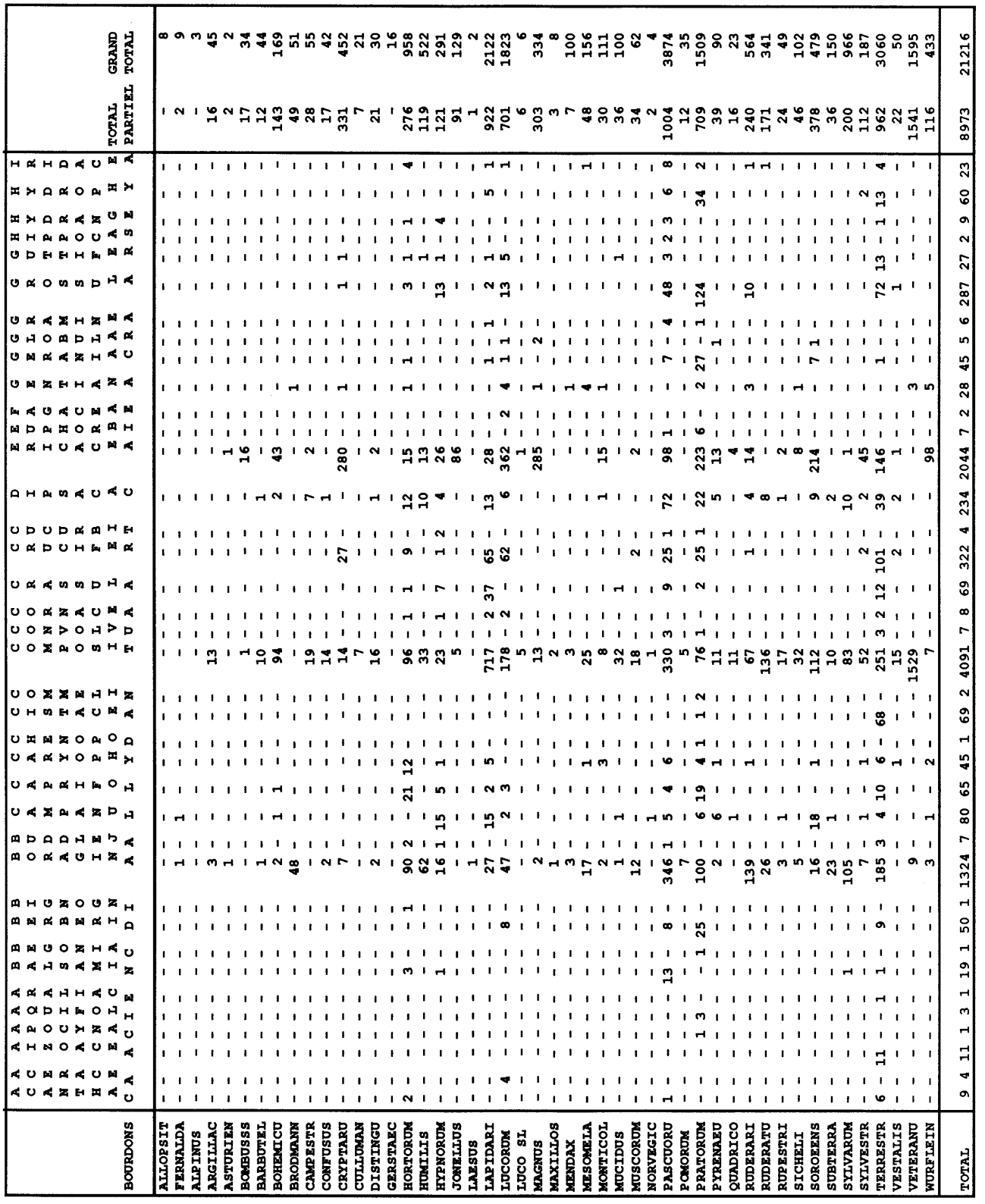
(suite page suivante)

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales. Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées.

(suite) PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
RUTACEAE	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
SALICACE	-0,30	-0,16	-0,06	-0,12	0,02	-0,19	0,09	0,08
SAXIFRAG	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
SCROPHUL	0,67	-0,37	-0,02	0,12	-1,85	0,65	-1,05	0,79
SOLANACE	-0,26	-0,18	-0,06	-0,10	-0,05	-0,21	0,12	-0,00
STYRACAC	-0,30	-0,17	-0,09	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07
TILIACEA	-0,21	-0,24	-0,09	-0,19	-0,00	-0,14	0,17	0,03
UMBELLIF	-0,21	-0,08	-0,02	-0,14	0,16	0,05	-0,42	-0,21
VALERIAN	-0,30	-0,17	-0,08	-0,13	0,01	-0,21	0,15	-0,07
VERBENAC	-0,30	-0,17	-0,08	-0,14	0,02	-0,21	0,15	-0,07

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales. Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées.

Annexe XII
Familles de plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Tous sexes confondus



| BOURDONS | AACIE NC DI | AAAAA BB BB | AAAAA BB BB | AAAAA BB BB

BOURDONS	LABIATAE	LEGUMINO	LILIACEA	LINACEAE	LYTHRACE	MAGNOLIA	MALVACEA	OLEACEAE	ONAGRACE	ORCHIDAC	OROBRANC	PAEONIAC	PAPAVERA	PINACEAE	PITTOSPO	PLANTAGI	PLUMBAGI	POLEMONI	POLYGALA	POLYGONA	PRIMULAC	RANUNCUL	RESEDACE	RHAMNACE	ROSACEAE	RUTACEAE	SALICACE	SAXIFRAG	SCROPHUL	SOLANACE	STYRACAC	THYMELAE	TILIACEA	TROPAEOL	UMBELLIF	VALERIAN	VERBENAC	VIOLACEA	TOTAL PARTIEL	GRAND TOTAL
ALLOPSIT	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
FERNALDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9
ALPINUS	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
ARGILLAC	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	45
ASTURIEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
BOMBUSSS	1	11	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	34
BARBUTEL	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	44
BOHEMICU	1	4	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	1	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	26	169
BRODMANN	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	51
CAMPESTR	5	9	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	27	55
CONFUSUS	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	42
CRYPTARU	11	49	8	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	4	-	-	8	-	10	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	452
CULLUMAN	3	10	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	21
DISTINGU	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	9	30
GERSTAEC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16
HORTORUM	214	273	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	8	-	-	-	2	-	1	-	2	56	-	-	20	-	1	-	85	6	-	-	5	3	2	-	-	-	682	958
HUMILIS	36	321	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	3	-	-	-	34	-	-	-	2	-	4	-	-	-	403	522
HYPNORUM	21	11	5	-	1	-	5	3	20	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	3	3	-	66	-	7	1	14	1	-	-	2	-	1	-	-	-	170	291
JONELLUS	5	4	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	129
LAESUS	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
LAPIDARI	83	852	10	-	3	-	10	-	4	1	-	-	6	-	-	-	2	-	2	-	-	62	1	-	20	-	2	-	109	-	1	-	21	-	8	-	-	3	1200	2122
LUCORUM	61	823	10	-	-	-	4	1	27	-	-	-	3	1	-	1	-	-	-	5	1	39	-	-	35	-	8	-	77	1	-	-	1	-	23	-	1	-	1122	1823
LUCO SL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
MAGNUS	2	21	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	31	334
MAXILLOS	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8
MENDAX	9	75	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	100
MESOMELA	25	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	156
MONTICOL	-	31	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3	2	-	-	1	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	111
MUCIDUS	27	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	100
MUSCORUM	7	14	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	28	62
NORVEGIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
PASCUORU	663	1829	3	-	4	-	13	5	24	2	-	-	5	1	-	-	3	-	-	-	-	64	-	1	57	1	3	3	117	13	-	-	44	-	7	-	-	8	2870	3874
POMORUM	2	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	35
PRATORUM	204	158	20	2	1	1	9	9	44	1	-	-	9	-	-	4	-	3	-	-	-	25	1	3	197	1	16	2	52	12	-	2	10	-	2	2	-	10	800	1509
PYRENAEU	4	1	6	-	-	-	1	-	29	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	51	90
QUADRICO	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	7	23
RUDERARI	110	182	3	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	3	-	-	1	12	-	-	-	-	-	2	-	-	1	324	564
RUDERATU	26	135	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	170	341
RUPESTRI	4	13	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	25	49
SICHELI	1	28	18	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	102
SOROEENS	23	24	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	20	-	-	-	3	-	-	-	-	-	6	-	-	-	101	479
SUBTERRA	14	50	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	1	-	-	-	114	150
SYLVARUM	89	642	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	766	966
SYLVESTR	12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	187
TERRESTR	264	1401	3	-	1	-	41	11	26	-	-	1	50	-	5	-	1	-	-	1	-	59	1	-	49	-	31	2	48	21	-	-	13	1	61	3	2	2	2098	3060
VESTALIS	5	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	2	-	-	-	28	50
VETERANU	19	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	1595
WURFLEIN	45	157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	27	-	-	4	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317	433
TOTAL	2034	7319	91	2	13	1	83	33	261	6	1	1	88	3	5	5	9	3	3	34	22	385	6	4	623	2	83	9	780	54	1	2	101	4	139	5	3	25	12243	21216

Annexe XIII
Plantes butinées par les bourdons de France, de Belgique et des régions limitrophes.
Analyse en composantes principales de la matrice de corrélation entre bourdons, tous sexes confondus.
Premières composantes.

Composante 1 (50 % de la variance): liée positivement aux Leguminosae et aux Compositae.

Composante 2 (15 % de la variance): liée négativement aux Leguminosae, positivement aux Ericaceae et aux Compositae.

Composante 3 (11 % de la variance): liée positivement aux Ericaceae, négativement aux Compositae.

Composante 4 (7,3 % de la variance): liée négativement aux Rosaceae.

Composante 5 (6,4 % de la variance): liée positivement aux Boraginaceae et aux Labiatae, négativement aux Rosaceae et aux Leguminosae.

Composante 6 (2,9 % de la variance): liée négativement aux Labiatae, positivement aux Boraginaceae.

Composante 7 (2,1 % de la variance): liée positivement aux Ranunculaceae.

Composante 8 (2,0 % de la variance): liée positivement aux Onagraceae.

a. Premières composantes.

Espèce	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
MAXILLOS	96 *	-19	-14	0	12	3	0	-1
CONFUSUS	95 *	-16	-19	-13	-10	9	1	-2
CULLUMAN	94 *	-14	-19	-12	-10	-8	-5	2
VESTALIS	94 *	-3	-24	-12	-10	-5	-4	-4
LAPIDARI	94 *	-7	-23	-16	-14	6	6	-2
RUPESTRI	94 *	13	-27	-10	4	4	1	3
MESOMELA	94 *	-32	-2	8	6	-4	-4	-3
RUDERATU	94 *	-2	-29	-13	-2	10	0	-2
MUSCORUM	90 *	9	-22	4	31	16	1	-2
PASCUORU	89 *	-40 *	12	7	2	-9	-3	-3
TERRESTR	89 *	-39 *	16	-1	-10	0	-1	-3
LUCORUM	88 *	-18	36 *	-14	-17	3	2	-6
HORTORUM	87 *	-27	2	17	23	-28	7	-3
SICHELI	87 *	13	-16	-20	-7	16	1	7
MUCIDUS	86 *	4	-32	-2	16	-33	-4	-5
SYLVARUM	85 *	-48 *	12	1	-9	7	-3	-2
HUMILIS	85 *	-48 *	17	1	-7	9	-1	-1
RUDERARI	85 *	-25	6	19	39 *	4	-3	0
POMORUM	85 *	-32	2	8	18	18	5	4
MENDAX	80 *	-54 *	17	-2	-18	0	-1	-2
CAMPESTR	78 *	32	-37 *	-10	-5	-6	-4	8
WURFLEIN	77 *	-18	49 *	-8	-6	-18	10	-8
DISTINGU	77 *	40 *	-43 *	-21	9	9	2	-3
SUBTERRA	75 *	-38 *	9	12	18	3	9	5
ALPINUS	75 *	-55 *	19	-6	-27	7	-3	-3
QUADRICO	74 *	58 *	-26	-15	-8	5	1	-7
MONTICOL	71 *	-9	35 *	-18	-18	2	0	42 *
ALLOPSI	69 *	-32	18	37 *	-47 *	9	-2	-4
PRATORUM	66 *	30	40 *	41 *	10	-24	-3	-3
SYLVESTR	55 *	76 *	6	29	-13	2	1	-12
BOHEMICU	59 *	73 *	-23	-21	-1	9	4	-7
SOROEENS	52 *	71 *	41 *	-22	6	-2	0	-7
LUCO SL	54 *	63 *	-45 *	-29	4	10	4	-5
CRYPTARU	35 *	48 *	75 *	-24	1	-4	-1	-10
MAGNUS	27	53 *	74 *	-25	2	-3	-1	-17
JONELLUS	28	60 *	72 *	-10	-4	-6	-2	-13
BOMBUSSS	61 *	18	71 *	-25	-11	-5	-5	7
ASTURIEN	24	36 *	61 *	6	53 *	38 *	6	-5
VETERANU	53 *	53 *	-61 *	-23	3	10	5	-1
FERNALD	11	30	5	86 *	-36 *	14	3	0
HYPNORUM	47 *	49 *	16	65 *	-15	-7	0	18
BARBUTEL	55 *	33	-19	65 *	-32	-3	-1	-5
NORVEGIC	28	49 *	-23	62 *	-40 *	10	3	3
LAESUS	26	-4	4	44 *	83 *	-15	-7	1
BRODMANN	15	-5	11	35	72 *	55 *	9	9
ARGILLAC	48 *	20	-30	17	49 *	-59 *	-12	-6
GERSTAEC	-1	-3	2	-1	0	-20	97 *	5
PYRENAEU	31	44 *	18	-14	4	-13	-6	78 *
% variance	50,4	14,8	11,1	7,3	6,4	2,9	2,1	2,0
% cumulé	50,4	65,2	76,3	83,7	90,1	93,0	95,1	97,1

Les valeurs sont mutipliées par cent et arrondies à l'entier le plus proche, celles supérieures à 34,7 ont été marquées par une astérisque.

b. Valeurs estimées des composantes

PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
ACANTHAC	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
ACERACEA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
AIZOACEA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
APOCYNAC	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
AQUIFOLI	-0,28	-0,12	-0,08	-0,13	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
ARALIACE	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
BALSAMIN	-0,28	-0,12	-0,08	-0,12	-0,05	0,06	-0,10	-0,21
BEGONIAC	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
BERBERID	-0,26	-0,10	-0,04	-0,08	-0,04	-0,00	-0,12	-0,25
BIGNOGNI	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
BORAGINA	1,28	-0,37	0,94	2,95	6,15	4,89	0,76	0,80
BUDDLEJA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,12	-0,05	0,07	-0,10	-0,20
CAMPANUL	-0,11	0,52	-0,14	0,95	-0,71	0,22	-0,04	1,27
CAPRIFOL	-0,24	-0,08	-0,04	0,01	-0,03	-0,10	-0,08	-0,16
CARYOPHY	-0,22	-0,11	-0,03	-0,14	-0,07	-0,03	-0,11	0,20
CHENOPOD	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
CISTACEA	-0,27	-0,14	-0,07	-0,14	-0,06	0,08	-0,11	-0,24
COMMELIN	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
COMPOSIT	4,45	4,61	-5,27	-2,08	0,24	0,92	0,38	-0,11
CONVOLVU	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
CORNACEA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,12	-0,05	0,07	-0,10	-0,21
CRASSULA	-0,25	-0,08	-0,08	-0,01	-0,09	0,00	-0,09	-0,11
CRUCIFER	-0,12	-0,08	0,05	-0,15	-0,06	0,00	-0,10	-0,46
CUCURBIT	-0,28	-0,10	-0,08	-0,10	-0,06	0,07	-0,10	-0,18
DIPSACAC	0,01	0,14	-0,25	-0,15	-0,13	-0,22	-0,27	1,00
ERICACEA	1,61	4,74	6,52	-2,19	0,30	-0,30	-0,09	-1,46
EUPHORBI	-0,28	-0,12	-0,08	-0,13	-0,04	0,06	-0,11	-0,23
FAGACEAE	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
GENTIANA	-0,23	-0,15	-0,04	-0,13	-0,01	0,13	-0,08	-0,15
GERANIAC	-0,26	-0,07	-0,02	-0,09	-0,02	-0,02	-0,12	-0,26
GLOBULAR	-0,28	-0,10	-0,07	-0,16	-0,04	0,06	-0,12	-0,03
GRAMINEA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
GROSSULA	-0,13	0,03	0,16	0,42	-0,02	-0,47	-0,20	-0,11
GUTTIFER	-0,27	-0,12	-0,08	-0,13	-0,05	0,03	-0,11	-0,22
HIPPOCAS	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
HYDRANGE	-0,27	-0,09	-0,07	-0,06	-0,07	0,05	-0,10	-0,14
HYDROPHY	-0,25	-0,07	-0,03	-0,04	-0,04	-0,03	-0,12	-0,28
IRIDACEA	-0,27	-0,13	-0,08	-0,13	-0,03	0,05	-0,10	-0,23
LABIATAE	1,88	-0,12	-0,41	2,36	3,89	-6,72	-1,57	-0,72
LEGUMINO	6,48	-4,78	1,64	-0,52	-2,35	0,64	-0,23	-0,23
LILIACEA	-0,09	0,08	-0,04	-0,28	-0,12	0,23	-0,17	1,29
LINACEAE	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
LYTHRACE	-0,25	-0,11	-0,11	-0,11	0,00	0,15	-0,09	-0,22
MAGNOLIA	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
MALVACEA	-0,25	-0,08	-0,04	-0,03	-0,08	0,00	-0,12	0,05
OLEACEAE	-0,25	-0,10	-0,07	-0,05	-0,02	0,07	-0,09	-0,17
ONAGRACE	0,19	0,70	0,97	-0,49	-0,37	-0,94	-0,77	7,90
ORCHIDAC	-0,28	-0,11	-0,07	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,24
OROBRANC	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,04	0,08	-0,10	-0,22
PAEONIAC	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
PAPAVERA	-0,24	-0,10	-0,04	-0,02	-0,07	-0,00	-0,09	-0,15
PINACEAE	-0,28	-0,11	-0,08	-0,15	-0,04	0,06	-0,12	-0,02
PITTOSPO	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
PLANTAGI	-0,28	-0,12	-0,08	-0,13	-0,05	0,07	-0,10	-0,23
PLUMBAGI	-0,28	-0,12	-0,08	-0,12	-0,05	0,07	-0,10	-0,20
POLEMONI	-0,28	-0,12	-0,08	-0,13	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
POLYGALA	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22

(suite page suivante)

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales. Les valeurs extrêmes de chaque facteur sont soulignées.

PLANTE	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	AXE7	AXE8
POLYGONA	-0,17	-0,15	0,19	-0,35	-0,26	0,13	-0,11	1,30
PRIMULAC	-0,23	-0,08	0,03	-0,21	-0,09	0,09	-0,10	-0,03
RANUNCUL	-0,07	-0,26	0,18	-0,06	-0,01	-1,72	8,39	0,39
RESEDACE	-0,28	-0,10	-0,07	-0,08	-0,06	0,06	-0,10	-0,16
RHAMNACE	-0,28	-0,12	-0,08	-0,13	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
ROSACEAE	0,80	2,59	0,30	7,01	-3,96	0,48	0,12	-0,30
RUTACEAE	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
SALICACE	-0,22	0,00	-0,00	-0,01	-0,09	-0,05	-0,14	0,06
SAXIFRAG	-0,28	-0,11	-0,08	-0,11	-0,05	0,07	-0,10	-0,20
SCROPHUL	0,90	-0,76	0,23	0,48	0,77	-0,80	0,76	0,64
SOLANACE	-0,26	-0,12	-0,06	-0,08	-0,04	0,00	-0,10	-0,22
STYRACAC	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
THYMELAE	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
TILIACEA	-0,22	-0,13	-0,10	-0,10	-0,08	-0,01	-0,12	-0,24
TROPAEOL	-0,28	-0,12	-0,09	-0,14	-0,04	0,07	-0,10	-0,22
UMBELLIF	-0,04	0,15	-0,33	-0,36	-0,08	-0,03	-0,24	0,66
VALERIAN	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,07	-0,10	-0,22
VERBENAC	-0,28	-0,12	-0,08	-0,14	-0,05	0,08	-0,10	-0,22
VIOLACEA	-0,26	-0,09	-0,11	-0,15	-0,02	0,08	-0,10	-0,25

Les valeurs sont tronquées à 2 décimales. Les valeurs extrèmes de chaque facteur sont soulignées.

Annexe XIV
Structure de la Faune du Languedoc-Roussillon
Analyse en composantes principales de la matrice entre bourdons.
a) Premières composantes

ECO = groupements écogéographiques d'espèces de bourdons. Groupements déduits des dendrogrammes de fidélité et des corrélation binomiales et corrigés selon les composantes 1 ("altitude"), 2 ("massif de montagne") et 3 ("classe écologique") (tableau XII).

1 = groupe subalpin
2 = groupe montagnard
3 = groupe collinaire
4 = groupe du Massif Central
5 = groupe de *Confusibombus confusus*
6 = groupe des plaines
N = non groupé

GROUP = groupements déduits des dendrogrammes (tableau VI)

1 = groupe subalpin
2 = groupe montagnard d'altitude
3 = groupe montagnard ubiquiste
4 = groupe collinaire
5 = groupe du Massif Central
6 = groupe des causses
7 = groupe de *Bombus terrestris*
8 = groupe de *Megabombus muscorum*
9 = groupe de *Megabombus ruderatus*
10 = groupe de *Megabombus laesus*

ECO	GROUP	AXE1	AXE2	AXE3	AXE4	AXE5	AXE6	Espèce
1	1	79 *	-44 *	3	-2	4	-1	PSITHYRUS FLAVIDUS
1	1	75 *	-41 *	-1	6	9	-2	PYROBOMBUS PYRENAEUS
1	1	74 *	-43 *	14	-8	-2	12	MEGABOMBUS GERSTAECKERI
1	1	66 *	-45 *	-4	-6	-14	3	MEGABOMBUS MUCIDUS
1	1	65 *	-40 *	4	-14	7	-24 *	BOMBIAS MENDAX
1	1	64 *	-44 *	-6	-1	-21	5	PYROBOMBUS SICHELI
2	2	63 *	-6	-17	4	31 *	-4	PYROBOMBUS HYPNORUM
1	1	63 *	-40 *	-9	2	-7	9	PYROBOMBUS MONTICOLA
2	2-3	60 *	-16	-26 *	3	-2	-5	PSITHYRUS BOHEMICUS
2	3	60 *	36 *	-36 *	-9	3	5	PYROBOMBUS SOROEENSIS
1	1	58 *	-32 *	-1	-2	-31 *	0	MEGABOMBUS MESOMELAS
2	2	58 *	13	-40 *	-13	24 *	6	ALPIGENOBOMBUS WURFLEINI
2	2-3	57 *	-1	-7	-20	32 *	-31 *	PSITHYRUS QUADRICOLOR
2	3	56 *	40 *	-4	-10	-24 *	-6	MEGABOMBUS RUDERARIUS
N		56 *	-34 *	17	0	-4	43 *	PSITHYRUS NORVEGICUS
2		56 *	10	-13	10	16	-19	PSITHYRUS SYLVESTRIS
N		55 *	27 *	10	-7	-4	-7	PSITHYRUS RUPESTRIS
2	2	51 *	31 *	-10	1	22	10	BOMBUS MAGNUS
2	3	50 *	33 *	-32 *	18	2	-9	BOMBUS LUCORUM
3	4	46 *	45 *	2	29 *	-21	-9	MEGABOMBUS HORTORUM
2		44 *	36 *	-16	34 *	-9	-5	PYROBOMBUS PRATORUM
N		42 *	-5	14	33 *	27 *	8	PSITHYRUS CAMPESTRIS
N		41 *	21	29 *	-5	21	7	PS. (ALLOPSITHYRUS) SP.
3		24	63 *	11	-28 *	0	19	MEGABOMBUS POMORUM
4	5	22	48 *	-26 *	-31 *	22	19	BOMBUS CRYPTARUM
3	4	40 *	42 *	11	29 *	-21	-3	MEGABOMBUS HUMILIS
3	4	35 *	42 *	12	19	-3	-13	PYROBOMBUS LAPIDARIUS
3		40 *	41 *	25 *	7	-19	15	MEGABOMBUS SYLVARUM
3		38 *	38 *	36 *	-29 *	-18	19	MEGABOMBUS SUBTERRANEUS
6	9	12	4	58 *	8	32 *	-8	MEGABOMBUS RUDERATUS
5	6	35 *	12	45 *	-37 *	-2	-24	PYROBOMBUS CULLUMANUS
5	6	38 *	8	43 *	-27 *	-25 *	-20	CONFUSIBOMBUS CONFUSUS
3	4	31 *	30 *	5	50 *	-15	-13	MEGABOMBUS PASCUORUM
6	7	8	-12	27 *	38 *	12	-22	BOMBUS TERRESTRIS
N		21	-10	21	25 *	-8	64 *	PSITHYRUS BARBUTELLUS
4		6	20	-32 *	-11	8	33 *	PYROBOMBUS JONELLUS
6	8	5	14	17	35 *	31 *	15	PSITHYRUS VESTALIS
4	5	15	37 *	-3	-29 *	6	1	MEGABOMBUS VETERANUS
6	10	12	8	39 *	-17	21	6	MEGABOMBUS LAESUS
6	8	-3	-4	7	-2	8	1	PSITHYRUS MAXILLOSUS
6	8	-10	-7	29 *	10	37 *	10	MEGABOMBUS MUSCORUM
		22,4	10,0	5,5	4,4	3,4	3,2	% variance
		22,4	32,5	38,0	42,3	45,8	49,0	% variance cumulée

Les valeurs supérieures à 23,85 % ont été marquées par *

b) Valeurs estimées des composantes

	UTM	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4
1	CG89	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
2	CH70	0.287	0.241	-0.634	0.984
3	CH73	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
4	CH74	0.779	0.435	0.993	-0.820
5	CH75	1.218	0.387	-2.289	1.677
6	CH76	0.011	0.447	-0.478	1.229
7	CH77	-0.316	-0.133	-0.108	0.148
8	CH78	-0.204	0.165	0.963	0.721
9	CH79	-0.342	-0.450	-0.203	0.014
10	CH81	0.012	-0.812	-0.447	-0.591
11	CH83	-0.317	-0.145	-0.017	0.265
12	CH84	0.133	0.720	-0.005	0.752
13	CH85	0.203	-0.095	-0.851	0.046
14	CH86	-0.004	0.506	-0.719	0.809
15	CH87	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
16	CH88	-0.163	0.242	0.124	1.223
17	CH89	-0.236	0.038	0.726	0.986
18	CH90	-0.177	-1.358	-0.494	-1.003
19	CH91	1.905	-2.200	-1.802	-0.104
20	CH93	-0.443	-0.724	-0.140	-0.060
21	CH94	-0.041	-0.268	-1.328	0.101
22	CH95	0.406	1.012	1.065	0.179
23	CH96	0.012	0.433	0.256	1.116
24	CH97	-0.332	-0.174	-0.225	0.934
25	CH98	-0.264	0.057	0.278	0.822
26	CJ71	0.057	0.330	0.899	0.093
27	CJ72	0.494	0.941	2.151	2.972
28	CJ80	-0.386	-0.226	-0.175	-0.842
29	CJ89	0.131	0.818	1.441	0.666
30	CK71	0.018	0.695	1.130	2.673
31	CK72	-0.454	-0.256	-0.025	-0.496
32	CK75	-0.454	-0.256	-0.025	-0.496
33	CK82	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
34	CK84	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
35	CK87	-0.445	-0.282	-0.418	-0.175
36	CK92	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
37	CK96	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
38	DG56	-0.433	-0.347	-0.654	-0.002
39	DG57	-0.253	-0.399	-0.419	0.722
40	DG58	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
41	DG59	1.327	0.029	-1.440	0.779
42	DG60	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
43	DG63	-0.425	-0.286	-0.589	-0.353
44	DG67	-0.349	-0.148	0.261	0.631
45	DG69	0.294	0.498	1.303	1.652
46	DG71	-0.457	-0.447	-0.787	-0.915
47	DG72	-0.358	-0.638	0.146	0.919
48	DG77	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
49	DG78	-0.437	-0.402	-0.242	0.595
50	DG79	0.659	0.611	-1.310	1.647
51	DG81	-0.547	-0.623	1.003	0.490
52	DG82	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
53	DG84	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
54	DG86	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
55	DG87	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
56	DG88	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
57	DG89	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
58	DG95	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
59	DG97	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
60	DG98	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
61	DG99	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
62	DH00	0.344	-0.043	-0.080	-0.267
63	DH01	1.754	-3.145	-1.379	-1.284
64	DH02	-0.289	0.115	0.130	0.419
65	DH03	0.329	0.107	-0.566	-0.354
66	DH04	0.872	1.000	-1.038	1.318
67	DH05	0.316	0.764	1.211	0.758
68	DH06	-0.277	-0.152	-0.352	0.067
69	DH10	6.586	-2.792	1.991	-1.850
70	DH11	6.237	-4.268	-1.274	-1.275
71	DH13	1.255	0.491	-1.190	0.593
72	DH14	-0.315	-0.221	-0.566	0.819
73	DH15	-0.019	0.238	-0.421	0.503
74	DH16	-0.129	0.292	-0.679	1.094
75	DH19	-0.530	-0.525	-0.023	-0.156
76	DH20	7.892	-4.439	3.459	-2.175
77	DH21	6.629	-4.414	0.978	2.238
78	DH22	3.770	-2.115	-2.393	1.233
79	DH24	0.223	-0.067	-1.162	1.386
80	DH25	0.468	0.328	-0.826	1.504
81	DH30	0.542	-0.216	-0.347	0.419
82	DH31	1.489	0.517	-1.339	-0.216
83	DH32	2.648	-1.261	-1.960	2.037
84	DH33	0.800	1.037	-1.152	1.764
85	DH34	-0.251	0.111	-0.355	0.870
86	DH35	-0.418	-0.275	0.305	0.214
87	DH40	0.235	-0.060	-0.532	0.491
88	DH41	0.580	-0.699	-0.290	0.870
89	DH42	0.114	0.316	-0.675	1.210
90	DH43	0.140	0.145	-0.805	1.220
91	DH44	0.449	1.076	-0.241	1.225
92	DH45	-0.019	-0.475	-1.199	-0.307
93	DH46	0.280	0.434	-0.362	1.445
94	DH47	-0.373	-0.191	1.225	1.055
95	DH48	-0.588	-0.528	0.208	-0.382
96	DH50	4.325	-1.648	-1.271	0.890
97	DH51	0.125	0.376	1.392	2.424
98	DH52	-0.210	0.006	-0.549	1.158
99	DH53	-0.154	0.313	-0.415	0.901
100	DH54	-0.094	0.332	0.134	0.544
101	DH55	0.030	0.545	-0.420	0.796
102	DH56	0.388	0.961	-0.307	1.838
103	DH57	-0.336	-0.131	0.039	0.889
104	DH58	-0.332	-0.174	-0.225	0.934
105	DH60	0.336	0.130	-0.484	0.708
106	DH61	-0.109	0.236	0.274	1.486
107	DH62	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
108	DH63	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
109	DH64	0.042	0.404	-0.307	1.259
110	DH65	-0.357	-0.153	0.038	0.741
111	DH66	-0.332	-0.174	-0.225	0.934
112	DH67	-0.497	-0.442	0.399	-0.634
113	DH70	0.828	-0.311	-0.264	1.879
114	DH71	-0.506	-0.561	0.529	0.295
115	DH72	-0.485	-0.550	-0.458	-0.141
116	DH73	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
117	DH74	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
118	DH75	-0.416	-0.405	-0.413	0.417
119	DH76	-0.437	-0.402	-0.242	0.595
120	DH77	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
121	DH78	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
122	DH80	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
123	DH81	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
124	DH83	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
125	DH84	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
126	DH85	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365

	UTM	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4
127	DH86	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
128	DH87	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
129	DH89	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
130	DH90	0.090	0.180	-1.381	0.061
131	DH91	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
132	DH92	-0.474	-0.420	0.401	0.727
133	DH93	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
134	DH94	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
135	DH95	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
136	DH96	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
137	DH97	-0.416	-0.405	-0.413	0.417
138	DH99	-0.505	-0.547	-0.287	0.036
139	DJ08	-0.377	-0.138	-0.373	0.383
140	DJ10	-0.462	-0.381	0.021	0.402
141	DJ21	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
142	DJ29	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
143	DJ31	0.844	1.488	-0.207	0.536
144	DJ40	0.074	0.256	0.403	1.019
145	DJ49	-0.462	-0.317	-0.091	-0.145
146	DJ50	0.132	0.468	0.244	-0.507
147	DJ51	0.225	0.111	-0.727	0.849
148	DJ60	0.529	1.543	-0.647	0.929
149	DJ62	-0.282	0.338	-0.065	0.048
150	DJ63	-0.553	-0.261	-0.239	-1.206
151	DJ64	-0.461	-0.050	-0.000	-1.125
152	DJ70	0.527	1.408	-0.354	1.223
153	DJ71	0.716	1.469	0.022	1.492
154	DJ72	0.974	1.719	-0.091	2.471
155	DJ73	-0.130	0.101	-0.429	0.282
156	DJ74	-0.372	-0.180	0.592	-1.860
157	DJ79	0.947	1.985	1.263	-2.760
158	DJ80	-0.485	-0.550	-0.458	-0.141
159	DJ81	0.728	2.022	-0.064	0.661
160	DJ82	0.733	1.702	-0.450	0.783
161	DJ83	-0.157	0.589	-0.024	-0.028
162	DJ85	-0.098	0.240	-0.026	0.907
163	DJ88	0.550	2.008	-0.473	-1.956
164	DJ90	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
165	DJ91	-0.441	-0.359	0.022	0.550
166	DJ92	1.119	2.088	0.639	0.434
167	DJ93	0.279	1.181	0.131	-0.241
168	DJ94	0.124	0.679	-0.238	1.458
169	DJ96	-0.350	-0.380	0.695	-1.358
170	DJ99	-0.345	-0.365	0.760	-1.339
171	DK02	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
172	DK04	-0.501	-0.399	0.097	-1.262
173	DK06	0.151	-0.243	1.831	3.024
174	DK07	-0.518	-0.444	-0.358	-0.446
175	DK22	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
176	DK57	-0.501	-0.491	-0.699	-0.561
177	DK62	0.160	0.104	2.207	-1.713
178	DK68	-0.514	-0.262	0.181	0.592
179	DK70	0.116	0.906	2.190	-1.030
180	DK72	0.304	0.932	3.085	-3.196
181	DK80	1.190	2.212	3.393	-3.238
182	DK81	-0.115	0.269	0.391	0.515
183	DK82	-0.305	-0.279	1.445	-1.588
184	DK88	2.054	2.207	-2.453	-1.013
185	DK90	-0.110	0.439	0.325	-1.928
186	EH00	-0.416	-0.405	-0.413	0.417
187	EH01	-0.571	-0.587	0.449	0.038
188	EH02	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
189	EH03	-0.437	-0.504	-0.268	-0.343
190	EH04	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
191	EH05	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
192	EH06	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
193	EH07	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
194	EH08	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
195	EH10	-0.506	-0.561	0.529	0.295
196	EH17	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
197	EH18	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
198	EH29	-0.588	-0.528	0.208	-0.382
199	EJ01	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
200	EJ02	-0.158	0.258	-0.003	1.499
201	EJ03	-0.454	-0.446	-0.509	-0.763
202	EJ05	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
203	EJ06	-0.180	0.299	1.784	-1.706
204	EJ08	0.052	0.928	2.194	1.048
205	EJ13	-0.485	-0.457	0.338	-0.842
206	EJ14	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
207	EJ15	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
208	EJ16	1.382	2.533	4.234	-1.492
209	EJ17	0.302	1.253	0.179	1.275
210	EJ18	0.284	0.869	0.220	1.148
211	EJ21	-0.591	-0.647	0.243	-0.684
212	EJ22	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
213	EJ24	-0.502	-0.503	-0.116	-0.026
214	EJ25	1.981	3.238	3.826	-1.298
215	EJ26	-0.157	0.480	2.173	-1.279
216	EJ27	0.125	0.744	0.745	1.154
217	EJ28	0.067	0.768	1.819	-0.733
218	EJ29	-0.425	-0.261	-0.417	-0.027
219	EJ31	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
220	EJ34	-0.450	-0.300	-0.313	0.112
221	EJ35	-0.403	0.034	0.730	-1.533
222	EJ36	-0.457	-0.301	-0.219	0.130
223	EJ37	0.265	0.646	-1.398	0.382
224	EJ38	0.644	2.226	-0.892	-1.424
225	EJ39	-0.254	0.272	0.813	-1.719
226	EJ40	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
227	EJ44	-0.405	-0.377	0.376	0.696
228	EJ45	-0.055	0.289	0.211	0.556
229	EJ46	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
230	EJ47	0.274	0.675	-1.060	0.572
231	EJ48	2.230	3.178	-0.745	-1.735
232	EJ49	1.150	2.165	0.346	-0.212
233	EJ50	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
234	EJ51	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
235	EJ52	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
236	EJ53	-0.616	-0.768	0.958	-0.068
237	EJ55	-0.433	-0.358	-0.072	0.532
238	EJ58	0.578	1.240	1.013	2.048
239	EJ59	0.754	2.072	0.856	0.365
240	EJ61	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
241	EJ62	-0.139	0.078	1.081	0.292
242	EJ63	-0.632	-0.709	0.716	-0.489
243	EJ64	-0.343	-0.371	1.013	0.191
244	EJ67	-0.453	-0.344	-0.484	0.175
245	EJ68	0.121	0.591	1.041	1.038
246	EJ69	-0.193	-0.019	-0.288	0.510
247	EJ72	-0.085	0.189	1.589	1.207
248	EJ73	-0.224	0.185	1.381	0.170
249	EJ78	0.279	0.887	0.233	1.495
250	EJ87	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
251	EJ88	-0.487	-0.359	0.872	0.278
252	EJ92	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
253	EJ93	-0.607	-0.649	0.827	-0.998
254	EJ96	-0.566	-0.587	0.354	-1.193
255	EK 5	-0.413	-0.566	-0.966	-1.035
256	EK00	-0.409	-0.188	0.336	-1.182
257	EK03	0.861	2.355	-2.694	-0.105
258	EK04	0.695	1.538	-1.405	-1.769
259	EK06	0.363	-0.209	-1.147	-1.353
260	EK08	0.226	0.991	0.330	-0.919

	UTM	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4
261	EK12	-0.501	-0.491	-0.699	-0.561
262	EK13	0.872	2.198	-3.352	-1.255
263	EK17	0.350	1.262	0.016	0.415
264	EK18	0.819	0.921	2.156	0.468
265	EK20	0.113	0.965	2.152	-0.930
266	EK21	-0.189	0.101	0.151	0.102
267	EK22	-0.174	0.316	-0.244	1.079
268	EK23	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
269	EK24	-0.419	0.112	-0.427	-1.460
270	EK25	0.925	3.122	-0.634	-1.670
271	EK26	0.087	1.189	-1.936	-1.202
272	EK30	-0.283	-0.299	0.026	-0.017
273	EK32	-0.287	0.322	0.062	-0.227
274	EK34	-0.234	-0.081	-1.265	-0.290
275	EK36	-0.074	0.031	-1.316	-0.267
276	EK41	-0.175	0.156	0.004	0.292
277	EK45	0.166	1.065	-1.502	-0.489
278	EK5	-0.413	-0.566	-0.966	-1.035
279	EK53	0.418	1.438	-3.822	-1.519
280	EK54	0.255	1.333	0.428	-1.083
281	EK55	0.671	1.753	1.254	-0.745
282	EK58	0.158	0.893	-1.701	-0.053
283	EK60	-0.522	-0.488	-0.529	-0.384
284	EK61	1.087	1.558	-2.863	-0.619
285	EK62	-0.228	0.245	0.464	-0.634
286	EK63	0.348	1.479	1.820	-0.278
287	EK65	1.809	2.864	1.558	-1.818
288	EK68	-0.498	-0.500	0.595	-0.055
289	EK72	0.587	1.317	0.468	1.694
290	EK73	0.591	1.353	-1.109	0.054
291	EK74	0.157	0.457	-1.728	0.007
292	EK75	0.455	1.557	-1.740	-2.968
293	EK76	0.647	2.324	-2.180	-1.773
294	EK77	0.441	1.990	0.867	-1.202
295	EK83	-0.518	-0.444	-0.358	-0.446
296	EK84	0.456	1.303	-0.715	0.082
297	EK85	2.320	3.796	-0.857	-0.752
298	EK88	-0.413	-0.566	-0.966	-1.035
299	EK94	-0.329	-0.732	-0.695	-0.702
300	EK95	0.661	2.099	-1.350	-1.127
301	EK96	0.657	1.407	-1.700	-0.022
302	EK97	0.870	0.961	-2.243	-1.498
303	FJ05	-0.648	-0.793	0.339	-0.170
304	FJ08	-0.354	-0.086	0.638	0.164
305	FJ11	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
306	FJ15	-0.534	-0.562	0.973	-1.091
307	FJ17	-0.324	-0.226	1.300	-0.189
308	FJ18	-0.531	-0.461	-0.136	-0.705
309	FJ21	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
310	FJ22	-0.664	-0.734	0.097	-0.590
311	FJ24	-0.591	-0.647	0.243	-0.684
312	FJ27	-0.266	-0.165	1.124	0.400
313	FJ29	0.151	0.398	1.670	3.035
314	FJ33	-0.518	-0.444	-0.358	-0.446
315	FJ37	-0.487	-0.359	0.872	0.278
316	FJ38	-0.534	-0.562	0.973	-1.091
317	FJ39	-0.607	-0.731	-0.134	-0.365
318	FJ48	-0.575	-0.706	0.484	-0.263
319	FJ49	-0.377	-0.130	1.087	1.821
320	FJ51	-0.664	-0.734	0.097	-0.590
321	FJ52	-0.515	-0.442	0.354	-0.475
322	FJ54	-0.367	-0.335	0.460	-0.260
323	FJ59	-0.523	-0.503	0.288	-0.124
324	FK02	-0.523	-0.503	0.288	-0.124
325	FK04	-0.453	-0.344	-0.484	0.175
326	FK11	-0.538	-0.586	-0.089	0.193
327	FK13	-0.555	-0.528	-0.330	-0.226
328	FK17	-0.381	-0.095	-0.108	0.338
329	FK21	-0.542	-0.655	1.304	-0.413
330	FK25	0.392	0.655	0.455	1.099
331	FK28	-0.454	-0.256	-0.025	-0.496
332	FK30	-0.224	0.105	2.194	0.728
333	FK31	-0.462	-0.381	0.021	0.402
334	FK38	-0.526	-0.445	-0.264	-0.429
335	FK43	-0.563	-0.550	-0.055	-0.189
336	FK44	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
337	FK45	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
338	FK46	-0.438	-0.314	0.215	-0.076
339	FK47	-0.547	-0.467	-0.264	-0.577
340	FK48	-0.109	0.415	0.101	2.553
341	FK50	-0.041	-0.005	2.780	3.618
342	FK51	-0.490	-0.463	0.090	-0.282
343	FK56	-0.046	0.600	1.617	1.458

Annexe XV
Inventaire des plantes butinées par les bourdons en France, en Belgique et dans les régions limitrophes

Remarques: dans l'inventaire qui suit, le signe "?" signifie "spécimen(s) de sexe indéterminé". Les espèces du genre *Psithyrus* n'ont pas d'ouvrières.

Psithyrus rupestris (Fabricius, 1793)

Rubus idaeus 1 ♀, Leguminosae 2 ♀, Chamaespartium sagittale 1 ♀, Astragalus sempervirens sempervirens 1 ♀, Vicia cracca 5 ♀, Trifolium sp. 2 ♀, Trifolium pratense 2 ♀, Epilobium angustifolium 1 ♂, Heracleum sp. 1 ♀, Vaccinium myrtillus 2 ♀, Cerinthe sp. 1 ♀, Echium sp. 2 ♀, Lamium album 2 ♀, Ballota nigra 2 ♀, Rhinanthus alectorolophus 5 ♀, Knautia sp. 1 ♀, Jasione sp. 1 ♀, Carduae 3 ♀, Carlina vulgaris 2 ♂, Carduus nutans 3 ♂, Carduus carlinoides 2 ♂ 1 ♀, Cirsium sp. 3 ♀, Cirsium palustre 1 ♂, Centaurea sp. 1 ♀, Taraxacum sp. 1 ♀.

Psithyrus vestalis (Fourcroy, 1785)

Stellaria holostea 1 ♀, Brassica napus 2 ♀, Ribes sanguineum 1 ♀, Rubus idaeus 1 ♂, Chamaespartium sagittale 2 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 3 ♀, Trifolium pratense 1 ? 10 ♀, Lotus corniculatus 1 ♂, Tilia cordata 2 ♀, Heracleum sp. 2 ♀, Calluna sp. 1 ♀, Teucrium scorodonia 1 ♂, Glechoma sp. 1 ♀, Thymus praecox 1 ♂, Lavandula sp. 2 ♂, Rhinanthus alectorolophus 1 ♀, Knautia arvensis 2 ♂, Solidago virgaurea 1 ♂, Helianthus annuus 1 ♂, Carduae 1 ♂, Cirsium vulgare 1 ♂, Cirsium palustre 2 ♂, Centaurea sp. 3 ♂, Centaurea scabiosa 6 ♂.

Psithyrus bohemicus (Seidl, 1837)

Salix sp. 1 ♀, Rubus sp. 13 ♂, Prunus persica 1 ♀, Lathyrus sp. 2 ♀, Trifolium montanum 1 ♀, Anthyllis vulneraria 1 ♀, Epilobium angustifolium 1 ♂, Eryngium bourgatii 1 ♂, Angelica sp. 1 ♂, Erica tetralix 6 ♂, Calluna vulgaris 6 ♂, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium myrtillus 30 ♀, Echium sp. 1 ♀, Echium vulgare 1 ♀, Thymus serpyllum 1 ♀, Melampyrum sp. 1 ♂, Rhinanthus alectorolophus 1 ♀, Lonicera sp. 1 ♀, Knautia sp. 2 ♂, Jasione sp. 1 ♂, Compositae 1 ♂ 1 ♀, Leysera leyseroides 4 ♂, Gaillardia pulchella 1 ♀, Carduae 29 ♂, Carduus sp. 1 ♂, Carduus carlinoides 2 ♂, Cirsium sp. 1 ♂, Centaurea sp. 2 ♂, Centaurea jacea 3 ♂, Hypochoeris radicata 1 ♂, Taraxacum sp. 48 ♀, Muscari neglectum 1 ♀.

Psithyrus campestris (Panzer, 1801)

Salix sp. 1 ♀, Rubus sp. 2 ♂, Rubus sp. 1 ♀, Leguminosae 1 ♀, Astragalus onobrychis 1 ♀, Vicia sp. 1 ♀, Lathyrus sp. 1 ♀, Trifolium sp. 4 ♂, Trifolium pratense 1 ♀, Fuchsia sp. 2 ♂, Umbelliferae 1 ♂ 1 ♀, Eryngium planum 4 ♂ 1 ♀, Erica cinerea 1 ♂, Calluna vulgaris 1 ♂, Teucrium scorodonia 1 ♂ 1 ♀, Lamium album 2 ♀, Thymus praecox 1 ♂, Dipsacaceae 2 ♂, Succisa pratensis 1 ♂, Knautia sp. 1 ? 1 ♀, Scabiosa columbaria 2 ♂, Solidago virgaurea 1 ♂, Carduae 4 ♂, Arctium sp. 1 ♂, Cirsium sp. 2 ♂, Cirsium sp. 1 ♀, Cirsium vulgare 3 ♂ 2 ♀, Cirsium arvense 1 ♂ 1 ♀, Centaurea sp. 1 ♂, Centaurea nigra 2 ♂.

Psithyrus (Allopsithyrus) sp.

Rubus idaeus 3 ô, Leguminosae 4 ô 1 ♀.

Psithyrus barbutellus (Kirby, 1802)

Rubus sp. 4 ô, Rubus idaeus 6 ô 10 ♀, Leguminosae 1 ô 1 ♀, Lathyrus sp. 1 ♀, Trifolium pratense 1 ô 2 ♀, Echium vulgare 1 ô, Teucrium scorodonia 1 ô, Lamium album 3 ♀, Lamium purpureum 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 1 ♀, Scabiosa sp. 1 ♀, Carduae 1 ♀, Carduus nutans 3 ô, Cirsium vulgare 2 ô, Cirsium oleraceum 1 ô, Cirsium palustre 1 ô, Centaurea sp. 1 ô, Taraxacum sp. 1 ♀.

Psithyrus maxillosus (Klug, 1802)

Oxytropis lapponica 1 ♀, Vicia pannonica striata 2 ♀, Echium sp. 1 ♀, Lamium maculatum 1 ♀, Cirsium sp. 1 ô sp. 1 ♀.

Psithyrus sp.

Rubus sp. 7 ô, Echium sp. 1 ô, Jasione sp. 1 ô.

Psithyrus quadricolor Lepeletier, 1832

Rubus sp. 2 ô, Leguminosae 1 ♀, Astragalus onobrychis 1 ♀, Anthyllis vulneraria 1 ♀, Eryngium bourgatii 1 ♀, Vaccinium myrtillus 2 ô 2 ♀, Lamium album 1 ♀, Jasione sp. 1 ♀, Senecio sp. 2 ♀, Carduae 4 ♀, Centaurea scabiosa 3 ♀, Centaurea maculosa 1 ♀, Hypochoeris radicata 1 ♀.

Psithyrus sylvestris Lepeletier, 1832

Salix sp. 1 ♀, Lychnis flos-cuculi 1 ♀, Cardamine raphanifolia 1 ô, Brassica napus 1 ô, Rubus sp. 12 ô, Rubus idaeus 33 ô 2 ♀, Rosa arvensis 1 ô, Vicia sp. 3 ô, Trifolium incarnatum 1 ô, Erica sp. 1 ♀, Rhododendron ponticum 2 ô, Vaccinium myrtillus 14 ô 28 ♀, Phacelia tanacetifolia 2 ô, Echium vulgare 7 ô, Lamium sp. 2 ♀, Lamium album 7 ♀, Glechoma hederacea 2 ♀, Thymus serpyllum 1 ô, Scrophulariaceae 2 ô, Veronica chamaedrys 3 ô, Succisa pratensis 1 ô, Knautia sp. 1 ♀, Phyteuma spicatum 1 ô, Compositae 2 ô, Carduae 8 ô 2 ♀, Carduus sp. 4 ô, Carduus nutans 1 ♀, Cirsium sp. 1 ô sp. 2 ♀, Galactites tomentosa 1 ô, Centaurea sp. 1 ♀, Centaurea jacea 1 ô, Centaurea cyanus 1 ô, Taraxacum sp. 17 ô sp. 11 ♀.

Psithyrus norvegicus Sparre Schneider, 1918

Rubus sp. 1 ô 1 ♀, Campanulaceae 1 ô, Centaurea dealbata 1 ô.

Confusibombus confusus (Schenck, 1859)

Chamaespartium sagittale 1 ☿, Vicia sp. 1 ☿, Vicia pannonica striata 4 ☿, Trifolium pratense 9 ☿ 4 ♀, Anthyllis vulneraria 1 ♀, Echium sp. 1 ☿, Symphytum officinale 1 ☿, Lamium album 2 ♂, Rhinanthus alectorolophus 3 ☿, Knautia arvensis 1 ☿, Carduae 8 ♂, Cirsium ferox 1 ☿, Cirsium palustre 1 ♀, Centaurea sp. 1 ♂, Centaurea scabiosa 1 ♂, Taraxacum sp. 2 ☿.

Bombias (Mendacibombus) mendax (Gerstaecker, 1869)

Aconitum sp. 1 ☿, Aconitum napellus 1 ☿, Leguminosae 22 ☿ 1 ♀, Trifolium sp. 4 ♀, Trifolium alpinum 2 ☿ 12 ♀, Trifolium pratense 2 ☿ 31 ♀, Anthyllis vulneraria 1 ☿, Gentiana alpina 1 ♀, Cerinthe minor 2 ☿, Echium vulgare 1 ♀, Teucrium pyrenaicum 2 ♀, Lamium maculatum 1 ♀, Stachys alopecuros 1 ♀, Acinos alpinus 1 ♂, Horminum pyrenaicum 1 ☿ 3 ♀, Rhinanthus sp. 2 ☿ 3 ♀, Carduus carlinoides 1 ☿ 1 ♀, Cirsium spinosissimum 1 ☿, Allium schoenoprasum 2 ♀.

Bombus sensu stricto sp.

Laburnum anagyroides 1 ♀, Vicia cracca 4 ♂, Trifolium thalii 1 ♀, Lotus corniculatus 5 ♀, Epilobium angustifolium 5 ♂, Erica tetralix 12 ♂, Erica herbacea 1 ☿, Rhododendron ponticum 3 ♀, Lamium maculatum 1 ☿, Cirsium palustre 1 ♂.

Bombus terrestris auct. nec (L., 1758)

Salix sp. 15 ☿, Salix caprea 2 ? 14 ☿, Bilderdykia aubertii 1 ☿, Carpobrotus acinaciformis 5 ? 3 ♂ 2 ♀, Mesembryanthemum sp. 1 ☿, Silene sp. 1 ☿, Silene italica nemoralis 1 ♀, Silene vulgaris 1 ? 1 ☿, Silene dioica 1 ?, Dianthus ferrugineus 1 ♀, Ranunculaceae 18 ♂ 2 ☿ 12 ♀, Helleborus sp. 1 ☿, Helleborus foetidus 3 ☿, Helleborus niger 3 ☿, Eranthis hyemalis 5 ☿, Nigella damascena 1 ?, Trollius europaeus 4 ♀, Aconitum vulparia 1 ☿, Aconitum napellus 1 ☿, Consolida ambigua 2 ♀, Anemone coronaria 2 ?, Clematis vitalba 1 ♀, Ranunculus sp. 1 ☿, Aquilegia vulgaris 1 ♂ 1 ☿, Paeonia officinalis 1 ☿, Berberis sp. 7 ☿, Mahonia aquifolium 1 ? 1 ♀, Papaver sp. 2 ☿ 28 ♀, Papaver rhoeas 7 ♀, Papaver dubium 1 ♀, Papaver orientale 6 ?, Glaucium flavum 1 ?, Dicentra spectabilis 2 ?, Corydalis solida 2 ?, Fumaria officinalis 1 ☿, Cruciferae 1 ♂ 1 ♀, Cardamine raphanifolia 1 ♂, Aubrieta deltoidea 1 ?, Diplotaxis erucoides 2 ♂ 38 ♀, Brassica napus 51 ☿, Sinapis alba 1 ♀, Raphanus raphanistrum 5 ♀, Reseda sp. 1 ♀, Sempervivum tectorum 1 ?, Sedum telephium 1 ?, Sedum spurium 1 ?, Sedum sediforme 1 ?, Sedum reflexum 4 ?, Sedum acre 4 ?, Bergenia ligulata 1 ☿, Heuchera sanguinea 1 ☿, Hydrangea macrophylla 1 ?, Ribes sp. 2 ☿, Ribes nigrum 1 ☿, Ribes uva-crispa 1 ?, Ribes sanguineum 68 ☿, Pittosporum crassifolium 3 ? 1 ☿ 1 ♀, Filipendula ulmaria 1 ☿, Rubus sp. 3 ? 2 ♂ 2 ☿ 2 ♀, Rubus idaeus 1 ♂ 3 ♀, Rosa sp. 2 ? 1 ☿ 1 ♀, Potentilla anserina 1 ?, Potentilla sterilis 4 ☿, Fragaria vesca 2 ☿, Cotoneaster sp. 1 ♂, Cotoneaster praecox 1 ?, Crataegus monogyna 1 ☿, Prunus persica 3 ☿, Prunus dulcis 2 ☿, Prunus domestica 4 ☿, Prunus avium 1 ? 3 ♂ 6 ☿ 1 ♀, Prunus cerasus 1 ☿, Leguminosae 2 ☿ 26 ♀, Acacia sp. 1 ♂ 8 ♀, Thermopsis montana 1 ♀, Laburnum anagyroides 1 ♀, Cytisus sp. 1 ☿, Cytisus scoparius 2 ♀, Genista pilosa 1 ♀, Chamaespartium sagittale 4 ☿ 5 ♀, Ulex europaeus 1 ?, Lupinus luteus 16 ? 1 ♀, Lupinus polyphyllus 1 ☿ 14 ♀, Robinia pseudacacia 1 ? 2 ♂, Robinia pseudacacia 16 ☿ 30 ♀, Psoralea bituminosa 6 ♂ 2 ☿ 20 ♀, Phaseolus vulgaris 5 ?, Phaseolus coccineus 1 ?, Vicia sp. 2 ♀, Vicia cracca 347 ? 8 ♂ 5 ☿ 35 ♀, Vicia villosa 1 ♂ 5 ♀, Vicia benghalensis 2 ♀, Vicia sepium 5 ♂ 1 ☿ 6 ♀, Vicia pannonica striata 31 ☿ 14 ♀, Vicia sativa 1 ♀, Vicia sativa nigra 1 ♀, Vicia faba 2 ♀, Lathyrus pratensis 123 ? 2 ♀, Lathyrus clymenum 1 ☿, Ononis natrix ramosissima 1 ♀, Ononis spinosa 67 ?, Medicago sativa 9 ♀, Medicago arborea 4 ? 5 ♀, Trifolium sp. 1 ☿, Trifolium montanum 1 ♀, Trifolium repens 9 ♀, Trifolium hybridum 5 ♀, Trifolium incarnatum 3 ♂ 7 ☿ 49 ♀,

Trifolium incarnatum incarnatum 1 ♀ 1 ♀ 21 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 1 ♀, Trifolium pratense 33 ? 4 ♂ 30 ♀ 118 ♀, Dorycnium hirsutum 61 ♂ 5 ♀ 50 ♀, Dorycnium pentaphyllum pentaphyllum 3 ♂, Lotus corniculatus 36 ? 15 ♀, Tetragonolobus maritimus 2 ?, Anthyllis vulneraria 24 ? 15 ♀, Coronilla emerus 1 ♂ 2 ♀ 23 ♀, Hedysarum humile 1 ♀, Onobrychis supina 2 ♀, Onobrychis viciifolia 1 ♀ 30 ♀, Pelargonium sp. 1 ?, Tropaeolum majus 1 ?, Impatiens glandulifera 1 ?, Tilia cordata 1 ♂ 3 ♀ 9 ♀, Malva sp. 1 ♀, Malva sylvestris 3 ? 3 ♂ 6 ♀, Lavatera arborea 6 ? 5 ♂ 1 ♀ 6 ♀, Lavatera olbia 3 ♀ 1 ♀, Lavatera thuringiaca 1 ♂, Alcea rosea 3 ?, Hibiscus syriacus 2 ♀, Hypericum sp. 2 ♀, Hypericum calycinum 1 ♀, Hypericum perforatum 3 ? 6 ♀ 1 ♀, Viola sp. 1 ♀, Viola odorata 1 ♀, Cistus crispus 1 ♂ 1 ♀, Cistus incanus 16 ♂ 1 ♀ 22 ♀, Cistus monspeliensis 4 ♂ 1 ♀ 9 ♀, Cistus salvifolius 2 ♂ 1 ♀ 6 ♀, Cistus laurifolius 3 ♂, Helianthemum nummularium 1 ♀, Lythrum salicaria 1 ?, Fuchsia sp. 2 ♀, Epilobium angustifolium 1 ? 1 ♂, Epilobium hirsutum 2 ?, Clarkia elegans 2 ? 18 ♀, Cornus sanguinea 2 ♀, Hedera helix 1 ♀, Eryngium sp. 8 ♂ 1 ♀ 13 ♀, Eryngium maritimum 1 ♂ 1 ♀, Eryngium planum 1 ♂ 2 ♀ 22 ♀, Angelica sylvestris 2 ?, Angelica archangelica 2 ?, Heracleum sp. 2 ♀, Heracleum sphondylium 3 ? 2 ♂, Erica sp. 1 ♂ 4 ♀, Erica tetralix 1 ♀, Erica cinerea 2 ♂ 14 ♀, Erica herbacea 1 ? 1 ♂ 3 ♀ 20 ♀, Calluna sp. 2 ♀, Calluna vulgaris 1 ? 2 ♀, Rhododendron sp. 1 ♀, Rhododendron ponticum 1 ? 3 ♀, Rhododendron ferrugineum 1 ♀, Arbutus unedo 26 ? 8 ♂ 3 ♀ 30 ♀, Vaccinium myrtillus 1 ♂ 7 ♀ 1 ♀, Pieris japonica 12 ♀, Armeria maritima 1 ♀, Jasminum fruticans 1 ♀, Ligustrum vulgare 8 ♂ 1 ♀, Ligustrum ovalifolium 1 ?, Calystegia sepium 1 ?, Convolvulus arvensis 2 ?, Phacelia tanacetifolia 3 ? 2 ♂ 1 ♀ 6 ♀, Phacelia congesta 1 ?, Cerinthe major 12 ♀, Alkanna tinctoria 2 ?, Echium sp. 1 ♀, Echium vulgare 20 ? 27 ♂ 4 ♀ 49 ♀, Echium plantagineum 6 ♀, Echium creticum 10 ♀, Pulmonaria sp. 1 ?, Symphytum officinale 5 ♀ 11 ♀, Symphytum orientale 1 ♀, Anchusa sp. 2 ♂, Anchusa undulata 1 ♀, Anchusa officinalis 3 ? 1 ♀, Anchusa azurea 4 ♀ 8 ♀, Borago officinalis 1 ♂ 15 ♀, Cynoglossum officinale 1 ♂, Callicarpa dichotoma 2 ♀, Teucrium scorodonia 5 ? 1 ♂ 1 ♀, Teucrium polium 1 ♀, Melittis melissophyllum 1 ♀, Phlomis lychnitis 1 ♂ 1 ♀ 48 ♀, Lamium sp. 1 ♀, Lamium flexuosum 1 ♂ 7 ♀, Lamium maculatum 14 ♀ 5 ♀, Lamium album 3 ? 17 ♀ 5 ♀, Lamium purpureum 1 ♀, Ballota nigra 1 ♀, Stachys officinalis 5 ?, Stachys germanica 4 ♀, Stachys annua 1 ♀, Prunella vulgaris 29 ?, Hyssopus officinalis 3 ?, Origanum vulgare 2 ? 2 ♂ 2 ♀ 1 ♀, Thymus sp. 1 ♂ 1 ♀, Thymus vulgaris 7 ♂ 3 ♀ 2 ♀, Mentha sp. 1 ♂, Rosmarinus officinalis 1 ? 16 ♂ 1 ♀ 23 ♀, Lavandula sp. 7 ♂ 1 ♀ 1 ♀, Lavandula stoechas 17 ♂ 1 ♀, Lavandula angustifolia 1 ♀, Lavandula spica 4 ?, Salvia sclarea 7 ♀, Salvia pratensis 4 ? 1 ♀, Monarda didyma 1 ?, Lycium barbarum 1 ?, Salpichroa origanifolia 5 ? 1 ♀ 5 ♀, Nicotiana tabacum 2 ♀, Petunia x punctata 1 ♀ 6 ♀, Buddleja davidii 3 ?, Verbascum thapsus 2 ?, Scrophularia canina 1 ♀, Antirrhinum majus 1 ? 1 ♀ 2 ♀, Linaria purpurea 1 ?, Linaria compacta 1 ♀, Digitalis sp. 1 ♀, Digitalis purpurea 1 ? 1 ♀, Digitalis lutea 1 ?, Veronica longifolia 1 ? 1 ♀, Veronica spicata 2 ?, Melampyrum sp. 4 ♀, Melampyrum pratense 1 ?, Odontites lutea 1 ♀, Rhinanthus sp. 1 ♂ 1 ♀ 13 ♀, Rhinanthus alectorolophus 3 ♀, Collinsia bicolor 6 ?, Acanthus mollis 1 ♀ 5 ♀, Sambucus sp. 3 ♀, Symphoricarpos albus s. f 1 ?, Lonicera xylosteum 2 ♂, Lonicera etrusca 1 ♀, Lonicera periclymenum 1 ♀ 2 ♀, Valeriana officinalis 1 ? 2 ♂, Cephalaria uralensis 1 ♂ 3 ♀, Dipsacus fullonum 1 ♂ 1 ♀, Knautia sp. 1 ♂, Knautia drymeia 1 ♀, Knautia arvensis 4 ? 4 ♂ 1 ♀ 2 ♀, Scabiosa sp. 3 ♂ 6 ♀, Scabiosa atropurpurea 2 ? 1 ♂ 1 ♀, Scabiosa columbaria 6 ?, Phyteuma spicatum 4 ♂, Compositae 1 ♂ 21 ♀, Rudbeckia laciniata 4 ?, Helianthus annuus 21 ♂ 3 ♀ 6 ♀, Silphium perfoliatum 1 ?, Silphium scaberrinum 1 ?, Heliopsis helianthoides s 1 ♂, Gaillardia pulchella 14 ♀, Tagetes sp. 2 ♂ 3 ♀, Tagetes patula 1 ?, Chamomilla suaveolens 1 ♀, Chrysanthemum sp. 1 ♀, Petasites hybridus 1 ?, Senecio doria 1 ♂, Senecio jacobaea 1 ?, Ligularia dentata 2 ♂, Carduae 9 ♂ 2 ♀, Echinops sphaerocephalus 12 ? 2 ♂ 8 ♀, Echinops exaltatus 3 ♂, Arctium sp. 1 ?, Carduus sp. 6 ♂ 2 ♀, Carduus nutans nutans 1 ♀ 4 ♀, Carduus crispus 1 ?, Carduus nigrescens 7 ♂ 1 ♀, Carduus carlinoides 1 ♀, Cirsium sp. 3 ? 8 ♂ 1 ♀ 2 ♀, Cirsium vulgare 1 ♀, Cirsium tuberosum 7 ?, Cirsium rivulare 1 ♂, Cirsium arvense 2 ♀, Galactites tomentosa 2 ♂ 8 ♀, Onopordum illyricum 1 ♂, Cynara humilis 1 ♀, Palaeocyanus sp. 1 ♀, Centaurea sp. 2 ♂ 1 ♀, Centaurea scabiosa 2 ♂ 4 ♀, Centaurea aspera 1 ♀, Centaurea jacea 12 ?, Centaurea phrygia 1 ?, Centaurea pectinata supina 1 ♂, Centaurea cyanus 5 ♀, Taraxacum sp. 5 ♂ 5 ♀ 16 ♀, Hieracium sp. 2 ♂, Liguliflorae 1 ♀, Dahlia sp. 3 ? 2 ♂, Cosmos bipinnatus 2 ?, Cosmos sulphureus 1 ?, Callistephus chinensis ne 1 ?, Asphodelus ramosus 1 ♀, Scilla siberica 1 ♀, Ixiolirion montanum 1 ?, Iris sibirica 2 ♀, Crocus sp. 1 ♀, Crocus thomasii 1 ♀.

Bombus lucorum (L., 1761)

Picea sp. 1 ♀, Salix sp. 6 ♀, Salix atrocinerea 1 ♀, Salix caprea 1 ♀, Castanea sativa 2 ♀, Polygonum bistorta 1 ♂ 4 ♀, Ranunculaceae 26 ♂ 1 ♀, Trollius europaeus 11 ♀, Ranunculus sp. 1 ♀, Berberis sp. 5 ♀, Mahonia aquifolium 3 ♀, Papaver rhoeas 2 ♀, Meconopsis cambrica 1 ♀, Bunias orientalis 1 ♀, Barbarea vulgaris 1 ♀, Brassica napus 1 ♂ 59 ♀, Ribes sanguineum 13 ♀, Filipendula ulmaria 1 ♀, Rubus sp. 5 ♂ 1 ♀ 13 ♀, Rubus idaeus 3 ♀ 4 ♀, Potentilla sp. 1 ♀, Cotoneaster sp. 2 ♀, Prunus sp. 1 ♀, Prunus dulcis 3 ♀, Prunus cerasus 1 ♀, Leguminosae 2 ♀ 15 ♀, Laburnum anagyroides 1 ♀, Cytisus scoparius 11 ♀, Genista sp. 4 ♀ 2 ♀, Genista scorpius 1 ♀, Ulex minor 1 ♀ 7 ♀, Lupinus polyphyllus 11 ♀, Vicia cracca 325 ? 1 ♀ 28 ♀, Vicia pyrenaica 2 ♀, Vicia sepium 1 ♀ 2 ♀, Vicia pannonica striata 16 ♀ 6 ♀, Lathyrus vernus 1 ♀, Lathyrus pratensis 68 ?, Ononis spinosa 58 ?, Medicago sativa 1 ♀ 1 ♀, Trifolium sp. 2 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀ 2 ♀, Trifolium montanum 1 ♂, Trifolium thalii 2 ♀, Trifolium thalii 15 ♀, Trifolium hybridum 1 ♀, Trifolium incarnatum 2 ♀ 20 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 2 ♀ 2 ♀, Trifolium pratense 2 ? 1 ♂ 7 ♀ 103 ♀, Lotus corniculatus 11 ? 1 ♀ 5 ♀, Lotus alpinus 11 ♀, Lotus uliginosus 1 ♀, Anthyllis vulneraria 15 ? 30 ♀, Anthyllis vulneraria pyrenaica 4 ♀, Coronilla emerus 2 ♀, Onobrychis supina 3 ♀, Onobrychis viciifolia 12 ♀, Geranium cinereum 1 ♀, Acer sp. 1 ♀, Acer pseudoplatanus 3 ♀, Tilia cordata 1 ♀, Malva sp. 3 ♀, Hibiscus syriacus 1 ♀, Hypericum sp. 1 ♀ 1 ♀, Hypericum olympicum 1 ♀, Hypericum perforatum 2 ♀, Epilobium angustifolium 6 ♂, Epilobium angustifolium 20 ♀, Clarkia elegans 1 ♀, Cornus sanguinea 2 ♀, Umbelliferae 1 ♂ 2 ♀, Eryngium planum 3 ♂ 4 ♀, Eryngium bourgatii 2 ♂ 3 ♀, Echinophora sp. 4 ♂ 4 ♀, Ericaceae 9 ♀, Erica sp. 1 ♀ 6 ♀, Erica tetralix 2 ♂ 6 ♀, Erica cinerea 22 ♀, Erica herbacea 7 ♀, Calluna vulgaris 3 ♂ 1 ♀ 53 ♀, Rhododendron ponticum 19 ♀ 18 ♀, Rhododendron ferrugineum 8 ♀ 2 ♀, Vaccinium vitis-idaea 1 ♀, Vaccinium uliginosum 1 ♀, Vaccinium myrtillus 1 ♂ 149 ♀ 46 ♀, Pieris japonica g. do 7 ♀, Primulaceae 1 ♀, Ligustrum vulgare 1 ♀, Gentiana lutea 3 ♀, Gentiana verna 1 ♀, Cerinthe minor auriculata 1 ♀, Echium sp. 1 ♀ 8 ♀, Echium vulgare 7 ? 2 ♀, Symphytum officinale 5 ♀ 22 ♀, Borago officinalis 1 ♀, Callicarpa dichotoma 1 ♀, Labiatae 6 ♀, Ajuga orientalis 1 ♀, Teucrium scorodonia 1 ♀, Teucrium pyrenaicum 1 ♀, Lamium maculatum 1 ♀, Lamium album 8 ♀ 5 ♀, Glechoma hederacea 1 ♀, Prunella grandiflora 1 ♀, Prunella vulgaris 3 ?, Thymus vulgaris 3 ♀, Thymus serpyllum 5 ♀, Horminum pyrenaicum 25 ♀, Solanum dulcamara 1 ♀, Verbascum densiflorum 1 ♀, Linaria repens 1 ♂ 1 ♀, Linaria vulgaris 5 ♀, Digitalis purpurea 1 ♀, Veronica longifolia 1 ♂, Veronica spicata 1 ♀, Melampyrum sp. 1 ♀, Pedicularis sylvatica 1 ♀, Pedicularis cenisia 2 ♀, Rhinanthus sp. 43 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 6 ? 6 ♀ 5 ♀, Globularia sp. 1 ♀, Plantago media 1 ♀, Sambucus sp. 2 ♂, Symphoricarpos albus 1 ♂, Cephalaria uralensis 1 ♀, Dipsacus fullonum 1 ♀, Succisa pratensis 1 ?, Knautia sp. 2 ♂, Knautia arvensis 1 ♂, Campanula sp. 1 ♀, Campanula rapunculus 1ind, Compositae 3 ♀, Eupatorium sp. 1 ♂, Helianthus annuus 2 ♂ 1 ♀, Heliopsis helianthoides 1 ♂, Gaillardia pulchella 2 ♀, Tagetes sp. 2 ♂ 2 ♀, Tanacetum sp. 1 ♂ 1 ♀, Senecio doria 1 ♀, Carduae 2 ♀, Echinops exaltatus 1 ♂ 1 ♀, Arctium sp. 2 ♂, Carduus sp. 2 ♂ 1 ♀, Carduus nutans nutans 1 ♀, Carduus carlinoides 2 ♀ 48 ♀, Cirsium sp. 5 ♂ 5 ♀, Cirsium arvense 5 ♀, Volutaria lippii 1 ♀, Centaurea jacea 5 ? 1 ♂ 1 ♀, Centaurea cyanus 1 ♀ 3 ♀, Taraxacum sp. 29 ♀ 43 ♀, Liguliflorae 1 ♀, Narthecium ossifragum 9 ♀, Allium fistulosum 1 ♀, Crocus sp. 1 ♀.

Bombus cryptarum (Fabricius, 1785)

Salix sp. 8 ♀, Salix caprea 2 ♀, Polygonum bistorta 4 ♀, Ranunculus sp. 1 ♀ 3 ♀, Brassica napus 27 ♀, Ribes sanguineum 1 ♀, Rubus sp. 2 ♀, Rubus idaeus 5 ♀ 1 ♀, Leguminosae 5 ♀ 1 ♀, Cytisus scoparius 1 ♀ 7 ♀, Ulex europaeus 5 ♀ 1 ♀, Lupinus polyphyllus 2 ♀, Vicia cracca 8 ♀, Trifolium sp. 2 ♀, Trifolium pratense 15 ♀ 1 ♀, Lotus uliginosus 1 ♀, Hypericum maculatum 1 ♀, Epilobium angustifolium 1 ♂ 1 ♀ 18 ♀, Erica tetralix 1 ♂ 6 ♀, Calluna vulgaris 12 ♂ 35 ♀, Rhododendron ponticum 1 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium vitis-idaea 3 ♀, Vaccinium myrtillus 217 ♀ 4 ♀, Gentiana verna 1 ♀, Echium vulgare 4 ♀, Symphytum officinale 3 ♀, Lamium album 7 ♀ 4 ♀, Digitalis purpurea 1 ♀ 1 ♀, Pedicularis gyroflexa 1 ♀, Cirsium arvense 3 ♀, Centaurea sp. 2 ♀, Taraxacum sp. 9 ♀, Narthecium ossifragum 7 ♀, Allium schoenoprasum 1 ♀.

Bombus magnus Vogt, 1911

Salix sp. 1 ♀, Ranunculaceae 1 ♀, Rubus sp. 2 ♀, Cytisus scoparius 1 ♀, Ulex minor 3 ♀, Vicia cracca 1 ♀, Trifolium thalii 4 ♀, Trifolium pratense 1 ♂ 8 ♀, Anthyllis vulneraria 2 ♀, Coronilla emerus 1 ♀, Echinophora sp. 1 ♀, Ericaceae 2 ♀, Erica sp. 1 ♀, Erica tetralix 17 ♀, Erica cinerea 2 ♀ 19 ♀, Erica herbacea 2 ♂ 22 ♀ 104 ♀, Calluna vulgaris 4 ♀, Rhododendron ponticum 5 ♀ 1 ♀, Daboecia cantabrica 2 ♀, Vaccinium vitis-idaea 2 ♀, Vaccinium myrtillus 5 ? 80 ♀ 17 ♀, Gentiana lutea 1 ♂, Echium vulgare 2 ♀, Horminum pyrenaicum 2 ♀, Globularia sp. 2 ♀, Carduus carlinoides 2 ♀ 4 ♀, Cirsium sp. 2 ♀, Taraxacum sp. 1 ♀ 1 ♀, Taraxacum officinale 3 ♀, Narthecium ossifragum 1 ♀.

Bombus lucorum sensu lato,

Erica herbacea 1 ♂, Carduae 5 ♂.

Alpigenobombus wurfleini (Radoszkowski, 1859)

Polygonum bistorta 1 ?, Silene nutans 2 ♀, Helleborus foetidus 1 ?, Aconitum sp. 2 ♂ 2 ♀ 6 ♀, Aconitum vulparia 3 ♂ 7 ♀, Aconitum napellus 2 ♀, Delphinium elatum 3 ♀, Ranunculus sp. 1 ♀, Rubus idaeus 4 ♀, Leguminosae 7 ♀ 6 ♀, Genista sp. 1 ?, Lotononis sp. 3 ♀, Vicia sp. 2 ♀, Vicia cracca 10 ♀, Lathyrus laevigatus occidentalis 1 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀, Trifolium thalii 1 ♀, Trifolium pratense 1 ? 25 ♀ 33 ♀, Lotus corniculatus 2 ♀, Anthyllis vulneraria 3 ♀ 57 ♀, Anthyllis vulneraria pyrenaica 2 ♀, Vaccinium myrtillus 85 ♀ 12 ♀, Primulaceae 1 ♀, Primula sp. 2 ♀, Gentiana verna 5 ♀, Cerinthe sp. 1 ♀, Cerinthe glabra 1 ♀, Lamium maculatum 1 ♀ 11 ♀, Lamiastrum galeobdolon 2 ♀, Stachys officinalis 10 ♀, Nepeta nepetella 4 ♂ 2 ♀, Prunella sp. 1 ♀, Prunella grandiflora 1 ♀, Horminum pyrenaicum 12 ♀, Digitalis sp. 1 ♂ 1 ♀, Digitalis purpurea 1 ♂ 29 ♀, Digitalis grandiflora 6 ♀, Veronica serpyllifolia 1 ♀, Melampyrum sp. 1 ♂ 10 ♀, Melampyrum nemorosum 1 ♀, Melampyrum pratense 1 ♀, Bartsia alpina 12 ♀, Rhinanthus sp. 3 ♀ 9 ♀, Rhinanthus alectorolophus 1 ? 2 ♀, Carduae 4 ♀, Carduus carlinoides 1 ♀, Cirsium eriophorum 1 ♂, Taraxacum sp. 1 ♀.

Alpinobombus alpinus (L., 1758)

Leguminosae 3 ♀.

Pyrobombus hypnorum (L., 1758)

Salix sp. 4 ♀ 1 ♀, Salix caprea 1 ? 1 ♀, Dianthus barbatus 1 ♀, Helleborus viridis 1 ?, Anemone coronaria 1 ?, Clematis recta 1 ♀, Papaver orientale 1 ?, Meconopsis cambrica 1 ♀, Chelidonium majus 1 ? 1 ♀ 1 ♀, Brassica oleracea 1 ♀, Jovibarba heuffelii a 1 ?, Sedum sp. 1 ♀, Sedum spurium 3 ?, Sedum reflexum 1 ?, Sedum acre 1 ?, Heuchera sanguinea 1 ♂, Philadelphus coronarius 1 ♀, Deutzia sp. thunb. 3 ♀, Ribes nigrum 2 ♀, Ribes sanguineum 11 ♀, Rosaceae 1 ♀, Spiraea chamaedryfolia 1 ♀ 1 ♀, Aruncus dioicus ferna 1 ♀, Rubus sp. 6 ? 10 ♂ 1 ♀ 18 ♀, Rubus idaeus 1 ♀ 11 ♀, Rosa sp. 1 ?, Cotoneaster sp. 1 ♀ 1 ♀, Cotoneaster simonsii 6 ?, Prunus dulcis 1 ♀, Prunus domestica 2 ♀, Prunus cerasus 2 ♀, Laburnum anagyroides 1 ♀, Lupinus luteus 1 ?, Vicia cracca 4 ?, Vicia sepium 1 ♀, Lathyrus tuberosus 1 ♀, Medicago lupulina 2 ♀, Trifolium incarnatum 1 ♀, Impatiens noli-tangere 1 ?, Tilia platyphyllos 2 ?, Malva sylvestris 3 ?, Althaea officinalis 1 ?, Alcea rosea 1 ?, Hypericum sp. 1 ♀, Bryonia alba 2 ♀, Lythrum salicaria 1 ♂, Epilobium sp. 1 ♀, Epilobium angustifolium 4 ♂ 15 ♀, Cornus sanguinea 1 ♀, Eryngium planum 1 ♀, Rhododendron ponticum 6 ♀, Daboecia cantabrica 2 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀ 1 ♀, Vaccinium vitis-idaea 1 ♀, Vaccinium myrtillus 2 ♀ 13 ♀, Armeria maritima 1 ?, Syringa vulgaris 1 ♀ 1 ♀, Ligustrum vulgare 1 ♂, Echium vulgare 5 ? 4 ♀, Symphytum officinale 2 ♀ 1 ♀, Anchusa officinalis 3 ?, Borago officinalis 1 ♀, Labiatae 1 ♀, Teucrium sp. 1 ♂, Teucrium

scorodonia 3 ? 1 ô, Teucrium polium aureum 2 ?, Marrubium vulgare 3 ?, Lamium album 1 ? 1 f, Glechoma hederacea 2 ♀, Hyssopus officinalis 3 ?, Lavandula spica 2 ?, Salvia officinalis 1 ô, Lycium barbarum 1 ?, Buddleja davidii franchet 1 ?, Scrophularia nodosa 1 ô 1 f, Digitalis sp. 1 f, Digitalis purpurea 1 f, Veronica spicata 7 ?, Melampyrum pratense 2 f, Lathraea clandestina 1 ♀, Symphoricarpos albus 1 ?, Lonicera sp. 2 f, Lonicera periclymenum 2 ?, Dipsacaceae 1 ô, Succisa pratensis 1 ô, Knautia sp. 1 ô, Scabiosa sp. 1 ♀, Campanula fastigiata 11 ?, Campanula primulifolia 1 f, Campanula rapunculus 1 ?, Campanula rotundifolia 1 ?, Campanula alliarifolia 1 ?, Rudbeckia laciniata 1 ?, Helianthus annuus 1 ô, Silphium scaberrinum 1 ?, Gaillardia lanceolata 2 ?, Senecio nemorensis 1 ?, Carduae 1 ô 1 f, Echinops sphaerocephalus 1 ?, Arctium sp. 1 ? 4 ô 1 ♀, Cirsium sp. 1 ? 1 f, Cirsium vulgare 1 ô, Cirsium palustre 1 ô, Cirsium arvense 3 ô, Taraxacum sp. 1 f, Narthecium ossifragum hud 1 f, Allium sp. 1 ô, Allium ampeloprasum 2 ? 1 f.

Pyrobombus pratorum (L., 1761)

Salix sp. 13 ♀, Salix caprea 1 ? 2 ♀, Spinacia oleracea 1 f, Lychnis flos-cuculi 2 f, Silene sp. 1 ♀ 1 f, Helleborus sp. 4 ♀, Helleborus foetidus 13 ♀, Eranthis hyelmalis ♀, Trollius europaeus 1 f, Aconitum sp. 1 f, Ranunculus sp. 1 ô 1 ♀, Ranunculus acris 1 f, Aquilegia vulgaris 1 ?, Aquilegia chrysantha 1 ?, Berberis sp. 21 ♀, Mahonia aquifolium 2 ? 2 ♀, Magnolia stellata 1 ♀, Papaver sp. 2 f, Papaver nudicaule 1 f, Chelidonium majus 1 ♀ 5 f, Cheiranthus cheiri 1 ?, Cardamine pratensis 1 ♀, Brassica oleracea 5 f, Brassica napus 16 ♀, Brassica barrelieri 2 ♀, Sedum reflexum 1 ? 1 f, Heuchera sp. 1 ♀, Heuchera sanguinea 1 f, Ribes sp. 1 ♀, Ribes rubrum 1 ?, Ribes uva-crispa 1 ? 6 ♀, Ribes sanguineum 114 ♀, Kerria japonica 2 f, Rubus sp. 7 ? 33 ô 3 ♀ 16 f, Rubus idaeus 21 ? 21 ô 5 ♀ 19 f, Rubus caesius 1 ♀, Rosa arvensis 2 f, Geum rivale 5 f, Potentilla anserina 1 ♀, Potentilla alba 1 f, Fragaria sp. 2 ♀, Cydonia sp. 1 ♀, Pyrus sp. 1 f, Malus sp. 1 ô, Sp. 3malus ♀, Malus domestica 1 ♀ 2 f, Cotoneaster sp. 1 ? 8 ô 19 ♀ 3 f, Cotoneaster praecox 1 ?, Crataegus sp. 2 ♀, Crataegus monogyna 1 f, Prunus sp. 1 ♀, Prunus persica 2 ♀, Prunus dulcis 1 ♀, Prunus domestica 3 ♀, Prunus avium 4 ♀, Prunus serotina 1 ♀, Leguminosae 1 ô 3 f, Cytisus scoparius 1 ♀ 15 f, Genista scorpius 1 ♀, Lupinus luteus 1 ? 1 f, Lupinus polyphyllus 1 f, Robinia pseudacacia 2 f, Phaseolus vulgaris 1 ?, Vicia cracca 2 ô 2 f, Vicia pannonica striata 1 f, Lathyrus sp. 6 ô 1 f, Trifolium sp. 2 ♀ 2 f, Trifolium repens 7 ô 1 ♀ 8 f, Trifolium arvense 1 ?, Trifolium incarnatum 2 ♀ 49 f, Trifolium incarnatum incarnatum 1 f, Trifolium incarnatum molinerii 1 ♀ 5 f, Trifolium pratense 1 ô 2 ♀ 16 f, Dorycnium hirsutum 2 f, Lotus corniculatus 1 f, Anthyllis vulneraria 8 ? 6 f, Coronilla emerus 1 f, Onobrychis viciifolia 3 f, Geraniaceae 2 ♀, Geranium sp. 1 ô, Geranium macrorrhizum 2 ô 2 f, Geranium sanguineum 1 ô 1 ♀, Geranium pratense 2 ô 2 ♀, Geranium endressii gay 2 ô, Geranium nodosum 1 ô 1 f, Geranium pusillum 1 ♀, Geranium robertianum 3 ô 1 ♀ 2 f, Geranium wilfordi 3 ô, Linum usitatissimum 2 f, Euphorbia sp. 1 ô, Euphorbia lathyris 5 f, Ruta graveolens 1 f, Ilex sp. 1 ô 2 ♀, Frangula alnus 2 ? 1 f, Tilia cordata 5 ô 4 ♀ 1 f, Malva sp. 6 ô, Malva sylvestris 1 ô, Malva sylvestris 1 ô f, Lavatera cretica 1 ô, Daphne sp. 1 ♀, Daphne mezereum 1 ♀, Viola sp. 1 ♀, Viola odorata 8 ♀, Viola tricolor 1 ?, Cistus incanus 1 f, Bryonia cretica 1 f, Lythrum salicaria 1 ô, Fuchsia sp. 1 f, Epilobium sp. 1 f, Epilobium angustifolium 15 ô 27 f, Umbelliferae 1 ♀, Heracleum sp. 1 ♀, Erica sp. 1 ♀, Erica tetralix 11 ô 3 f, Erica cinerea 1 ♀, Erica herbacea 1 ? 6 ♀, Calluna vulgaris 2 f, Rhododendron sp. 1 ô 2 ♀, Rhododendron ponticum 1 ô 2 ♀ 12 f, Rhododendron ferrugineum 1 ô 7 f, Rhododendron praecox dav. 2 ?, Daboecia cantabrica 1 ô 3 f, Vaccinium sp. 2 ♀ 2 f, Vaccinium vitis-idaea 2 ô 3 f, Vaccinium myrtillus 9 ô 86 ♀ 60 f, Pieris japonica g. do 2 ♀, Syringa sp. 6 ♀, Ligustrum sp. 1 ô, Ligustrum vulgare 2 ô, Gentiana burseri 2 f, Vinca minor 1 ♀, Polemonium caeruleum 2 ô 1 f, Ipomoea sp. 1 ♀, Nemophila menziesii 1 ♀, Phacelia tanacetifolia 14 ? 7 ô 7 ♀ 5 f, Boraginaceae 3 ♀, Cerinthe sp. 1 ô 1 ♀, Cerinthe glabra 8 f, Echium sp. 1 ô 9 f, Echium vulgare 2 ? 4 ô 1 ♀ 23 f, Pulmonaria sp. 2 ♀, Pulmonaria obscura 1 ♀, Pulmonaria officinalis 3 ♀, Pulmonaria mollis 1 ♀, Symphytum sp. 1 ô 2 ♀, Symphytum officinale 1 ? 5 ô 3 ♀ 12 f, Anchusa officinalis 5 ? 1 ô, Pentaglottis sempervirens 2 ô 1 ♀ 1 f, Borago officinalis 1 ? 1 ô 2 ♀ 1 f, Myosotis sp. 1 f, Labiatae 1 ♀, Ajuga reptans 10 ♀ 1 f, Teucrium scorodonia 3 ? 1 ô 1 ♀ 1 f, Marrubium vulgare 1 ?, Sideritis hyssopifolia 1 f, Lamium sp. 4 ♀, Lamium maculatum 2 ô 1 ♀ 8 f, Lamium album 39 ♀ 28 f, Lamium purpureum 2 ♀ 1 f, Lamium hybridum 3 ♀ 1 f, Lamiastrum galeobdolon 9 ♀ 20 f, Stachys sp. 5 f, Stachys byzantina 2 ô, Stachys sylvatica 1 ô, Stachys recta 1 ô 1 ♀, Glechoma sp. 1 ♀, Glechoma hederacea 2 ? 14 ♀ 2 f, Calamintha grandiflora mo 1 ♀, Thymus vulgaris 2 ô 5 f, Thymus serpyllum 1 f, Rosmarinus officinalis 1 ♀, Lavandula stoechas 1 f, Lavandula angustifolia 1 f, Horminum

pyrenaicum 1 ♀, Salvia sp. 3 ♀, Salvia officinalis 2 ? 2 ♂ 7 ♀, Salvia pratensis 3 ♀, Salvia verticillata 1 ?, Salvia x superba 5 ♂ 1 ♀, Atropa bella-donna 2 ? 1 ♂ 8 ♀, Solanum dulcamara 1 ♀, Mimulus luteus 2 ♀, Scrophularia sambucifolia 2 ♂ 3 ♀, Scrophularia nodosa 2 ? 1 ♂, Linaria repens 3 ♀, Veronica austriaca 1 ♂ 1 ♀, Veronica spicata 5 ? 1 ♀, Melampyrum sp. 5 ♂, Melampyrum pratense 2 ♀, Rhinanthus sp. 22 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 1 ♀, Plantago lanceolata 4 ♀, Caprifoliaceae 3 ♂ 3 ♀, Symphoricarpos sp. duh. 1 ♀, Symphoricarpos albus 1 ? 4 ♂ 2 ♀ 2 ♀, Lonicera sp. 1 ♀ 1 ♀, Weigela sp. 1 ♀, Valeriana officinalis 1 ? 1 ♀, Dipsacaceae 3 ♂ 2 ♀, Cephalaria alpina 1 ♀, Succisa pratensis 1 ♂ 1 ♀, Knautia sp. 1 ♂ 2 ♀, Knautia drymeia 2 ♂, Knautia arvensis 6 ?, Knautia purpurea 1 ♂, Scabiosa sp. 2 ♂, Campanula pyramidalis 1 ?, Phyteuma spicatum 1 ? 3 ♂ 1 ♀, Compositae 1 ♀, Silphium perfoliatum 1 ?, Gaillardia pulchella 1 ♂, Tagetes patula 1 ?, Tanacetum sp. 1 ♀, Petasites hybridus 1 ? 1 ♀, Carduae 7 ♂, Carduus sp. 1 ♂, Carduus nigrescens 1 ♀, Carduus carlinoides 1 ♀, Cirsium sp. 1 ? 11 ♂ 1 ♀, Cirsium tuberosum 1 ?, Cirsium palustre 3 ♂, Centaurea sp. 1 ♂ 3 ♀ 4 ♀, Centaurea scabiosa 1 ? 2 ♀, Centaurea jacea 1 ♀, Centaurea debeauxii thuillieri 1 ♀, Centaurea montana 1 ♂, Prenanthes purpurea 1 ♂ 1 ♀, Taraxacum sp. 1 ? 2 ♂ 11 ♀ 8 ♀, Hieracium sp. 2 ♂, Hieracium vulgatum 1 ♂, Cosmos bipinnatus 1 ?, Narthecium ossifragum hud 1 ♀, Tulipa sp. 1 ♀, Scilla siberica 1 ♀, Hyacinthus sp. 3 ♀, Hyacinthus orientalis 1 ♀, Muscari neglectum 7 ♀, Allium schoenoprasum 2 ♂ 2 ♀, Allium fistulosum 1 ♀, Allium ampeloprasum 1 ♂, Iris pumila 1 ♀, Crocus sp. 1 ♀, Tradescantia sp. 1 ? 1 ♀, Triticum sp. 1 ♂, Epipactis helleborine 1 ♀, Begonia sp. 1 ♀.

Pyrobombus jonellus (Kirby, 1802)

Rubus sp. 1 ♂ 2 ♀, Rubus idaeus 1 ♂ 13 ♀, Cytisus scoparius 1 ♀, Anthyllis vulneraria 3 ♀, Epilobium angustifolium 5 ♂, Erica tetralix 1 ♂ 1 ♀, Erica cinerea 1 ♂ 1 ♀, Erica herbacea 10 ♀ 4 ♀, Daboecia cantabrica 3 ♀, Vaccinium sp. 2 ♀, Vaccinium myrtillus 2 ♂ 39 ♀ 22 ♀, Primulaceae 6 ♀, Lamium album 3 ♀, Lamiastrum galeobdolon 2 ♀, Carduus sp. 4 ♂ 1 ♀, Orchidaceae 1 ♂.

Pyrobombus pyrenaeus (Pérez, 1879)

Larix decidua 1 ♀, Salix sp. 1 ♀, Silene vulgaris 1 ♀, Trollius europaeus 1 ♀, Lotus alpinus 1 ♀, Lavatera cretica 1 ♂, Epilobium angustifolium 29 ♀, Eryngium bourgatii 1 ♀ 3 ♀, Rhododendron sp. 1 ♀, Rhododendron ferrugineum 6 ♀ 5 ♀, Vaccinium myrtillus 1 ♀, Echium vulgare 2 ♀, Sideritis hyssopifolia 2 ♀, Acinos alpinus 2 ♀, Linaria repens 1 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Globularia sp. 1 ♀, Knautia sp. 5 ♂, Phyteuma orbiculare 1 ♀, Phyteuma hemisphaericum 1 ♂ 1 ♀ 1 ♀, Jasione crispa 2 ♀, Compositae 1 ♀, Carduae 2 ♂, Carduus carlinoides 7 ♀, Cirsium sp. 1 ♀, Allium schoenoprasum 1 ♂ 1 ♀ 4 ♀.

Pyrobombus brodmannicus (Vogt, 1909)

Gentiana lutea 1 ♀, Cerinthe sp. 2 ♀ 4 ♀, Cerinthe minor 10 ♀ 3 ♀, Cerinthe minor auriculata 4 ♀, Cerinthe glabra 23 ♀, Echium vulgare 2 ♀, Nepeta sp. 1 ?, Rhinanthus sp. 1 ?.

Pyrobombus monticola (Smith, 1849)

Polygonum bistorta 2 ♂ 16 ♀, Silene vulgaris 2 ♀, Silene acaulis 1 ♀, Trollius europaeus 1 ♂ 1 ♀, Alchemilla alpina 1 ♂, Trifolium sp. 1 ♀ 1 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀, Trifolium thalii 1 ♂ 2 ♀, Lotus corniculatus 1 ♀, Lotus alpinus 23 ♀, Onobrychis sp. 1 ♂, Epilobium sp. 4 ♀, Epilobium angustifolium 15 ♂ 1 ♀, Calluna vulgaris 2 ♂ 1 ♀, Rhododendron sp. 2 ♀, Rhododendron ferrugineum 4 ♀ 1 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium uliginosum 2 ♀, Vaccinium myrtillus 2 ♀, Primula sp. 3 ♀, Swertia perennis 1 ♂, Cerinthe glabra 1 ♀, Echium sp. 1 ♀, Linaria repens 5 ♀, Pedicularis sylvatica 1 ♀,

Knautia sp. 1 ☿, Compositae 1 ô, Carduae 1 ô 1 ♀, Carduus carlinifolius 1 ô, Carduus carlinoides 1 ô 1 ☿ 2 ♀.

Pyrobombus lapidarius (L., 1758)

Salix sp. 1 ☿, Salix caprea 1 ?, Lychnis sp. 1 ☿, Lychnis flos-cuculi 2 ô, Silene vulgaris 2 ?, Ranunculaceae 12 ô 1 ☿ 19 ♀, Helleborus sp. 1 ☿, Eranthis hyelmalis ☿, Nigella damascena 1 ?, Trollius europaeus 25 ♀, Anemone coronaria 1 ?, Ranunculus acris 1 ♀, Papaver sp. 3 ☿ 2 ♀, Chelidonium majus 1 ☿, Cheiranthus cheiri 1 ? 1 ☿, Cardamine pratensis 1 ♀, Aubrieta deltoidea 1 ?, Brassica sp. 1 ♀, Brassica oleracea 1 ?, Brassica napus 1 ? 1 ô 56 ☿, Sinapis alba 1 ☿, Reseda sp. 1 ☿, Sempervivum tectorum 2 ?, Jovibarba heuffelii 1 ?, Sedum sp. 1 ☿, Sedum aizoon 1 ?, Sedum telephium 3 ?, Sedum spurium 4 ?, Sedum reflexum 12 ?, Sedum acre 9 ? 1 ♀, Sedum telephioides 1 ?, Sedum radiatum 2 ?, Ribes sanguineum 1 ☿, Astilbe sp. 1 ?, Rubus sp. 3 ? 1 ☿ 1 ♀, Rubus idaeus 1 ô 5 ♀, Rosa sp. 1 ?, Potentilla argyrophylla 1 ☿, Cotoneaster sp. 2 ☿, Cotoneaster simonsii 3 ?, Prunus sp. 1 ☿, Prunus dulcis 1 ☿, Leguminosae 1 ô 20 ☿ 92 ♀, Cytisus scoparius 4 ☿, Chamaespartium sagittale 11 ☿ 3 ♀, Lupinus luteus 1 ?, Robinia pseudacacia 5 ☿ 3 ♀, Astragalus sp. 4 ☿, Astragalus onobrychis 1 ♀, Astragalus monspessulanus 1 ☿, Vicia sp. 1 ☿, Vicia cracca 93 ? 2 ☿ 17 ♀, Vicia pannonica striata 71 ☿, Lathyrus sp. 1 ☿, Lathyrus pratensis 11 ? 1 ☿, Ononis spinosa 40 ? 1 ô, Melilotus sp. 1 ♀, Medicago sativa 3 ♀, Trifolium sp. 25 ☿, Trifolium alpinum 1 ☿, Trifolium repens 1 ☿ 3 ♀, Trifolium fragiferum 1 ♀, Trifolium incarnatum 1 ? 4 ☿ 27 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 4 ☿, Trifolium pratense 69 ? 115 ☿ 56 ♀, Dorycnium hirsutum 1 ♀, Lotus corniculatus 31 ? 27 ☿ 19 ♀, Anthyllis vulneraria 18 ? 12 ♀, Coronilla emerus 11 ☿ 4 ♀, Onobrychis sp. 1 ☿ 1 ♀, Onobrychis supina 8 ♀, Onobrychis viciifolia 4 ☿ 20 ♀, Pelargonium sp. 1 ?, Polygala serpyllifolia 2 ☿, Tilia cordata 1 ô 3 ☿ 17 ♀, Malva sp. 3 ô 4 ♀, Malva sylvestris 3 ?, Hypericum tetrapterum 1 ô, Viola odorata 1 ☿, Viola tricolor 2 ?, Lythrum salicaria 1 ? 1 ô, Lythrum virgatum 1 ☿, Epilobium sp. 1 ☿, Clarkia elegans 3 ?, Cornus sanguinea 2 ☿, Umbelliferae 1 ô 3 ♀, Eryngium maritimum 1 ô, Oenanthe crocata 1 ☿, Angelica sp. 1 ☿, Angelica sylvestris 1 ?, Ericaceae 1 ♀, Erica sp. 2 ☿ 1 ♀, Erica tetralix 2 ♀, Erica cinerea 1 ♀, Calluna vulgaris 4 ♀, Vaccinium myrtillus 16 ☿, Pieris japonica 1 ☿, Armeria maritima 1 ? 1 ☿, Phacelia tanacetifolia 4 ?, Phacelia congesta 1 ?, Boraginaceae 1 ☿, Cerinthe glabra 4 ☿, Echium sp. 5 ☿ 6 ♀, Echium vulgare 1 ? 4 ☿ 6 ♀, Labiatae 1 ♀, Ajuga reptans 1 ☿, Teucrium scorodonia 2 ♀, Lamium maculatum 5 ☿, Lamium album 2 ? 7 ☿, Lamium hybridum 2 ☿, Ballota nigra 2 ☿ 1 ♀, Stachys germanica 1 ☿, Stachys palustris 1 ô, Nepeta cataria 1 ?, Glechoma hederacea 3 ☿, Prunella vulgaris 29 ? 1 ô, Hyssopus officinalis 3 ?, Thymus sp. 1 ô 1 ☿ 1 ♀, Mentha pulegium 1 ?, Mentha suaveolens 1 ?, Lavandula sp. 7 ô 5 ♀, Lavandula angustifolia 1 ?, Lavandula spica 3 ?, Verbascum nigrum 1 ♀, Linaria repens 1 ☿, Veronica longifolia 1 ô, Veronica spicata 3 ?, Melampyrum sp. 2 ô, Melampyrum pratense 1 ☿, Odontites verna dum 2 ♀, Rhinanthus sp. 1 ☿ 2 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 2 ? 57 ☿ 1 ♀, Collinsia bicolor 3 ?, Sambucus sp. 1 ♀, Symphoricarpos sp. 1 ☿, Succisa pratensis 3 ô, Knautia arvensis 7 ♀, Scabiosa sp. 1 ô, Scabiosa columbaria 1 ? 1 ô, Campanula sp. 1 ?, Campanula fastigiata 2 ?, Campanula carpatica 1 ☿, Campanula rapunculus 1 ?, Campanula trachelium 1 ☿, Phyteuma sp. 2 ♀, Phyteuma michelii 2 ♀, Jasione sp. 4 ♀, Jasione montana 1 ♀, Solidago canadensis 1 ?, Bidens sp. 1 ♀, Rudbeckia laciniata 2 ?, Helianthus annuus 7 ô 34 ♀, Silphium perfoliatum 1 ?, Silphium scaberrinum 1 ?, Heliopsis helianthoides 1 ô, Gaillardia lanceolata 2 ?, Tagetes sp. 6 ô, Tanacetum sp. 6 ô, Senecio nemorensis 4 ?, Senecio elegans 1 ô, Ligularia dentata 2 ô, Calendula officinalis 2 ?, Carduae 457 ô 2 ☿ 3 ♀, Echinops sphaerocephalus 6 ?, Arctium sp. 1 ?, Arctium tomentosum 2 ☿, Carduus sp. 3 ô 3 ☿ 2 ♀, Carduus nutans nutans 2 ☿ 7 ♀, Carduus crispus 1 ?, Carduus carlinifolius 1 ♀, Carduus carlinoides 4 ♀, Cirsium sp. 1 ? 3 ô 13 ☿ 1 ♀, Cirsium vulgare 3 ô 1 ♀, Cirsium tuberosum 1 ☿, Cirsium acaule 1 ô, Cirsium palustre 4 ?, Cirsium arvense 1 ♀, Serratula tinctoria 1 ?, Centaurea sp. 11 ô 1 ☿ 3 ♀, Centaurea rupestris 1 ô, Centaurea scabiosa 10 ô 3 ☿ 10 ♀, Centaurea jacea 37 ? 3 ô 1 ♀, Centaurea phrygia 1 ?, Centaurea cyanus 1 ♀, Cichorium intybus 1 ô, Hypochoeris radicata 1 ô, Leontodon autumnalis 1 ô 1 ♀, Leontodon taraxacoides 1 ♀, Picris hieracioides 12 ?, Sonchus oleraceus 1 ♀, Taraxacum sp. 7 ☿, Crepis capillaris wallr. 1 ♀, Hieracium sp. 1 ♀, Dahlia sp. 1 ?, Cosmos bipinnatus 12 ?, Asphodeline lutea 1 ☿, Allium sp. 1 ♀, Allium schoenoprasum 3 ☿ 3 ♀, Allium cepa 1 ?, Allium fistulosum 1 ☿, Crocus sp. 1 ☿, Secale cereale 1 ☿, Orchis militaris 1 ☿.

Pyrobombus sicheli (Radoszkowski, 1859)

Rubus sp. 1 ♀, Leguminosae 5 ☿, Astragalus sp. 2 ☿, Trifolium sp. 1 ☿ 6 ♀, Trifolium alpinum 3 ☿ 1 ♀, Trifolium thalii 1 ☿, Trifolium pratense 2 ♀, Lotus alpinus 2 ♀, Anthyllis vulneraria 1 ☿ 4 ♀, Epilobium angustifolium 3 ♀, Calluna vulgaris 4 ♀, Vaccinium myrtillus 4 ☿, Primulaceae 2 ☿, Gentiana sp. 1 ☿, Macrotomia densiflora 2 ♀, Cerinthe sp. 3 ☿, Nepeta nepetella 1 ♀, Linaria repens 2 ♀, Rhinanthus sp. 1 ☿, Carduae 1 ♂ 12 ♀, Carduus carlinifolius 1 ♀, Carduus carlinoides 1 ☿ 6 ♀, Centaurea sp. 2 ♂, Cicerbita plumieri kirsch 1 ♀, Taraxacum sp. 8 ♀, Allium schoenoprasum 18 ♀.

Pyrobombus cullumanus (Kirby, 1802)

Trifolium incarnatum 6 ☿, Trifolium pratense 3 ☿ 1 ♀, Epilobium sp. 1 ♂, Galeopsis angustifolia e 1 ♀, Stachys annua 1 ♀, Clinopodium sp. 1 ♂, Carduae 1 ☿ 5 ♀, Carduus carlinoides 1 ♀.

Données récentes non reprises dans l'analyse: Onobrychis viciifolia 4 ♀, Centaurea scabiosa 1 ☿ 2 ♀, Centaurea cyanus 1 ♀.

Pyrobombus soroeensis (Fabricius, 1793)

Polygonum bistorta 1 ♀, Silene vulgaris 1 ♀, Trollius europaeus 2 ♀, Meconopsis cambrica 1 ☿, Rubus sp. 1 ☿ 6 ♀, Rubus idaeus 2 ☿ 10 ♀, Leguminosae 3 ☿, Astragalus sp. 2 ☿, Vicia sp. 1 ♂, Vicia sepium 1 ☿, Trifolium sp. 2 ☿ 1 ♀, Trifolium incarnatum 3 ☿ 1 ♀, Trifolium pratense 4 ☿, Lotus corniculatus 1 ♀, Lotus alpinus 1 ♀, Anthyllis vulneraria 3 ♀, Onobrychis viciifolia 1 ☿, Geranium cinereum 4 ☿ 2 ♀, Geranium phaeum 1 ☿, Epilobium sp. 2 ♂, Epilobium angustifolium 2 ♂ 1 ☿ 16 ♀, Eryngium bourgatii 1 ☿ 4 ♀, Heracleum sp. 1 ☿, Rhododendron sp. 1 ☿, Rhododendron ferrugineum 1 ☿ 1 ♀, Daboecia cantabrica 2 ☿, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium myrtillus 197 ☿ 11 ♀, Cerinthe minor 1 ☿, Cerinthe glabra 1 ☿, Echium vulgare 3 ☿ 10 ♀, Symphytum officinale 1 ♀, Sideritis hyssopifolia 5 ♀, Lamium sp. 1 ☿ 1 ♀, Lamium maculatum 5 ♀, Lamium album 1 ♀, Stachys alopecuros 6 ☿ 2 ♀, Stachys annua 1 ♀, Thymus serpyllum 1 ♀, Linaria repens 1 ♀, Digitalis purpurea 1 ♀, Rhinanthus sp. 1 ☿, Globularia sp. 1 ☿, Dipsacaceae 1 ♂, Succisa pratensis 1 ♂, Knautia sp. 1 ♂ 4 ☿, Scabiosa sp. 1 ☿, Scabiosa columbaria 1 ♀, Campanulaceae 1 ☿, Campanula sp. 2 ♀, Phyteuma sp. 1 ☿ 5 ♀, Phyteuma pyrenaicum r. schulz 3 ♀, Phyteuma michelii 1 ☿, Phyteuma orbiculare 2 ♀, Jasione sp. 1 ☿ 2 ♀, Carduae 6 ♂ 3 ☿ 6 ♀, Carduus sp. 1 ♂ 21 ♀, Carduus nutans nutans 2 ♀, Carduus crispus 1 ☿, Carduus carlinifolius 10 ♀, Carduus carlinoides 10 ☿ 29 ♀, Cirsium sp. 2 ☿ 5 ♀, Centaurea sp. 6 ♀, Centaurea scabiosa 2 ♂ 1 ♀, Centaurea jacea 1 ♀, Cicerbita plumieri 1 ♂ 1 ♀, Taraxacum sp. 4 ☿.

Megabombus argillaceus (Scopoli, 1763)

Trifolium pratense 1 ☿, Echium sp. 3 ♀, Labiatae 1 ☿ 16 ♀, Lamium maculatum 3 ☿, Lamium hybridum 1 ☿, Ballota nigra 4 ♀, Rhinanthus alectorolophus 3 ☿, Cirsium sp. 1 ♀, Cirsium ferox 10 ♀, Centaurea sp. 1 ♂, Taraxacum sp. 1 ☿.

Megabombus ruderatus (Fabricius, 1775)

Ranunculaceae 1 ♂, Papaver sp. 1 ☿, Prunus dulcis 1 ☿, Leguminosae 1 ♀, Vicia sp. 2 ☿, Vicia cracca 2 ☿ 1 ♀, Vicia pannonica striata 48 ☿, Vicia sativa 1 ♀, Vicia narbonensis 1 ☿, Vicia faba 2 ☿, Trifolium pratense 1 ♂ 38 ☿ 35 ♀, Lotus corniculatus 1 ☿ 1 ♀, Tetragonolobus maritimus 1 ♀, Tilia cordata 1 ♀, Daucus carota 2 ♂, Primula elatior hill 1 ☿, Jasminum fruticans 1 ♀, Cerinthe major 1 ☿ 5 ♀, Echium sp. 2 ☿ 13 ♀, Echium vulgare 1 ♀, Symphytum officinale 2 ☿, Anchusa azurea 1 ♀, Borago officinalis 1 ♀, Labiatae 5 ♀, Lamium maculatum 5 ☿ 4 ♀, Lamium album 4 ☿, Ballota nigra 1 ♀,

Stachys sp. 1 ♀, Glechoma hederacea 1 ♀, Lavandula sp. 1 ♂, Salvia officinalis 3 ♀ 1 ♀, Knautia arvensis 1 ♂ 7 ♀, Compositae 129 ♂ 5 ♀, Helianthus annuus 1 ♀, Taraxacum sp. 1 ♀, Gladiolus sp. 1 ♂, Orchis laxiflora 1 ♀.

Megabombus hortorum (L., 1761)

Salix caprea 1 ♀, Silene sp. 1 ♀, Silene dioica 1 ? 1 ♀, Vaccaria pyramidata 6 ?, Dianthus barbatus 1 ?, Dianthus caryophyllus 2 ?, Ranunculaceae 1 ♀, Trollius europaeus 1 ♀, Aconitum sp. 1 ♂ 14 ♀ 4 ♀, Aconitum septentrionale koelle 1 ♀, Aconitum vulparia 2 ♂ 2 ♀, Aconitum napellus 1 ♀ 2 ♀, Delphinium elatum 2 ♀, Consolida ambigua 15 ?, Consolida grandiflora 5 ?, Ranunculus sp. 1 ♀, Aquilegia vulgaris 3 ?, Aquilegia chrysantha 1 ?, Papaver sp. 1 ♀, Glaucium flavum 1 ?, Chelidonium majus 1 ♀ 1 ♀, Dicentra sp. 1 ♀, Dicentra spectabilis 1 ?, Dicentra formosa walp. 2 ♀, Arabis hirsuta 1 ♀, Aubrieta deltoidea 1 ?, Brassica oleracea 1 ?, Brassica napus 4 ♂ 2 ♀, Sedum acre 1 ?, Philadelphus sp. 1 ♀, Ribes sanguineum 3 ♀, Rubus sp. 3 ? 5 ♂ 1 ♀ 5 ♀, Rubus idaeus 2 ♀, Rosa sp. 1 ?, Crataegus monogyna 1 ♀, Chaenomeles lagenaria 1 ♀, Leguminosae 1 ♂ 2 ♀ 10 ♀, Chamaespartium sagittale 2 ♀ 1 ♀, Lupinus polyphyllus 1 ♀, Phaseolus vulgaris 3 ?, Vicia sp. 3 ♀, Vicia cracca 47 ? 1 ♀ 3 ♀, Vicia sepium 1 ♂ 1 ♀, Vicia pannonica striata 2 ♀, Vicia sativa nigra 1 ♀, Vicia faba 2 ♀ 5 ♀, Lathyrus sp. 11 ♂ 2 ♀, Lathyrus pratensis 2 ?, Ononis spinosa 1 ? 2 ♀, Medicago sativa 1 ♂, Trifolium sp. 2 ♀ 1 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀, Trifolium repens 1 ♀, Trifolium incarnatum 3 ♀, Trifolium incarnatum incarnatu 1 ♂, Trifolium pratense 48 ? 12 ♂ 11 ♀ 50 ♀, Dorycnium hirsutum 1 ♀, Tetragonolobus maritimus 5 ?, Anthyllis sp. 1 ♀, Anthyllis vulneraria 6 ? 2 ♂ 5 ♀ 11 ♀, Anthyllis vulneraria pyrenaica 2 ♀, Coronilla emerus 1 ♀ 3 ♀, Pelargonium sp. 1 ?, Tropaeolum majus 1 ? 2 ♀, Polygala serpyllifolia 1 ♀, Impatiens glandulifera 1 ♂, Impatiens balfourii 1 ♀, Impatiens balsamina 1 ?, Tilia cordata 3 ♂ 2 ♀, Hypericum perforatum 1 ♀, Fuchsia sp. 1 ? 1 ♂ 1 ♀, Cornus sanguinea 1 ♀, Umbelliferae 1 ♀, Echinophora sp. 1 ♀, Rhododendron ponticum 3 ♀ 2 ♀, Daboecia cantabrica 1 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium myrtillus 8 ♀, Primula sp. 1 ♀, Primula elatior hill 1 ♀, Armeria maritima 2 ?, Ligustrum vulgare 1 ♀, Gentiana angustifolia 1 ♀, Echium sp. 3 ♂ 4 ♀, Echium vulgare 68 ? 3 ♀, Pulmonaria sp. 1 ♀, Symphytum officinale 9 ♀ 1 ♀, Anchusa officinalis 1 ?, Labiatae 1 ♂ 3 ♀ 7 ♀, Ajuga reptans 1 ♂ 2 ♀, Teucrium scorodonia 2 ♂, Marrubium vulgare 1 ?, Melittis melissophyllum 2 ♀, Galeopsis tetrahit 1 ?, Lamium sp. 2 ♀, Lamium maculatum 11 ♀ 7 ♀, Lamium album 1 ? 81 ♀ 2 ♀, Lamium purpureum 1 ♀ 1 ♀, Lamium hybridum 5 ♀, Ballota nigra 1 ♀, Stachys sp. 2 ♀, Stachys officinalis 2 ♀, Stachys sylvatica 1 ? 3 ♀, Nepeta grandiflora 5 ♀, Nepeta macrantha fisch. 1 ?, Glechoma hederacea 1 ♀, Dracocephalum sibiricum 1 ♀, Prunella grandiflora 1 ♀ 1 ♀, Hyssopus officinalis 1 ?, Origanum vulgare 1 ?, Lavandula sp. 1 ♂, Lavandula spica 2 ?, Horminum pyrenaicum 3 ♀, Salvia officinalis 8 ? 4 ♀ 7 ♀, Salvia pratensis 32 ? 4 ♂ 1 ♀, Petunia sp. 1 ♀ 1 ♀, Petunia x punctata 2 ♂ 1 ♀ 1 ♀, Buddleja sp. 1 ♂, Buddleja davidii 1 ?, Verbascum thapsus 1 ?, Scrophularia sp. 1 ♀, Antirrhinum majus 3 ♀, Linaria vulgaris 1 ♂ 1 ♀, Linaria compacta 1 ♀, Digitalis sp. 1 ♂ 1 ♀, Digitalis purpurea 4 ? 7 ♂ 9 ♀ 8 ♀, Digitalis grandiflora 1 ♀, Digitalis lutea 2 ? 1 ♀ 8 ♀, Melampyrum sp. 2 ♀, Bartsia alpina 1 ♀ 2 ♀, Rhinanthus sp. 1 ♂ 5 ♀ 13 ♀, Rhinanthus minor 1 ♀ 2 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 6 ♀ 1 ♀, Acanthus spinosus 1 ♀, Acanthus niger mil 1 ?, Lonicera caprifolium 2 ♂ 1 ♀, Lonicera periclymenum 13 ? 1 ♂ 3 ♀, Weigela sp. 1 ♀, Knautia sp. 1 ♀, Knautia arvensis 2 ? 1 ♂ 1 ♀ 4 ♀, Scabiosa sp. 1 ?, Scabiosa columbaria 2 ?, Compositae 29 ♂ 2 ♀, Helianthus annuus 3 ♀, Chamomilla recutita 1 ♀, Chrysanthemum sp. 1 ♀, Calendula officinalis 1 ?, Carduae 4 ♂ 1 ♀, Carlina vulgaris 1 ♂, Echinops sphaerocephalus 1 ?, Carduus sp. 2 ♂ 2 ♀ 1 ♀, Carduus nutans nutans 4 ♀ 5 ♀, Carduus carlinoides 1 ♂ 1 ♀, Cirsium sp. 1 ? 4 ♂ 2 ♀, Cirsium tuberosum 11 ?, Cirsium palustre 1 ♂ 1 ♀, Centaurea sp. 1 ♂ 1 ♀, Centaurea scabiosa 4 ? 1 ♂, Centaurea jacea 4 ?, Taraxacum sp. 4 ♀, Dahlia sp. 1 ?, Iris sp. 1 ♀, Iris sibirica 1 ♀, Iris latifolia 1 ♀, Iris bucharica 1 ♀, Eccremocarpus scaber 1 ♀.

Megabombus asturiensis Tkalcû, 1974

Vaccinium myrtillus 1 ♀, Echium vulgare 1 ♀.

Megabombus gerstaeckeri (Morawitz, 1882)

Aconitum sp. 1 ♀ 1 ♂, Aconitum vulparia 7 ♀ 3 ♂, Aconitum napellus 4 ♂.

Megabombus subterraneus (L., 1758)

Trollius europaeus 1 ♂ 3 ♂, Leguminosae 1 ♂, Vicia cracca 2 ♂, Vicia pannonica striata 16 ♀, Trifolium sp. 1 ♂ 3 ♀ 3 ♂, Trifolium thalii 1 ♂, Trifolium pratense 1 ♂ 14 ♀ 7 ♂, Anthyllis vulneraria 1 ♀, Eryngium bourgatii 1 ♂, Ligustrum sp. 1 ♂, Echium sp. 1 ♀ 20 ♂, Echium vulgare 2 ♂, Labiatae 5 ♂, Lamium album 1 ♀, Lamium purpureum 1 ♂, Stachys alopecuros 3 ♂, Prunella sp. 1 ♂ 3 ♂, Rhinanthus sp. 1 ♀ 1 ♂, Rhinanthus alectorolophus 41 ♀, Dipsacaceae 1 ♂, Knautia arvensis 1 ♂, Phyteuma orbiculare 1 ♀, Carduae 2 ♂, Carduus carlinoides 1 ♂ 1 ♂, Cirsium sp. 2 ♂, Cirsium eriophorum 1 ♂, Cirsium oleraceum 1 ♂, Centaurea jacea 1 ♂, Centaurea montana 1 ♀.

Megabombus distinguendus (Morawitz, 1869)

Trifolium sp. 1 ♂ 1 ♀, Trifolium pratense 3 ♂, Viola canina 1 ♀, Eryngium sp. 1 ♀, Calluna vulgaris 2 ♂, Symphytum officinale 2 ♀, Lamium sp. 1 ♀, Glechoma hederacea 1 ♀, Dipsacaceae 1 ♂, Carduus sp. 12 ♂ 1 ♂, Centaurea jacea 1 ♂, Taraxacum sp. 2 ♀.

Megabombus pomorum (Panzer, 1805)

Astragalus sp. 1 ♀, Ononis spinosa 1 ♂, Trifolium pratense 7 ♀ 1 ♂, Lotus corniculatus 2 ♂, Anthyllis sp. 1 ♀, Echium sp. 1 ♂, Echium vulgare 4 ♀ 2 ♂, Labiatae 1 ♂, Teucrium scorodonia 1 ♂, Rhinanthus alectorolophus 8 ♀, Helianthus annuus 2 ♂, Centaurea jacea 1 ♂, Leontodon autumnalis 1 ♂, Taraxacum sp. 1 ♀.

Megabombus mesomelas (Gerstaecker, 1869)

Dianthus monspessulanus 1 ♂, Rubus idaeus 2 ♀ 2 ♂, Leguminosae 16 ♀ 2 ♂, Astragalus sp. 1 ♀, Astragalus alpinus 1 ♂, Astragalus sempervirens sempervirens 2 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀, Trifolium repens 1 ♂, Trifolium pratense 32 ♂, Anthyllis sp. 1 ♂, Anthyllis vulneraria 5 ♀ 5 ♂, Anthyllis vulneraria pyrenaica 1 ♀, Gentiana sp. 4 ♀, Cerinthe minor 1 ♀, Cerinthe glabra 5 ♀, Echium sp. 7 ♂, Echium vulgare 1 ♀ 3 ♂, Labiatae 1 ♂, Teucrium pyrenaicum 8 ♂, Sideritis hyssopifolia 2 ♂, Galeopsis tetrahit 1 ♂, Lamium maculatum 1 ♂, Stachys alopecuros 1 ♀, Nepeta nepetella 8 ♂, Thymus serpyllum 1 ♀, Horminum pyrenaicum 1 ♀ 1 ♂, Bartsia alpina 1 ♀ 2 ♂, Rhinanthus sp. 4 ♀, Rhinanthus alectorolophus 1 ♀ 3 ♂, Carduae 4 ♂, Carduus sp. 2 ♂, Carduus carlinoides 1 ♂ 9 ♂, Cirsium spinosissimum 1 ♂, Centaurea sp. 1 ♂, Centaurea scabiosa 1 ♂, Taraxacum officinale 1 ♀, Iris latifolia 1 ♂.

Megabombus sylvarum (L., 1761)

Trollius europaeus 1 ♂, Rubus sp. 1 ?, Rubus idaeus 1 ♂, Leguminosae 1 ♂, Chamaespartium sagittale 8 ♀ 1 ♂, Astragalus sp. 2 ♀, Astragalus monspessulanus 2 ♀, Vicia cracca 187 ? 2 ♀, Vicia sepium 4 ♀, Vicia pannonica striata 7 ♀, Vicia lathyroides 1 ♀, Lathyrus pratensis 92 ? 4 ♀ 1 ♂, Ononis spinosa 23 ?, Trifolium sp. 1 ♂, Trifolium montanum 3 ♀, Trifolium repens 1 ♂, Trifolium incarnatum 12 ♀, Trifolium pratense 124 ? 1 ♂ 12 ♀ 11 ♂, Lotus corniculatus 41 ? 1 ♀ 4 ♂, Tetragonolobus maritimus 12 ?, Anthyllis vulneraria 80 ? 1 ♂, Onobrychis sp. 1 ♂, Onobrychis viciifolia 2 ♂,

Impatiens noli-tangere 1 ?, Lythrum salicaria 1 ♀, Epilobium sp. 1 ♀, Epilobium angustifolium 1 ♀, Erica tetralix 1 ♂, Cerinthe sp. 2 ♀, Cerinthe minor 1 ♀, Cerinthe glabra 3 ♀, Echium sp. 4 ♀ 26 ♀, Echium vulgare 65 ? 1 ♀, Symphytum officinale 1 ♀ 1 ♀, Anchusa officinalis 1 ?, Labiatae 1 ♀ 5 ♀, Ajuga reptans 4 ?, Teucrium scorodonia 1 ? 1 ♀, Sideritis sp. 1 ♀, Sideritis hirsuta 1 ♀, Lamium album 14 ♀, Lamium purpureum 1 ♀, Lamium hybridum 1 ♀, Stachys officinalis 5 ? 1 ♀, Prunella vulgaris 28 ?, Origanum vulgare 3 ?, Salvia officinalis 4 ♀, Salvia pratensis 18 ?, Melampyrum sp. 1 ♀, Rhinanthus sp. 3 ♀, Rhinanthus alectorolophus 11 ? 14 ♀, Knautia sp. 1 ?, Knautia arvensis 5 ♀, Scabiosa columbaria 4 ?, Carduae 2 ♂ 3 ♀ 1 ♀, Carduus acanthoides 1 ?, Carduus crispus 1 ?, Cirsium sp. 1 ♂, Cirsium ferox 1 ♀ 3 ♀, Cirsium eriophorum 5 ♀, Cirsium tuberosum 4 ?, Cirsium acaule 1 ♀, Cirsium palustre 1 ♂, Centaurea sp. 1 ♀ 1 ♀, Centaurea scabiosa 4 ?, Centaurea jacea 47 ? 1 ♀, Leontodon hispidus 3 ?, Taraxacum sp. 2 ♀.

Megabombus veteranus (Fabricius, 1793)

Aconitum sp. 11 ♀, Rubus idaeus 3 ♀, Trifolium repens 1 ♀ 1 ♀, Trifolium pratense 1 ♂ 14 ♀, Lotus corniculatus 1 ♀, Swertia perennis 3 ♂, Echium vulgare 1 ♀ 6 ♀, Symphytum officinale 1 ♀ 1 ♀, Labiatae 2 ♂ 3 ♀, Ajuga reptans 1 ♀, Lamium album 9 ♀, Stachys palustris 2 ♀, Prunella vulgaris 2 ♀, Odontites sp. 1 ♀, Odontites verna 2 ♀, Carduae 2 ♂, Arctium sp. 1 ♂, Carduus sp. 825 ♂ 21 ♀ 672 ♀, Cirsium sp. 1 ♀, Cirsium vulgare 1 ♂ 1 ♀, Cirsium palustre 3 ♀, Centaurea jacea 1 ♀, Leontodon autumnalis 1 ♂.

Megabombus ruderarius (Müller, 1776)

Silene vulgaris 1 ♀, Helleborus sp. 1 ♀, Trollius europaeus 1 ♀ 1 ♀, Brassica napus 1 ♀, Heuchera sanguinea 1 ♀, Ribes sanguineum 10 ♀, Rubus sp. 1 ♂, Rubus idaeus 1 ♀, Prunus avium 1 ♀, Leguminosae 14 ♀ 10 ♀, Cytisus scoparius 2 ♀, Astragalus sp. 1 ♀, Astragalus onobrychis 2 ♂ 2 ♀, Vicia sp. 4 ♀ 2 ♀, Vicia cracca 5 ♀, Vicia sepium 1 ♀ 1 ♀, Vicia pannonica striata 5 ♀, Lathyrus vernus 4 ♀, Lathyrus pratensis 1 ♀, Medicago lupulina 1 ♀, Medicago sativa 1 ♂ 1 ♀, Medicago arborea 1 ♀, Trifolium sp. 1 ♂ 1 ♀, Trifolium repens 3 ♀, Trifolium thalii 1 ♀, Trifolium hybridum 2 ♀, Trifolium incarnatum 6 ♀ 4 ♀, Trifolium incarnatum incarnatum 3 ♀, Trifolium pratense 3 ♂ 16 ♀ 41 ♀, Trifolium alexandrinum 1 ♀, Dorycnium hirsutum 1 ♀, Lotus corniculatus 3 ? 10 ♀, Lotus alpinus 1 ♀, Anthyllis sp. 1 ♀, Anthyllis vulneraria 2 ♀, Onobrychis sp. 2 ♀, Onobrychis supina 4 ♀, Onobrychis viciifolia 2 ♀ 16 ♀, Viola canina 1 ♀, Epilobium sp. 1 ♂, Epilobium angustifolium 1 ♂ 1 ♀, Umbelliferae 1 ♂ 1 ♀, Ericaceae 1 ♀, Erica herbacea 1 ♀, Rhododendron sp. 1 ♀, Rhododendron ferrugineum 4 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium myrtillus 6 ♀, Primulaceae 3 ♀, Gentiana sp. 2 ♀, Gentiana acaulis 1 ♀, Boraginaceae 1 ♀, Cerinthe sp. 1 ♀, Cerinthe minor 13 ♀, Cerinthe minor auriculata 1 ♀, Cerinthe glabra 71 ♀, Echium sp. 7 ♂ 3 ♀ 19 ♀, Echium vulgare 2 ♀ 17 ♀, Symphytum officinale 1 ♀ 1 ♀, Borago officinalis 2 ♀, Labiatae 2 ♂ 7 ♀, Ajuga sp. 1 ♀, Ajuga reptans 1 ♀ 1 ♀, Teucrium scorodonia 1 ♀, Lamium sp. 2 ♀, Lamium maculatum 5 ♀, Lamium album 57 + 3 ♀, Lamium purpureum 4 ♀ 2 ♀, Lamiastrum galeobdolon 1 ♀, Stachys monieri 1 ♀, Stachys officinalis 2 ♀, Stachys palustris 1 ♂ 1 ♀, Stachys recta 1 ♀, Stachys annua 1 ♂ 2 ♀, Glechoma hederacea 2 ♀, Prunella sp. 1 ♀, Prunella laciniata 1 ♀, Prunella grandiflora 1 ♂, Prunella vulgaris 2 ♀, Thymus praecox 1 ♂, Mentha pulegium 1 ♂, Lavandula angustifolia 1 ♂ 2 ♀, Salvia sp. 1 ♂ 1 ♀, Digitalis sp. 1 ♂, Pedicularis sylvatica 2 ♀, Rhinanthus sp. 3 ♀ 1 ♀, Rhinanthus minor 1 ♀, Rhinanthus angustifolius 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 2 ♀ 1 ♀, Orobanche minor 1 ♀, Dipsacaceae 1 ♂, Succisa pratensis 2 ♂, Knautia sp. 1 ♂, Carduae 4 ♂ 1 ♀ 5 ♀, Carduus sp. 2 ♀, Carduus carlinoides 6 ♀, Cirsium sp. 1 ♀, Cirsium ferox 3 ♀, Cirsium eriophorum 2 ♂ 1 ♀ 1 ♀, Cirsium spinosissimum 2 ♂, Cirsium acaule 1 ♂ 2 ♀, Cirsium palustre 1 ♀, Centaurea sp. 6 ♂ 1 ♀, Centaurea scabiosa 2 ♀, Centaurea maculosa 1 ♀, Centaurea jacea 2 ♀, Centaurea debeauxii thuillieri 1 ♀, Centaurea montana 1 ♀, Leontodon autumnalis 1 ♂, Taraxacum sp. 18 ♀ 1 ♀, Taraxacum officinale 1 ♀, Muscari neglectum 2 ♀, Allium schoenoprasum 1 ♀, Iris latifolia 1 ♀.

Megabombus muscorum (L., 1758; sensu Fabricii, 1793)

Diplotaxis muralis 1 ô 1 ♀, Rubus sp. 1 ô, Leguminosae 4 ♀, Trifolium pratense 6 ♀ 1 ♀, Lotus corniculatus 1 ♀ 1 ♀, Anthyllis sp. 1 ♀, Lythrum salicaria 2 ♀, Jasminum fruticans 1 ♀, Eryngium maritimum 1 ô, Erica cinerea 1 ô 1 ♀, Echium vulgare 1 ♀ 1 ♀, Echium creticum 1 ♀, Symphytum officinale 2 ô 5 ♀ 2 ♀, Teucrium scorodonia 2 ♀, Thymus praecox 1 ô, Stachys palustris 1 ♀, Glechoma hederacea 1 ♀, Prunella vulgaris 1 ♀, Calamintha sp. 1 ♀, Odontites verna 2 ♀, Carduae 9 ô 3 ♀, Arctium sp. 1 ô, Cirsium vulgare 1 ♀, Centaurea cyanus 1 ♀, Leontodon sp. 2 ô, Leontodon autumnalis 1 ♀.

Megabombus humilis (Illiger, 1806)

Ranunculaceae 1 ♀, Rubus idaeus 1 ♀ 1 ♀, Prunus sp. 1 ♀, Leguminosae 60 ♀ 11 ♀, Chamaespartium sagittale 12 ♀ 1 ♀, Robinia pseudacacia 1 ♀, Astragalus sp. 21 ♀, Astragalus onobrychis 2 ♀, Astragalus monspessulanus 9 ♀, Vicia sp. 3 ♀ 1 ♀, Vicia cracca 18 ? 5 ♀ 18 ♀, Vicia villosa 2 ♀, Vicia sepium 5 ♀ 5 ♀, Vicia pannonica striata 7 ♀, Lathyrus pratensis 10 ?, Ononis natrix 1 ♀, Ononis spinosa 5 ?, Melilotus alba 1 ♀, Medicago sativa 1 ♀, Trifolium sp. 2 ♀, Trifolium montanum 1 ♀, Trifolium repens 1 ♀, Trifolium incarnatum 12 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 2 ♀, Trifolium pratense 8 ? 1 ô 10 ♀ 48 ♀, Dorycnium hirsutum 1 ♀ 1 ♀, Lotus sp. 1 ♀, Lotus corniculatus 5 ? 5 ♀ 3 ♀, Anthyllis sp. 5 ♀, Anthyllis vulneraria 3 ? 7 ♀ 2 ♀, Hippocrepis glauca 1 ♀, Onobrychis supina 1 ♀ 1 ♀, Onobrychis viciifolia 1 ô, Tilia cordata 1 ♀ 1 ♀, Hypericum sp. 1 ♀, Umbelliferae 1 ♀ 1 ♀, Echinophora sp. 2 ♀, Erica herbacea 12 ♀, Vaccinium sp. 1 ♀, Primula sp. 1 ♀, Cerinthe minor auriculata 1 ♀, Cerinthe glabra 2 ♀, Echium sp. 3 ♀ 32 ♀, Echium vulgare 10 ? 1 ♀ 12 ♀, Cynoglossum dioscoridis 1 ♀, Labiatae 2 ♀, Ajuga reptans 1 ♀, Galeopsis tetrahit 1 ♀, Lamium maculatum 3 ♀, Lamium album 1 ♀ 1 ♀, Ballota nigra 1 ♀, Thymus serpyllum 1 ♀ 1 ♀, Stachys sp. 1 ♀, Stachys recta 1 ♀, Nepeta nepetella 1 ♀ 4 ♀, Glechoma hederacea 2 ♀, Prunella sp. 1 ♀, Prunella grandiflora 1 ♀, Prunella vulgaris 5 ?, Clinopodium vulgare 1 ♀, Lavandula sp. 2 ô 2 ♀, Lavandula angustifolia 1 ♀, Salvia pratensis 2 ?, Veronica chamaedrys 1 ♀, Melampyrum sp. 1 ô 21 ♀ 1 ♀ 3 ♀, Rhinanthus sp. 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 4 ♀ 1 ♀, Knautia arvensis 1 ♀ 9 ♀, Carduae 1 ô 2 ♀ 2 ♀, Carduus sp. 3 ô 1 ♀, Cirsium sp. 1 ♀, Cirsium eriophorum 1 ô, Centaurea sp. 1 ô 1 ♀, Centaurea scabiosa 7 ? 2 ♀, Centaurea jacea 6 ? 1 ô, Taraxacum sp. 4 ♀, Muscari neglectum 1 ♀.

Megabombus pascuorum (Scopoli, 1763)

Picea sp. 1 ♀, Silene sp. 3 ♀ 1 ♀, Silene brachypoda 2 ♀, Silene dioica 2 ♀, Vaccaria pyramidata 1 ?, Ranunculaceae 40 ♀, Helleborus foetidus 4 ♀, Aconitum sp. 10 ♀, Consolida ambigua 2 ?, Consolida grandiflora 1 ?, Ranunculus sp. 2 ♀, Ranunculus bulbosus 1 ?, Ranunculus ficaria 1 ♀, Aquilegia vulgaris 1 ♀ 2 ?, Epimedium sp. 1 ♀, Berberis sp. 3 ♀, Mahonia aquifolium 2 ♀ 1 ? 1 ♀, Glaucium flavum 1 ?, Dicentra sp. 1 ♀, Dicentra spectabilis 1 ?, Corydalis cheilantifolia 1 ♀, Fumaria sp. 1 ♀, Erysimum perofskianum 2 ?, Cheiranthus cheiri 2 ♀ 2 ? 1 ♀, Cardamine pratensis 1 ♀, Aubrieta deltoidea 1 ♀, Brassica napus 15 ♀, Sinapis sp. 1 ♀, Sempervivum tectorum 1 ?, Sedum spurium 8 ?, Heuchera sp. 2 ♀, Heuchera sanguinea 1 ♀, Philadelphus sp. 2 ♀, Hydrangea sp. 1 ♀, Ribes rubrum 1 ?, Ribes nigrum 7 ♀, Ribes uva-crispa 1 ♀, Ribes sanguineum 39 ♀, Filipendula ulmaria 1 ♀, Rubus sp. 2 ♀ 6 ? 1 ô 22 ♀, Rubus idaeus 3 ♀ 7 ♀, Geum rivale 3 ♀, Malus domestica 1 ♀ , Cotoneaster sp. 2 ♀, Cotoneaster simonsii 1 ?, Prunus sp. 3 ♀, Prunus dulcis 2 ♀, Prunus avium 2 ♀, Prunus serotina 1 ♀, Leguminosae 13 ♀ 1 ô 49 ♀, Thermopsis montana 1 ♀ 1 ♀, Laburnum anagyroides 1 ♀, Cytisus scoparius 6 ♀ 1 ?, Genista sp. 1 ?, Chamaespartium sagittale 1 ♀, Lupinus luteus 10 ?, Lupinus polyphyllus 1 ♀, Robinia pseudacacia 2 ♀ 1 ♀, Astragalus sp. 2 ♀, Astragalus onobrychis 3 ♀, Astragalus monspessulanus 4 ♀ 2 ♀, Psoralea bituminosa 2 ♀, Phaseolus vulgaris 1 ♀ 5 ?, Phaseolus coccineus 1 ? 1 ♀, Vicia sp. 10 ♀ 16 ô 1 ♀, Vicia cracca 4 ♀ 462 ? 44 ♀, Vicia villosa 8 ♀, Vicia sepium 47 ♀ 3 ? 11 ♀, Vicia pannonica striata 25 ♀, Vicia sativa 3 ♀ 2 ?, Vicia sativa nigra 4 ♀, Vicia faba

2 ♀, Lathyrus sp. 22 ☿ 9 ♀, Lathyrus vernus 16 ☿ 2 ♀, Lathyrus niger 1 ☿, Lathyrus montanus 1 ☿ 1 ♀, Lathyrus pratensis 2 ☿ 167 ? 3 ♀, Lathyrus sylvestris 3 ? 2 ♀, Lathyrus clymenum 2 ☿, Ononis natrix 2 ♀, Ononis spinosa 5 ☿ 104 ?, Ononis repens 1 ♀, Ononis arvensis 1 ☿, Ononis mitissima 1 ☿, Melilotus alba 1 ☿, Melilotus officinalis 1 ?, Medicago sativa 2 ? 31 ♀, Medicago arborea 1 ☿, Trifolium sp. 1 ☿ 3 ♀, Trifolium repens 4 ☿ 6 ? 7 ♀, Trifolium hybridum 3 ♀, Trifolium incarnatum 9 ☿ 12 ♀, Trifolium incarnatum incarnatum 1 ♂ 14 ♀, Trifolium incarnatum molinerii 3 ☿, Trifolium pratense 45 ☿ 228 ? 5 ♂ 100 ♀, Trifolium alexandrinum 3 ♀, Dorycnium hirsutum 1 ☿ 28 ♀, Lotus sp. 1 ♂, Lotus corniculatus 1 ☿ 61 ? 19 ♀, Tetragonolobus maritimus 11 ?, Anthyllis vulneraria 2 ☿ 75 ? 10 ♀, Anthyllis vulneraria pyrenaica 1 ☿, Ornithopus perpusillus 1 ☿, Coronilla emerus 5 ☿ 5 ♀, Hippocrepis glauca 1 ☿ 1 ♀, Hedysarum hedysaroides 1 ♀, Onobrychis supina 8 ♀, Onobrychis viciifolia 2 ☿ 18 ♀, Geranium sp. 2 ♀, Geranium pratense 1 ♀, Geranium phaeum 1 ☿, Geranium robertianum 1 ? 1 ♀, Pelargonium sp. 1 ?, Euphorbia paralias 1 ☿, Skimmia japonica 1 ☿, Aesculus hippocastanum 2 ☿, Impatiens noli-tangere 1 ?, Impatiens parviflora 1 ?, Impatiens glandulifera 11 ♀, Frangula alnus 1 ☿, Tilia cordata 1 ☿ 2 ♂ 41 ♀, Malva sp. 1 ☿ 3 ♀ , Malva sylvestris 1 ♀ , Althaea officinalis 1 ?, Alcea rosea 1 ?, Hibiscus syriacus 3 ☿ 3 ?, Hypericum perforatum 3 ?, Viola sp. 1 ☿, Viola odorata 1 ☿, Viola reichenbachiana 3 ?, Viola riviniana 1 ☿, Viola canina 1 ☿, Viola tricolor 1 ☿, Bryonia cretica 1 ♀, Lythrum salicaria 1 ☿ 1 ? 1 ♀, Lythrum virgatum 1 ☿, Fuchsia sp. 2 ☿ 2 ? 1 ♀, Epilobium angustifolium 1 ☿ 1 ? 4 ♀, Epilobium hirsutum 1 ?, Clarkia elegans 11 ? 1 ♀, Umbelliferae 1 ♂ 1 ♀, Echinophora sp. 2 ♂ 2 ♀, Chaerophyllum hirsutum 1 ♀, Erica sp. 5 ♀, Erica tetralix 7 ♀, Erica cinerea 2 ☿ 1 ♀, Erica herbacea 2 ☿ 1 ?, Calluna vulgaris 4 ♀, Rhododendron sp. 1 ☿ 1 ♀, Rhododendron ponticum 8 ☿ 2 ♀, Rhododendron ferrugineum 6 ☿, Daboecia cantabrica 1 ♀, Arbutus unedo 1 ♂ 1 ♀, Arctostaphylos sp. 2 ☿, Vaccinium sp. 1 ♀, Vaccinium vitis-idaea 2 ☿, Vaccinium myrtillus 45 ☿ 3 ♀, Pieris japonica 2 ☿, Armeria maritima 3 ?, Syringa sp. 1 ♀, Syringa vulgaris 1 ☿, Ligustrum sp. 1 ☿, Ligustrum vulgare 2 ♀, Convolvulus sp. 1 ♂, Ipomoea purpurea 2 ☿, Phacelia tanacetifolia 1 ? 2 ♂ 3 ♀, Lithospermum officinale 1 ☿, Buglossoides purpurocaerulea 2 ☿, Cerinthe minor auriculata 1 ♀, Cerinthe glabra 1 ☿, Cerinthe major 2 ☿ 2 ♀, Echium sp. 10 ♀, Echium vulgare 2 ☿ 224 ? 49 ♀, Pulmonaria sp. 3 ☿ 7 ?, Pulmonaria obscura 1 ☿, Pulmonaria officinalis 1 ☿, Pulmonaria mollis 2 ☿, Symphytum sp. 1 ☿, Symphytum officinale 5 ☿ 2 ? 3 ♀, Anchusa sp. 1 ♀, Anchusa officinalis 15 ?, Borago officinalis 1 ? 8 ♀, Myosotis sp. 1 ☿, Cynoglossum officinale 1 ?, Labiatae 8 ☿ 7 ♀, Ajuga sp. 1 ♀, Ajuga pyramidalis 1 ♀, Ajuga reptans 13 ☿ 20 ? 5 ♀, Teucrium scorodonia 1 ☿ 4 ? 5 ♂ 6 ♀, Teucrium polium aureum 2 ?, Scutellaria alpina 2 ☿, Marrubium vulgare 1 ?, Galeopsis tetrahit 2 ?, Lamium sp. 10 ☿, Lamium glaberrimum 1 ☿, Lamium maculatum 22 ☿ 11 ♀, Lamium album 131 ☿ 10 ? 1 ♂ 15 ♀, Lamium purpureum 7 ☿ 1 ? 4 ♀, Lamium hybridum 5 ☿, Lamiastrum galeobdolon 6 ☿ 3 ?, Ballota nigra 1 ? 14 ♀, Stachys sp. 2 ♀, Stachys officinalis 3 ☿ 4 ? 2 ♀, Stachys germanica 3 ☿, Stachys byzantina 9 ♀, Stachys sylvatica 1 ? 1 ♀, Stachys palustris 2 ♀, Stachys recta 3 ♀, Stachys annua 1 ♀, Nepeta cataria 1 ?, Nepeta nepetella 1 ☿ 3 ♀, Nepeta grandiflora 3 ♀, Glechoma hederacea 29 ☿ 4 ?, Dracocephalum parviflorum 1 ?, Prunella laciniata 1 ♀, Prunella vulgaris 78 ? 3 ♂, Hyssopus officinalis 16 ?, Origanum vulgare 16 ?, Thymus serpyllum 1 ♀, Mentha sp. 3 ♂ 3 ♀, Rosmarinus officinalis 1 ☿ 1 ♂ 1 ♀, Lavandula sp. 4 ☿ 2 ♂ 1 ♀, Lavandula stoechas 4 ☿, Lavandula angustifolia 18 ♀, Lavandula spica 10 ?, Salvia officinalis 5 ☿ 6 ? 3 ♀, Salvia pratensis 2 ☿ 78 ? 2 ♀, Salvia jurisicii 2 ♀, Salvia verticillata 1 ☿ 4 ?, Salvia x superba 2 ♀, Monarda citriodara 1 ☿, Monarda didyma 1 ?, Solanum dulcamara 5 ☿ 1 ♀ , Solanum melongena 1 ♀, Petunia sp. 1 ? 1 ♀, Petunia x punctata 4 ♀, Buddleja sp. 1 ♂, Verbascum thapsus 1 ?, Verbascum nigrum 2 ♀, Scrophularia nodosa 1 ☿ 1 ? 2 ♀, Antirrhinum majus 1 ☿ 4 ?, Misopates orontium 1 ?, Linaria purpurea 5 ?, Linaria vulgaris 2 ?, Digitalis purpurea 2 ☿ 2 ? 2 ♀, Digitalis lutea 1 ☿ 1 ? 1 ♀, Veronica sp. 1 ☿, Veronica chamaedrys 1 ☿, Veronica spicata 6 ?, Melampyrum sp. 17 ♀, Melampyrum pratense 1 ☿ 1 ♀, Odontites sp. 1 ☿ 6 ♀, Odontites lutea 9 ♀, Pedicularis palustris 1 ♀, Pedicularis sylvatica 1 ☿, Rhinanthus sp. 2 ☿ 24 ♀, Rhinanthus alectorolophus 1 ☿ 11 ?, Collinsia sp. 1 ☿, Collinsia bicolor 4 ?, Acanthus niger 1 ?, Symphoricarpos albus 1 ? 1 ♂, Lonicera sp. 1 ☿, Lonicera periclymenum 1 ?, Dipsacaceae 2 ♂ 3 ♀, Cephalaria uralensis 1 ☿ 9 ♂, Dipsacus fullonum 1 ☿ 2 ♂, Succisa pratensis 1 ☿ 2 ? 3 ♂, Knautia drymeia 2 ☿ 1 ♂, Knautia arvensis 11 ? 1 ♂ 24 ♀, Scabiosa sp. 1 ?, Scabiosa columbaria 8 ?, Campanulaceae 1 ☿, Campanula fastigiata 2 ?, Campanula rapunculoides 2 ☿, Compositae 3 ☿ 2 ♂, Eupatorium cannabinum 1 ♂, Solidago virgaurea 1 ♀, Solidago gigantea 1 ?, Bellis perennis 1 ?, Aster sp. 1 ☿, Rudbeckia laciniata 8 ?, Helianthus annuus 1 ☿ 1 ? 2 ♀, Silphium perfoliatum 2 ☿, Gaillardia pulchella 8 ♀, Gaillardia lanceolata 5 ?, Tagetes sp. 1 ♀, Tagetes patula 1 ?, Tanacetum sp. 1 ♂ 3 ♀, Petasites hybridus 1 ?, Senecio nemorensis 2 ?, Carduae 6 ♂ 1 ♀, Carlina sp. 1 ♂, Echinops sphaerocephalus 6 ?, Arctium sp. 4 ☿ 1 ? 1 ♂, Arctium tomentosum 1 ♀, Carduus sp. 8 ☿ 1 ♂ 1 ♀, Carduus nutans nutans 6 ♀, Carduus crispus 3 ?, Cirsium sp. 4 ☿ 3 ? 2 ♂, Cirsium ferox 2 ♀, Cirsium

vulgare 1 ♀ 2 ♂, Cirsium tuberosum 34 ?, Cirsium palustre 2 ? 8 ♂ 2 ♀, Centaurea sp. 4 ♀, Centaurea scabiosa 17 ? 1 ♂ 2 ♀, Centaurea calcitrapa 1 ?, Centaurea aspera 3 ♀, Centaurea jacea 104 ? 1 ♀, Centaurea nigra 1 ♀, Centaurea phrygia 3 ?, Centaurea pectinata supina 1 ♀, Centaurea montana 1 ?, Centaurea cyanus 2 ♀, Hypochoeris radicata 1 ♀, Picris hieracioides 8 ? 1 ♂ 2 ♀, Picris hieracioides spinulosa 1 ♂, Taraxacum sp. 14 ♀ 6 ♀, Dahlia sp. 5 ? 2 ♂, Helenium sp. 1 ♂, Cosmos bipinnatus 1 ?, Scilla sp. 1 ♀, Hyacinthoides non-scripta 1 ♀, Allium schoenoprasum 1 ♀, Iris pseudacorus 3 ?, Iris germanica 1 ?, Iris reticulata 1 ?, Crocus sp. 1 ?, Gladiolus sp. 2 ?, Eremopyrum sp. 1 ♀, Hordeum sp. 1 ♀, Hordeum distichon 1 ♀, Zea mays 1 ♀, Epipactis palustris 2 ♀.

Megabombus mucidus (Gerstaecker, 1869)

Trollius europaeus 1 ♀, Sedum ochroleucum 1 ♀, Leguminosae 2 ♀, Astragalus sp. 2 ♀, Astragalus alpinus 3 ♀, Astragalus sempervirens sempervirens 1 ♀, Vicia sp. 1 ♀, Trifolium sp. 2 ♀, Trifolium alpinum 1 ♀ 1 ♀, Trifolium pratense 4 ♀, Anthyllis vulneraria 2 ♀, Anthyllis vulneraria pyrenaica 5 ♀, Onobrychis sp. 1 ♀, Hypericum nummularium 1 ♀, Echium vulgare 1 ♀, Teucrium pyrenaicum 2 ♀, Sideritis hyssopifolia 1 ♂ 15 ♀, Stachys alopecuros 4 ♀, Acinos alpinus 1 ♀, Horminum pyrenaicum 1 ♀ 2 ♀, Rhinanthus sp. 1 ♀, Rhinanthus alectorolophus 9 ♀ 1 ♀, Jasione crispa samp. 1 ♀, Carduus carlinifolius 3 ♀, Carduus carlinoides 3 ♂ 21 ♀, Cirsium eriophorum 1 ♀, Centaurea sp. 4 ♀.

Megabombus laesus (Morawitz, 1875)

Boraginaceae 1 ♀, Phlomis herba-venti 1 ♀.

Données récentes non reprises dans l'analyse: Centaurea scabiosa 2 ♀ 12 ♀

Annexe XVI
Sommation des observations de visites par taxon botanique

Nombre total de visites observées: 21 216.

Pinaceae

Picea sp. A. Dietr. ..... 2☿
Larix decidua Miller ..... 1♀

Salicaceae

Salix sp. L. ..... 55☿1♀
Salix atrocinerea Brot. ..... 1☿
Salix caprea L. ..... 5?21☿

Fagaceae

Castanea sativa Miller ..... 2♀

Polygonaceae

Polygonum bistorta L. ..... 1?3♂25♀
Bilderdykia aubertii (Louis Henri) Moldenke ..... 1☿

Chenopodiaceae

Spinacia oleracea L. ..... 1♀

Aizoaceae

Carpobrotus acinaciformis (L.) L. Bolus ..... 5?3♂2♀
Mesembryanthemum sp. L. ..... 1☿

Caryophyllaceae

Stellaria holostea L. ..... 1☿
Lychnis sp. L. ..... 1☿
Lychnis flos-cuculi L. ..... 1☿2♂2♀
Silene sp. L. ..... 3☿2♀
Silene italica nemoralis (Waldst. & Kit.) Nyman ..... 1♀
Silene nutans L. ..... 2♀
Silene brachypoda Rouy ..... 2☿
Silene vulgaris (Moench) Garcke ..... 1☿3?5♀
Silene acaulis (L.) Jacq. ..... 2☿1♂5♀
Silene dioica (L.) Clairv. ..... 2☿2?1♀
Vaccaria pyramidata Medicus ..... 7?
Dianthus barbatus L. ..... 1?
Dianthus barbatus L. ..... 1♀
Dianthus monspessulanus L. ..... 1♀
Dianthus caryophyllus L. ..... 2?
Dianthus ferrugineus Miller ..... 1♀

Ranunculaceae

Ranunculaceae..... 4 ♀ 57 ♂ 74 ♀
Helleborus sp. L..... 7 ♀
Helleborus foetidus L..... 20 ♀ 1 ?
Helleborus viridis L..... 1 ?
Helleborus niger L..... 3 ♀
Eranthis hyemalis (L.) Salisb..... 7 ♀
Nigella damascena L..... 2 ?
Trollius europaeus L..... 2 ♀ 2 ♂ 51 ♀
Aconitum sp. L..... 39 ♀ 3 ♂ 12 ♀
Aconitum septentrionale Koelle..... 1 ♀
Aconitum vulparia Reichenb..... 10 ♀ 5 ♂ 10 ♀
Aconitum napellus L..... 3 ♀ 8 ♀
Delphinium elatum L..... 5 ♀
Consolida ambigua (L.) P. W. Ball & Heywood..... 17 ? 2 ♀
Consolida grandiflora L..... 6 ?
Anemone coronaria L..... 4 ?
Clematis vitalba L..... 1 ♀
Clematis recta L..... 1 ♀
Ranunculus sp. L..... 7 ♀ 1 ♂ 4 ♀
Ranunculus acris L..... 2 ♀
Ranunculus bulbosus L..... 1 ?
Ranunculus ficaria L..... 1 ♀
Aquilegia vulgaris L..... 2 ♀ 6 ? 1 ♂
Aquilegia chrysantha A. Gray..... 2 ?

Paeoniaceae

Paeonia officinalis L..... 1 ♀

Berberidaceae

Epimedium sp. L..... 1 ♀
Berberis sp. L..... 36 ♀
Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt..... 7 ♀ 4 ? 2 ♀

Magnoliaceae

Magnolia stellata (Sieb. et Zucc.) Maxim..... 1 ♀

Papaveraceae

Papaver sp. L..... 6 ♀ 33 ♀
Papaver rhoeas L..... 9 ♀
Papaver dubium L..... 1 ♀
Papaver orientale L..... 7 ?
Papaver nudicaule L..... 1 ♀
Meconopsis cambrica (L.) Vig..... 1 ♀ 2 ♀
Glaucium flavum Crantz..... 3 ?
Chelidonium majus L..... 4 ♀ 1 ? 7 ♀
Dicentra sp. Bernh..... 2 ♀
Dicentra spectabilis (L.) Lema..... 4 ?
Dicentra formosa (Andr.) Walp..... 2 ♀
Corydalis solida (L.) Swartz..... 2 ?
Corydalis cheilantifolia..... 1 ♀
Fumaria sp. L..... 1 ♀
Fumaria officinalis L..... 1 ♀

Cruciferae

Bunias orientalis L. ..... 1♀
Erysimum perofskianum Fisch. & Mey. ..... 2 ?
Cheiranthus cheiri L. ..... 3♀ 4 ?
Barbarea vulgaris R. Br. in Aiton ..... 1 ♀
Cardamine heptaphylla (Vill..) O.E. Schulz ..... 1 ♀
Cardamine raphanifolia Pourret ..... 2♂
Cardamine pratensis L. ..... 2♀ 1♀
Arabis hirsuta (L.) Scop. ..... 1♀
Aubrieta deltoidea (L.) DC. ..... 3 ? 1 ♀
Diplotaxis erucoides (L.) DC. ..... 2♂ 38 ♀
Diplotaxis muralis (L.) DC. ..... 1 ♀ 1♂
Brassica sp. L. ..... 1 ♀
Brassica oleracea L. ..... 2 ? 6 ♀
Brassica napus L. ..... 229 ♀ 1 ? 7♂
Brassica barrelieri (L.) Janka ..... 2 ♀
Sinapis sp. L. ..... 1 ♀
Sinapis alba L. ..... 1♀ 1♀
Raphanus raphanistrum L. ..... 5♀

Resedaceae

Reseda sp. L. ..... 1 ♀ 1♀

Crassulaceae

Sempervivum tectorum L. ..... 4 ?
Jovibarba heuffelii (Schott) A.& D. Löve ..... 2 ?
Sedum sp. L. ..... 1 ♀ 1♀
Sedum aizoon L. ..... 1 ?
Sedum telephium L. ..... 4 ?
Sedum spurium Bieb. ..... 16 ?
Sedum sediforme (Jacq.) Pau ..... 1 ?
Sedum ochroleucum Chaix ..... 1♀
Sedum reflexum L. ..... 18 ? 1 ♀
Sedum acre L. ..... 15 ? 1 ♀
Sedum telephioides Michx ..... 1 ?
Sedum radiatum Wats. ..... 2 ?

Saxifragaceae

Bergenia ligulata Wall ..... 1 ♀
Heuchera sp. L. ..... 3 ♀
Heuchera sanguinea Engelm ..... 3 ♀ 1♂ 1♀

Hydrangeaceae

Philadelphus sp. L. ..... 1 ♀ 2♀
Philadelphus coronarius L. ..... 1♀
Deutzia sp. Thunb. ..... 3♀
Hydrangea sp. L. ..... 1 ♀
Hydrangea macrophylla (Thunb.) Ser. ..... 1 ?

Ribesiaceae

Ribes sp. L. ..... 3 ♀
Ribes rubrum L. ..... 2 ?
Ribes nigrum L. ..... 10♀
Ribes uva-crispa L. ..... 7♀ 2 ?
Ribes sanguineum Pursh. ..... 261♀
Astilbe sp. Buch.-Ham. ..... 1 ?

Pittosporaceae

Pittosporum crassifolium Putte ..... 3 ? 1 ♀ 1 ♀

Rosaceae

Rosaceae ..... 1 ♀
Spiraea chamaedryfolia L. ..... 1 ☿ 1 ♀
Aruncus dioicus (Walter) Fernald ..... 1 ☿
Filipendula ulmaria (L.) Maxim. ..... 3 ☿
Kerria japonica (L.) DC. ..... 2 ♀
Rubus sp. L. ..... 16 ♀ 29 ? 100 ♂ 88 ♀
Rubus idaeus L. ..... 35 ☿ 21 ? 67 ♂ 87 ♀
Rubus caesius L. ..... 1 ☿
Rosa sp. L. ..... 1 ♀ 5 ? 1 ♀
Rosa arvensis Hudson ..... 1 ♂ 2 ♀
Geum rivale L. ..... 3 ☿ 5 ♀
Potentilla sp. L. ..... 1 ♀
Potentilla anserina L. ..... 1 ☿ 1 ?
Potentilla alba L. ..... 1 ♀
Potentilla sterilis (L.) Garcke ..... 4 ♀
Potentilla argyrophylla Wallich ex Lehm. ..... 1 ☿
Fragaria sp. L. ..... 2 ♀
Fragaria vesca L. ..... 2 ☿
Alchemilla alpina L. ..... 1 ♂
Cydonia sp. Miller ..... 1 ♀
Pyrus sp. L. ..... 1 ♀
Malus sp. Miller ..... 3 ♀ 1 ♂
Malus domestica Borkh. ..... 2 ♀ 2 ♀
Cotoneaster sp. Medicus ..... 26 ☿ 1 ? 9 ♂ 4 ♀
Cotoneaster simonsii Baker ..... 10 ?
Cotoneaster praecox Vilm. ..... 2 ?
Crataegus sp. L. ..... 2 ♀
Crataegus monogyna Jacq. ..... 1 ♀ 2 ♀
Prunus sp. L. ..... 7 ♀
Prunus persica (L.) Batsch ..... 6 ♀
Prunus dulcis (Miller) D.A. Webb ..... 11 ♀
Prunus domestica L. ..... 9 ☿
Prunus avium L. ..... 13 ☿ 1 ? 3 ♂ 1 ♀
Prunus cerasus L. ..... 4 ☿
Prunus serotina Ehrh. ..... 2 ♀
Chaenomeles lagenaria (Loisl.) Koidz. ..... 1 ☿

Leguminosae

Leguminosae ..... 183 ☿ 10 ♂ 231 ♀
Acacia sp. Miller ..... 1 ♂ 8 ♀
Thermopsis montana Nutt. ..... 1 ☿ 2 ♀
Laburnum anagyroides Medicus ..... 2 ☿ 3 ♀
Cytisus sp. L. ..... 1 ☿
Cytisus scoparius (L.) Link ..... 14 ♀ 1 ? 37 ♀
Genista sp. L. ..... 4 ♀ 2 ? 2 ♀
Genista pilosa L. ..... 1 ♀
Genista scorpius (L.) DC. ..... 1 ♀ 1 ♀
Chamaespartium sagittale (L.) P. Gibbs ..... 42 ♀ 11 ♀
Ulex europaeus L. ..... 5 ☿ 1 ? 1 ♀
Ulex minor Roth ..... 1 ♀ 10 ♀
Lotononis sp. (DC.) Ecklon & Zeyher ..... 3 ♀
Lupinus luteus L. ..... 29 ? 2 ♀
Lupinus polyphyllus Lindley ..... 1 ♀ 30 ♀

Robinia pseudacacia L. ..... 1 ? 24 ♀ 2 ♂ 36 ♀
Astragalus sp. L. ..... 38 ♀
Astragalus alpinus L. ..... 3 ♀ 1 ♀
Astragalus sempervirens sempervirens Lam. ..... 4 ♀
Astragalus onobrychis L. ..... 2 ♀ 2 ♂ 8 ♀
Astragalus monspessulanus L. ..... 16 ♀ 2 ♀
Oxytropis lapponica (Wahlenb.) Gay ..... 1 ♀
Psoralea bituminosa L. ..... 2 ♀ 6 ♂ 22 ♀
Phaseolus vulgaris L. ..... 1 ♀ 14 ?
Phaseolus coccineus L. ..... 2 ? 1 ♀
Vicia sp. L. ..... 28 ♀ 20 ♂ 6 ♀
Vicia cracca L. ..... 27 ♀ 1483 ? 14 ♂ 174 ♀
Vicia villosa Roth ..... 2 ♀ 1 ♂ 13 ♀
Vicia benghalensis L. ..... 2 ♀
Vicia pyrenaica Pourret ..... 2 ♀
Vicia sepium L. ..... 61 ♀ 3 ? 6 ♂ 26 ♀
Vicia pannonica striata (Bieb.) Nyman ..... 234 ♀ 21 ♀
Vicia sativa L. ..... 3 ♀ 2 ? 2 ♀
Vicia sativa nigra (L.) Ehrh. ..... 4 ♀ 2 ♀
Vicia lathyroides L. ..... 1 ♀
Vicia narbonensis L. ..... 1 ♀
Vicia faba L. ..... 4 ♀ 9 ♀
Lathyrus sp. L. ..... 27 ♀ 17 ♂ 12 ♀
Lathyrus vernus (L.) Bernh. ..... 21 ♀ 2 ♀
Lathyrus niger (L.) Bernh. ..... 1 ♀
Lathyrus laevigatus occidentalis (Fischer & C.A. Meyer) Breistr. ..... 1 ♀
Lathyrus montanus Bernh. ..... 1 ♀ 1 ♀
Lathyrus pratensis L. ..... 7 ♀ 473 ? 7 ♀
Lathyrus tuberosus L. ..... 1 ♀
Lathyrus sylvestris L. ..... 3 ? 2 ♀
Lathyrus clymenum L. ..... 3 ♀
Ononis natrix L. ..... 1 ♀ 2 ♀
Ononis natrix ramosissima (Desf.) Batt. ..... 1 ♀
Ononis spinosa L. ..... 5 ♀ 298 ? 1 ♂ 3 ♀
Ononis repens L. ..... 1 ♀
Ononis arvensis L. ..... 1 ♀
Ononis mitissima L. ..... 1 ♀
Melilotus sp. Miller ..... 1 ♀
Melilotus alba Medicus ..... 1 ♀ 1 ♀
Melilotus officinalis (L.) Pallas ..... 1 ?
Medicago lupulina L. ..... 3 ♀
Medicago sativa L. ..... 2 ♀ 2 ? 2 ♂ 45 ♀
Medicago arborea L. ..... 4 ? 2 ♀ 5 ♀
Trifolium sp. L. ..... 45 ♀ 7 ♂ 27 ♀
Trifolium alpinum L. ..... 9 ♀ 19 ♀
Trifolium montanum L. ..... 4 ♀ 1 ♂ 2 ♀
Trifolium repens L. ..... 7 ♀ 6 ? 7 ♂ 35 ♀
Trifolium thalii Vill. ..... 7 ♀ 1 ♂ 21 ♀
Trifolium hybridum L. ..... 11 ♀
Trifolium fragiferum L. ..... 1 ♀
Trifolium arvense L. ..... 1 ?
Trifolium incarnatum L. ..... 63 ♀ 1 ? 4 ♂ 166 ♀
Trifolium incarnatum incarnatum L. ..... 1 ♀ 2 ♂ 19 ♀
Trifolium incarnatum molinerii (Balbis ex Hornem.) Syme ..... 36 ♀ 8 ♀
Trifolium pratense L. ..... 401 ♀ 514 ? 36 ♂ 703 ♀
Trifolium alexandrinum L. ..... 4 ♀
Dorycnium hirsutum (L.) Ser. ..... 7 ♀ 61 ♂ 84 ♀
Dorycnium pentaphyllum pentaphyllum Scop. ..... 3 ♂

Lotus sp. L. ..... 1♂1 ♀
Lotus corniculatus L. ..... 39 ♀ 188 ? 1 ♂ 90 ♀
Lotus alpinus (DC.) Schleicher ..... 39 ♀
Lotus uliginosus Schkuhr ..... 2 ♀
Tetragonolobus maritimus (L.) Roth ..... 30 ? 1 ♀
Anthyllis sp. L. ..... 8 ♀ 2 ♀
Anthyllis vulneraria L. ..... 31 ♀ 229 ? 2 ♂ 162 ♀
Anthyllis vulneraria pyrenaica (G.Beck) Cullen ..... 15 ♀
Ornithopus perpusillus L. ..... 1 ♀
Coronilla emerus L. ..... 22 ♀ 1 ♂ 36 ♀
Hippocrepis glauca Ten. ..... 1 ♀ 2 ♀
Hedysarum hedysaroides (L.) Schinz & Thell ..... 1 ♀
Hedysarum humile L. ..... 1 ♀
Onobrychis sp. Miller ..... 1 ♀ 1 ♂ 5 ♀
Onobrychis supina (Chaix) DC. ..... 1 ♀ 26 ♀
Onobrychis viciifolia Scop. ..... 10 ♀ 1 ♂ 101 ♀

Geraniaceae

Geraniaceae ..... 2 ♀
Geranium sp. L. ..... 1♂2 ♀
Geranium macrorrhizum L. ..... 2♂2♀
Geranium cinereum Cav ..... 4 ♀ 3 ♀
Geranium sanguineum L. ..... 1♀1♂
Geranium pratense L. ..... 2♀2♂1♀
Geranium endressii Gay ..... 2♂
Geranium nodosum L. ..... 1♂1♀
Geranium phaeum L. ..... 2♀
Geranium pusillum L. ..... 1♀
Geranium robertianum L. ..... 1♀1?3♂3♀
Geranium wilfordi Maxim. ..... 3♂
Pelargonium sp. L'Herit. ..... 4 ?

Tropaeolaceae

Tropaeolum majus L. ..... 2♀2?

Linaceae

Linum usitatissimum L. ..... 2♀

Euphorbiaceae

Euphorbia sp. L. ..... 1♂
Euphorbia lathyris L. ..... 5♀
Euphorbia paralias L. ..... 1♀

Rutaceae

Ruta graveolens L. ..... 1♀
Skimmia japonica Thund. ..... 1♀

Polygalaceae

Polygala serpyllifolia J.A.C. Hose ..... 3♀

Aceraceae

Acer sp. L. ..... 1 ♀
Acer pseudoplatanus L. ..... 3♀

Hippocastanaceae

Aesculus hippocastanum L. ..... 2♀

Balsaminaceae

Impatiens noli-tangere L. ..... 3 ?
Impatiens parviflora DC. ..... 1 ?
Impatiens glandulifera Royle ..... 1 ? 1 ♂ 11 ♀
Impatiens balfourii Hooker fil. ..... 1 ♀
Impatiens balsamina L. ..... 1 ?

Aquifoliaceae

Ilex sp. L. ..... 2 ♀ 1 ♂

Rhamnaceae

Frangula alnus Miller ..... 1 ♀ 2 ? 1 ♀

Tiliaceae

Tilia platyphyllos Scop. ..... 2 ?
Tilia cordata Miller ..... 14 ♀ 12 ♂ 73 ♀

Malvaceae

Malva sp. L. ..... 5 ♀ 9 ♂ 7 ♀
Malva sylvestris L. ..... 9 ? 4 ♂ 8 ♀
Lavatera cretica L. ..... 2 ♂
Lavatera arborea L. ..... 6 ? 1 ♀ 5 ♂ 6 ♀
Lavatera olbia L. ..... 3 ♀ 1 ♀
Lavatera thuringiaca L. ..... 1 ♂
Althaea officinalis L. ..... 2 ?
Alcea rosea L. ..... 5 ?
Hibiscus syriacus L. ..... 6 ♀ 3 ?

Thymelaeaceae

Daphne sp. L. ..... 1 ♀
Daphne mezereum L. ..... 1 ♀

Hypericaceae

Hypericum sp. L. ..... 3 ♀ 3 ♀
Hypericum calycinum L. ..... 1 ♀
Hypericum nummularium L. ..... 1 ♀
Hypericum olympicum L. ..... 1 ♀
Hypericum tetrapterum Fries ..... 1 ♂
Hypericum maculatum Crantz ..... 1 ♀
Hypericum perforatum L. ..... 8 ♀ 6 ? 2 ♀

Violaceae

Viola sp. L. ..... 3 ♀
Viola odorata L. ..... 11 ♀
Viola reichenbachiana Jordan ex Boreau ..... 3 ?
Viola riviniana Reichenb. ..... 1 ♀
Viola canina L. ..... 3 ♀
Viola tricolor L. ..... 1 ♀ 3 ?

Cistaceae

Cistus crispus L. ..... 1♂1♀
Cistus incanus L. ..... 1♀16♂23♀
Cistus monspeliensis L. ..... 1♀4♂9♀
Cistus salvifolius L. ..... 1♀2♂6♀
Cistus laurifolius L. ..... 3♂
Helianthemum nummularium (L.) Miller ..... 1♀

Cucurbitaceae

Bryonia alba L. ..... 2♀
Bryonia cretica L. ..... 2♀

Lythraceae

Lythrum salicaria L. ..... 2♀3?3♂3♀
Lythrum virgatum L. ..... 2♀

Onagraceae

Fuchsia sp. L. ..... 3♀3?3♂4♀
Epilobium sp. L. ..... 1♀4♂7♀
Epilobium angustifolium L. ..... 3♀2?57♂135♀
Epilobium hirsutum L. ..... 3?
Clarkia elegans Dougl. ..... 1♀16?19♀

Cornaceae

Cornus sanguinea L. ..... 7♀1♀

Hederaceae

Hedera helix L. ..... 1♀

Umbelliferae

Umbelliferae ..... 5♀5♂7♀
Eryngium sp. L. ..... 2♀8♂13♀
Eryngium maritimum L. ..... 3♂1♀
Eryngium planum L. ..... 3♀8♂27♀
Eryngium bourgatii Gouan ..... 3♀4♂10♀
Echinophora sp. L. ..... 1♀6♂9♀
Chaerophyllum hirsutum L. ..... 1♀
Oenanthe crocata L. ..... 1♀
Angelica sp. L. ..... 1♀1♂
Angelica sylvestris L. ..... 3?
Angelica archangelica L. ..... 2?
Heracleum sp. L. ..... 7♀
Heracleum sphondylium L. ..... 3?2♂
Daucus carota L. ..... 2♂

Ericaceae

Ericaceae ..... 13♀
Erica sp. L. ..... 6♀1♂16♀
Erica tetralix L. ..... 34♂43♀
Erica cinerea L. ..... 6♀5♂58♀
Erica herbacea L. ..... 57♀3?4♂135♀
Calluna sp. Salisb. ..... 1♀2♀
Calluna vulgaris (L.) Hull ..... 2♀1?24♂110♀
Rhododendron sp. L. ..... 6♀1♂8♀
Rhododendron ponticum L. ..... 37♀1?3♂48♀

Rhododendron ferrugineum L. ..... 29 ♀ 1 ♂ 17 ♀
Rhododendron praecox Dav. ..... 2 ?
Daboecia cantabrica (Hudson) C. Koch ..... 4 ♀ 1 ♂ 10 ♀
Arbutus unedo L. ..... 26 ? 3 ♀ 9 ♂ 31 ♀
Arctostaphylos sp. Adanson ..... 2 ♀
Vaccinium sp. L. ..... 10 ♀ 6 ♀
Vaccinium vitis-idaea L. ..... 2 ♀ 2 ♂ 10 ♀
Vaccinium uliginosum L. ..... 2 ♀ 1 ♀
Vaccinium myrtillus L. ..... 1005 ♀ 5 ? 29 ♂ 192 ♀
Pieris japonica (Thunb.) G. Don ..... 24 ♀

Primulaceae

Primulaceae ..... 13 ♀
Primula sp. L. ..... 7 ♀
Primula elatior (L.) Hill ..... 2 ♀

Plumbaginaceae

Armeria maritima (Miller) Willd ..... 2 ♀ 7 ?

Oleaceae

Jasminum fruticans L. ..... 1 ♀ 2 ♀
Syringa sp. L. ..... 6 ♀ 1 ♀
Syringa vulgaris L. ..... 2 ♀ 1 ♀
Ligustrum sp. L. ..... 1 ♀ 1 ♂ 1 ♀
Ligustrum vulgare L. ..... 1 ♀ 11 ♂ 4 ♀
Ligustrum ovalifolium Hassk. ..... 1 ?

Gentianaceae

Gentiana sp. L. ..... 7 ♀
Gentiana lutea L. ..... 3 ♀ 1 ♂ 1 ♀
Gentiana burseri Lapeyr. ..... 2 ♀
Gentiana acaulis L. ..... 1 ♀
Gentiana alpina Vill. ..... 1 ♀
Gentiana angustifolia Vill. ..... 1 ♀
Gentiana verna L. ..... 7 ♀
Swertia perennis L. ..... 4 ♂

Apocynaceae

Vinca minor L. ..... 1 ♀

Polemoniaceae

Polemonium caeruleum L. ..... 2 ♂ 1 ♀

Convolvulaceae

Calystegia sepium (L.) R. Br. ..... 1 ?
Convolvulus sp. L. ..... 1 ♂
Convolvulus arvensis L. ..... 2 ?
Ipomoea sp. L. ..... 1 ♀
Ipomoea purpurea Roth ..... 2 ♀

Hydrophyllaceae

Nemophila menziesii Hooker & Arnott. ..... 1 ♀
Phacelia tanacetifolia Bentham ..... 8 ♀ 22 ? 13 ♂ 14 ♀
Phacelia congesta Hook. ..... 2 ?

Boraginaceae

Boraginaceae..... 6 ♀
Lithospermum officinale L.....1 ♀
Buglossoides purpurocaerulea (L.) I.M. Johnston.....2 ♀
Macrotomia densiflora (Ledeb. ex Nordm.) Macbride.....2 ♀
Cerinthe sp. L.....9 ♀ 1 ♂ 6 ♀
Cerinthe minor L.....28 ♀ 3 ♀
Cerinthe minor auriculata (Ten.) Domac..... 1 ♀ 7 ♀
Cerinthe glabra Miller.....112 ♀ 8 ♀
Cerinthe major L.....3 ♀ 19 ♀
Alkanna tinctoria (L.) Tausch..... 2 ?
Echium sp. L..... 24 ♀ 12 ♂ 160 ♀
Echium vulgare L..... 28 ♀ 402 ? 39 ♂ 201 ♀
Echium plantagineum L.....6 ♀
Echium creticum L.....1 ♀ 10 ♀
Pulmonaria sp. L.....6 ♀ 8 ?
Pulmonaria obscura Dumort.....2 ♀
Pulmonaria officinalis L.....4 ♀
Pulmonaria mollis Wulfen ex Hornem.....3 ♀
Symphytum sp. L.....3 ♀ 1 ♂
Symphytum officinale L.....45 ♀ 3 ? 7 ♂ 56 ♀
Symphytum orientale L.....1 ♀
Anchusa sp. L.....2 ♂ 1 ♀
Anchusa undulata L.....1 ♀
Anchusa officinalis L..... 28 ? 1 ♂ 1 ♀
Anchusa azurea Miller.....4 ♀ 9 ♀
Pentaglottis sempervirens (L.) Tausch ex H. Bailey .....1 ♀ 2 ♂ 1 ♀
Borago officinalis L..... 2 ♀ 2 ? 2 ♂ 29 ♀
Myosotis sp. L..... 1 ♀ 1 ♀
Cynoglossum officinale L.....1 ? 1 ♂
Cynoglossum dioscoridis Vill.....1 ♀

Verbenaceae

Callicarpa dichotoma Koch.....3 ♀

Labiatae

Labiatae.....15 ♀ 5 ♂ 66 ♀
Ajuga sp. L..... 1 ♀ 1 ♀
Ajuga orientalis L.....1 ♀
Ajuga pyramidalis L. ..... 1 ♀
Ajuga reptans L..... 29 ♀ 24 ? 1 ♂ 7 ♀
Teucrium sp. L.....1 ♂
Teucrium scorodonia L..... 3 ♀ 16 ? 13 ♂ 16 ♀
Teucrium pyrenaicum L..... 1 ♀ 12 ♀
Teucrium polium L..... 1 ♀
Teucrium polium aureum (Schreber) Arcangeli.....4 ?
Scutellaria alpina L.....2 ♀
Marrubium vulgare L.....6 ?
Sideritis sp. L.....1 ♀
Sideritis hirsuta L..... 1 ♀
Sideritis hyssopifolia L.....1 ♂ 25 ♀
Melittis melissophyllum L..... 3 ♀
Phlomis herba-venti L..... 1 ♀
Phlomis lychnitis L.....1 ♀ 1 ♂ 48 ♀
Galeopsis angustifolia Ehrh. ex Hoffm.....1 ♀
Galeopsis tetrahit L..... 3 ? 2 ♀
Lamium sp. L.....23 ♀ 1 ♀

Lamium glaberrimum (C. Koch) Taliev.....1♀
Lamium flexuosum Ten.....1♂7?
Lamium maculatum L.....73♀2♂53?
Lamium album L.....391♀17?3♂68?
Lamium purpureum L.....17♀1?1♂8?
Lamium hybridum Vill.....17♀1?
Lamiastrum galeobdolon (L.) Ehrend. & Polatschek.....15♀3?25?
Ballota nigra L.....4♀1?23?
Stachys sp. L.....11?
Stachys alopecuros (L.) Bentham.....7♀10?
Stachys monieri (Gouan) P.W. Ball.....1♀
Stachys officinalis (L.) Trevisan.....3♀14?17?
Stachys germanica L.....8♀
Stachys byzantina C. Koch.....2♂9?
Stachys sylvatica L.....2?1♂4?
Stachys palustris L.....2♂6?
Stachys recta L.....1♀1♂5?
Stachys annua (L.) L.....1♂6?
Nepeta sp. L.....1?
Nepeta cataria L.....2?
Nepeta nepetella L.....2♀4♂18?
Nepeta grandiflora Bieb.....8?
Nepeta macrantha Fisch.....1?
Glechoma sp. L.....2♀
Glechoma hederacea L.....58♀6?3?
Dracocephalum sibiricum L.....1♀
Dracocephalum parviflorum Nutt.....1?
Prunella sp. L.....1♂6?
Prunella laciniata (L.) L.....2?
Prunella grandiflora (L.) Scholler.....2♀1♂3?
Prunella vulgaris L.....172?4♂5?
Acinos alpinus (L.) Moench.....1♂3?
Calamintha sp. Miller.....1?
Calamintha grandiflora (L.) Moench.....1♀
Clinopodium sp. L.....1♂
Clinopodium vulgare L.....1?
Hyssopus officinalis L.....26?
Origanum vulgare L.....2♀22?2♂1?
Thymus sp. L.....1♀2♂2?
Thymus vulgaris L.....3♀9♂10?
Thymus praecox Opiz.....4♂
Thymus serpyllum L.....3♀1♂9?
Mentha sp. L.....4♂3?
Mentha pulegium L.....1?1♂
Mentha suaveolens Ehrh.....1?
Rosmarinus officinalis L.....1?3♀17♂24?
Lavandula sp. L.....5♀22♂9?
Lavandula stoechas L.....4♀17♂2?
Lavandula angustifolia Miller.....1?1♂23?
Lavandula spica Cav.....21?
Horminum pyrenaicum L.....4♀48?
Salvia sp. L.....1♂4?
Salvia officinalis L.....23♀16?3♂11?
Salvia sclarea L.....7♀
Salvia pratensis L.....3♀134?4♂6?
Salvia jurisicii Kosanin.....2?
Salvia verticillata L.....1♀5?
Salvia x superba (Silva Tar. & Schneid.) Stapf.....1♀5♂2?

Monarda citriodara Cerv. ..... 1 ♀
Monarda didyma L. ..... 2 ?

Solanaceae

Lycium barbarum L. ..... 2 ?
Atropa bella-donna L. ..... 2 ? 1 ♂ 8 ♀
Salpichroa origanifolia (Lam.) Baillon ..... 5 ? 1 ♀ 5 ♀
Solanum dulcamara L. ..... 5 ♀ 3 ♀
Solanum melongena L. ..... 1 ♀
Nicotiana tabacum L. ..... 2 ♀
Petunia sp. Juss. ..... 1 ♀ 1 ? 2 ♀
Petunia x punctata Paxt. ..... 2 ♀ 2 ♂ 11 ♀

Buddlejaceae

Buddleja sp. L. ..... 2 ♂
Buddleja davidii Franchet ..... 5 ?

Scrophulariaceae

Scrophulariaceae ..... 2 ♂
Mimulus luteus L. ..... 2 ♀
Verbascum densiflorum Bertol. ..... 1 ♀
Verbascum thapsus L. ..... 4 ?
Verbascum nigrum L. ..... 3 ♀
Scrophularia sp. L. ..... 1 ♀
Scrophularia sambucifolia L. ..... 3 ♀ 2 ♂
Scrophularia nodosa L. ..... 1 ♀ 3 ? 2 ♂ 3 ♀
Scrophularia canina L. ..... 1 ♀
Antirrhinum majus L. ..... 2 ♀ 5 ? 5 ♀
Misopates orontium (L.) Rafin. ..... 1 ?
Linaria purpurea (L.) Miller ..... 6 ?
Linaria repens (L.) Miller ..... 2 ♀ 1 ♂ 12 ♀
Linaria vulgaris Miller ..... 2 ? 1 ♂ 6 ♀
Linaria compacta (?) ..... 2 ♀
Digitalis sp. L. ..... 1 ♀ 3 ♂ 3 ♀
Digitalis purpurea L. ..... 13 ♀ 7 ? 8 ♂ 43 ♀
Digitalis grandiflora Miller ..... 1 ♀ 6 ♀
Digitalis lutea L. ..... 2 ♀ 4 ? 9 ♀
Veronica sp. L. ..... 1 ♀
Veronica serpyllifolia L. ..... 1 ♀
Veronica austriaca L. ..... 1 ♂ 1 ♀
Veronica chamaedrys L. ..... 2 ♀ 3 ♂
Veronica longifolia L. ..... 1 ♀ 1 ? 2 ♂
Veronica spicata L. ..... 23 ? 2 ♀
Melampyrum sp. L. ..... 10 ♂ 56 ♀
Melampyrum nemorosum L. ..... 1 ♀
Melampyrum pratense L. ..... 2 ♀ 1 ? 6 ♀
Odontites sp. Ludwig ..... 1 ♀ 7 ♀
Odontites lutea (L.) Clairv. ..... 10 ♀
Odontites verna (Bellardi) Dumort. ..... 6 ♀
Bartsia alpina L. ..... 2 ♀ 16 ♀
Pedicularis verticillata L. ..... 1 ♀
Pedicularis palustris L. ..... 1 ♀
Pedicularis sylvatica L. ..... 4 ♀ 1 ♀
Pedicularis cenisia Gaudin ..... 2 ♀
Pedicularis gyroflexa Vill. ..... 1 ♀
Rhinanthus sp. L. ..... 26 ♀ 1 ? 2 ♂ 138 ♀
Rhinanthus minor L. ..... 1 ♀ 3 ♀

Rhinanthus angustifolius C. C. Gmelin ..... 2 ♀ 4 ♂
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich ..... 168 ♀ 31 ? 14 ♂
Lathraea clandestina L. ..... 1 ♀
Collinsia sp. Nutt. ..... 1 ♀
Collinsia bicolor Bentham ..... 13 ?

Globulariaceae

Globularia sp. L. ..... 3 ♀ 2 ♂

Acanthaceae

Acanthus mollis L. ..... 1 ♀ 5 ♂
Acanthus spinosus L. ..... 1 ♂
Acanthus niger Mill. ..... 2 ?

Orobranchaceae

Orobanche minor Sm. ..... 1 ♂

Plantaginaceae

Plantago media L. ..... 1 ♀
Plantago lanceolata L. ..... 4 ♂

Caprifoliaceae

Caprifoliaceae ..... 3 ♀ 3 ♁
Sambucus sp. L. ..... 2 ♁ 4 ♂
Symphoricarpos sp. Duh. ..... 2 ♀
Symphoricarpos albus (L.) S. F. Blake ..... 2 ♀ 4 ? 6 ♁ 2 ♂
Lonicera sp. L. ..... 3 ♀ 3 ♂
Lonicera xylosteum L. ..... 2 ♁
Lonicera caprifolium L. ..... 1 ♀ 2 ♁
Lonicera etrusca G. Santi ..... 1 ♂
Lonicera periclymenum L. ..... 4 ♀ 16 ? 1 ♁ 2 ♂
Weigela sp. Thunb. ..... 2 ♂

Valerianaceae

Valeriana officinalis L. ..... 2 ? 2 ♁ 1 ♂

Dipsacaceae

Dipsacaceae ..... 12 ♁ 5 ♂
Cephalaria uralensis (Murray) Roemer & Schultes ..... 5 ♀ 10 ♁
Cephalaria alpina (L.) Roemer & Schultes ..... 1 ♀
Dipsacus fullonum L. ..... 3 ♀ 3 ♁
Succisa pratensis Moench ..... 1 ♀ 3 ? 13 ♁ 1 ♂
Knautia sp. L. ..... 9 ♀ 2 ? 14 ♁ 2 ♂
Knautia drymeia Heuffel ..... 3 ♀ 3 ♁
Knautia arvensis (L.) Coulter ..... 4 ♀ 23 ? 11 ♁ 58 ♂
Knautia purpurea (Vill.) Borbas ..... 1 ♁
Scabiosa sp. L. ..... 3 ♀ 2 ? 6 ♁ 6 ♂
Scabiosa atropurpurea L. ..... 2 ? 1 ♁ 1 ♂
Scabiosa columbaria L. ..... 21 ? 3 ♁ 1 ♂

Campanulaceae

Campanulaceae ..... 2 ♀ 1 ♁
Campanula sp. L. ..... 1 ? 3 ♂
Campanula fastigiata Dufour ex A. DC. ..... 15 ?
Campanula carpatica Jacq. ..... 1 ♀

Campanula primulifolia Brot. ..... 1 ♀
Campanula rapunculus L. ..... 3 ?
Campanula pyramidalis L. ..... 1 ?
Campanula trachelium L. ..... 1 ♀
Campanula rapunculoides L. ..... 2 ♀
Campanula rotundifolia L. ..... 1 ?
Campanula alliarifolia Willd. ..... 1 ?
Phyteuma sp. L. ..... 1 ♀ 7 ♀
Phyteuma spicatum L. ..... 1 ? 8 ♂ 1 ♀
Phyteuma pyrenaicum R. Schulz ..... 3 ♀
Phyteuma michelii All. ..... 1 ♀ 2 ♀
Phyteuma orbiculare L. ..... 1 ♀ 3 ♀
Phyteuma hemisphaericum L. ..... 1 ♀ 1 ♂ 1 ♀
Jasione sp. L. ..... 3 ♀ 2 ♂ 6 ♀
Jasione montana L. ..... 1 ♀
Jasione crispa (Pourret) Samp. ..... 3 ♀

Compositae

Compositae ..... 11 ♀ 165 ♂ 26 ♀
Eupatorium sp. L. ..... 1 ♂
Eupatorium cannabinum L. ..... 1 ♂
Solidago virgaurea L. ..... 2 ♂ 1 ♀
Solidago canadensis L. ..... 1 ?
Solidago gigantea Aiton ..... 1 ?
Bellis perennis L. ..... 1 ?
Aster sp. L. ..... 1 ♀
Leysera leyseroides (Desf.) Maire ..... 4 ♂
Bidens sp. L. ..... 1 ♀
Rudbeckia laciniata L. ..... 15 ?
Helianthus annuus L. ..... 5 ♀ 1 ? 34 ♂ 46 ♀
Silphium perfoliatum L. ..... 2 ♀ 3 ?
Silphium scaberrinum Elliot ..... 3 ?
Heliopsis helianthoides (L.) Sweet ..... 3 ♂
Gaillardia pulchella Foug. ..... 1 ♀ 1 ♂ 24 ♀
Gaillardia lanceolata Michx. ..... 9 ?
Tagetes sp. L. ..... 10 ♂ 6 ♀
Tagetes patula L. ..... 3 ?
Chamomilla recutita (L.) Rauschert ..... 1 ♀
Chamomilla suaveolens (Pursh) Rydb. ..... 1 ♀
Chrysanthemum sp. L. ..... 2 ♀
Tanacetum sp. L. ..... 8 ♂ 5 ♀
Petasites hybridus (L.) P. Gaertner, B. Meyer & Scherb. ..... 1 ♀ 3 ?
Senecio sp. L. ..... 2 ♀
Senecio nemorensis L. ..... 7 ?
Senecio doria L. ..... 1 ♀ 1 ♂
Senecio jacobaea L. ..... 1 ?
Senecio elegans L. ..... 1 ♂
Ligularia dentata (A. Gray) Hara ..... 4 ♂
Calendula officinalis L. ..... 3 ?
Carduae ..... 27 ♀ 567 ♂ 50 ♀
Carlina sp. L. ..... 1 ♂
Carlina vulgaris L. ..... 3 ♂
Echinops sphaerocephalus L. ..... 26 ? 2 ♂ 8 ♀
Echinops exaltatus Schrader ..... 1 ♀ 4 ♂
Arctium sp. L. ..... 5 ♀ 4 ? 10 ♂
Arctium tomentosum Miller ..... 2 ♀ 1 ♀
Carduus sp. L. ..... 34 ♀ 865 ♂ 707 ♀

Carduus nutans L. ..... 1♀ 6♂
Carduus nutans nutans L. ..... 8♀ 24 ♀
Carduus acanthoides L. ..... 1 ?
Carduus crispus L. ..... 1♀ 6 ?
Carduus nigrescens Vill. ..... 7♂ 2 ♀
Carduus carlinifolius Lam. ..... 1♂ 15 ♀
Carduus carlinoides Gouan ..... 19♀ 11♂ 142 ♀
Cirsium sp. Miller ..... 27♀ 10 ? 41♂ 24 ♀
Cirsium ferox (L.) DC. ..... 2 ♀ 18 ♀
Cirsium eriophorum (L.) Scop. ..... 2♀ 5♂ 6 ♀
Cirsium vulgare (Savi) Ten. ..... 3 ♀ 13♂ 4 ♀
Cirsium tuberosum (L.) All. ..... 1♀ 57 ?
Cirsium rivulare (Jacq.) All. ..... 1♂
Cirsium oleraceum (L.) Scop. ..... 1♂ 1 ♀
Cirsium spinosissimum (L.) Scop. ..... 1♀ 2♂ 1 ♀
Cirsium acaule Scop. ..... 2♀ 2♂ 1 ♀
Cirsium palustre (L.) Scop. ..... 6 ? 19♂ 8 ♀
Cirsium arvense (L.) Scop. ..... 1♀ 4♂ 11 ♀
Galactites tomentosa Moench ..... 3♂ 8 ♀
Onopordum illyricum L. ..... 1♂
Cynara humilis L. ..... 1 ♀
Palaeocyanus sp. Dostal ..... 1♀
Serratula tinctoria L. ..... 1 ?
Volutaria lippii (L.) Maire ..... 1 ♀
Centaurea sp. L. ..... 12 ♀ 33♂ 24 ♀
Centaurea rupestris L. ..... 1♂
Centaurea scabiosa L. ..... 6♀ 33 ? 23♂ 24 ♀
Centaurea maculosa Lam. ..... 1♀ 1 ♀
Centaurea calcitrapa L. ..... 1 ?
Centaurea aspera L. ..... 4 ♀
Centaurea jacea L. ..... 215 ? 10♂ 11 ♀
Centaurea debeauxii thuillieri Dostal ..... 2 ♀
Centaurea nigra L. ..... 1♀ 2♂
Centaurea phrygia L. ..... 5 ?
Centaurea pectinata supina (Jordan) Dostal ..... 1♂ 1 ♀
Centaurea dealbata Willd. ..... 1♂
Centaurea montana L. ..... 2♀ 1 ? 1♂
Centaurea cyanus L. ..... 4♀ 1♂ 9 ♀
Liguliflorae ..... 2 ♀
Cichorium intybus L. ..... 1♂
Hypochoeris radicata L. ..... 2♀ 2♂
Leontodon sp. L. ..... 2♂
Leontodon autumnalis L. ..... 3♂ 3 ♀
Leontodon hispidus L. ..... 3 ?
Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat ..... 1 ♀
Picris hieracioides L. ..... 20 ? 1♂ 2 ♀
Picris hieracioides spinulosa (Bertol. ex Guss.) Arcangeli ..... 1♂
Sonchus oleraceus L. ..... 1 ♀
Cicerbita plumieri (L.) Kirschleger ..... 1♂ 2 ♀
Prenanthes purpurea L. ..... 1♂ 1 ♀
Taraxacum sp. Weber ..... 1 ? 177 ♀ 24♂ 84 ♀
Taraxacum officinale Weber ..... 5♀
Crepis capillaris (L.) Wallr. ..... 1 ♀
Hieracium sp. L. ..... 4♂ 1 ♀
Hieracium vulgatum Fries ..... 1♂
Dahlia sp. Cav. ..... 10 ? 4♂
Helenium sp. L. ..... 1♂
Cosmos bipinnatus Cav. ..... 16 ?

Callistephus chinensis (L.) Nees ..... 1 ?

Liliaceae

Narthecium ossifragum (L.) Hudson ..... 19 ♀
Asphodelus ramosus L. ..... 1 ♀
Asphodeline lutea (L.) Reichenb. ..... 1 ♀
Tulipa sp. L. ..... 1 ♀
Scilla sp. L. ..... 1 ♀
Scilla siberica Haw. ..... 2 ♀
Hyacinthoides non-scripta (L.) ..... 1 ♀
Hyacinthus sp. L. ..... 3 ♀
Hyacinthus orientalis L. ..... 1 ♀
Muscari neglectum Guss. ex Ten. ..... 2 ♀ 9 ♀
Allium sp. L. ..... 1 ♂ 1 ♀
Allium schoenoprasum L. ..... 4 ♀ 3 ♂ 32 ♀
Allium cepa L. ..... 1 ?
Allium fistulosum L. ..... 3 ♀
Allium ampeloprasum L. ..... 2 ? 1 ♂ 1 ♀
Ixiolirion montanum (Labill.) Herb. ..... 1 ?

Iridaceae

Iris sp. L. ..... 1 ♀
Iris sibirica L. ..... 3 ♀
Iris pseudacorus L. ..... 3 ?
Iris pumila L. ..... 1 ♀
Iris germanica L. ..... 1 ?
Iris latifolia (Miller) Voss ..... 1 ♀ 2 ♀
Iris bucharica ..... 1 ♀
Iris reticulata Bieb. ..... 1 ?
Crocus sp. L. ..... 4 ♀ 1 ?
Crocus thomasii Ten. ..... 1 ♀
Gladiolus sp. L. ..... 2 ? 1 ♂

Commelinaceae

Tradescantia sp. L. ..... 1 ? 1 ♀

Gramineae

Eremopyrum sp. (Ledeb.) Jaub. ..... 1 ♀
Triticum sp. L. ..... 1 ♂
Secale cereale L. ..... 1 ♀
Hordeum sp. L. ..... 1 ♀
Hordeum distichon L. ..... 1 ♀
Zea mays L. ..... 1 ♀

Orchidaceae

Orchidaceae ..... 1 ♂
Epipactis palustris (L.) Crantz ..... 2 ♀
Epipactis helleborine (L.) Crantz ..... 1 ♀
Orchis militaris L. ..... 1 ♀
Orchis laxiflora Lam. ..... 1 ♀

Begoniaceae

Begonia sp. L. ..... 1 f

Bignoniaceae

Eccremocarpus scaber Ruiz & Pav. ..... 1 ♀

