

Faunistique des bourdons (Hymenoptera : Apoidea) de la vallée de Nohèdes (France, Pyrénées-Orientales) et des zones limitrophes

Matthias Gosselin⁽¹⁾, Stéphanie Iserbyt^{(2)*} & Pierre Rasmont⁽²⁾

⁽¹⁾ Avenue du Pont rouge 21(14), B-7000 Mons (Belgique). Tél. : +32(0)476.38.53.07.

E-mail : matthias.gosselin@just.fgov.be

⁽²⁾ Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, avenue du Champ de Mars 6, B.-7000 Mons (Belgique).

* Auteur pour correspondance. Fax : +32(0)65/37.34.35, Tél. : +32(0)65/37.34.38.

E-mail : stephanie.iserbyt@umh.ac.be.

Reçu le 15 septembre 2006, accepté le 5 février 2007.

La vallée de Nohèdes (France, Pyrénées-Orientales) est reconnue depuis longtemps pour sa haute diversité zoologique et botanique. Un inventaire exhaustif y a permis l'observation de 3486 spécimens de bourdons de 29 espèces au cours des années 1998-2002. Une telle diversité d'espèces est remarquable mais n'atteint pas celle observée à Eyne dans la même région. Ceci confirme néanmoins le caractère exceptionnel de la haute diversité des bourdons dans les Pyrénées-Orientales.

Mots clés : *Bombus*, écologie, diversité, Massif du Madres.

Faunistic of bumblebees (Hymenoptera, Apoidea) of the Nohèdes valley (France, Eastern Pyrenees) and adjacent zones. The Nohèdes valley (France, Eastern-Pyrenees) is well known for its high zoological and botanical diversity. During the years 1998-2002 we have observed there a total of 3486 bumblebees specimens belonging to 29 species. This species number is outstanding but it does not reach the diversity found in the near valley of Eyne. Nevertheless, this study confirms the high level of bumblebees diversity in Eastern-Pyrenees.

Keywords : *Bombus*, Ecology, Diversity, The Massif of Madres.

1. INTRODUCTION

L'endothermie des bourdons leur permet de rester actifs à de basses températures (Heinrich, 1979). Cette caractéristique en fait l'un des groupes de pollinisateurs les plus importants dans les écosystèmes montagnards (Rasmont, 1988).

Malgré la bonne connaissance de la faune des bourdons des Pyrénées-Orientales (Kruseman, 1958; Delmas, 1976; Rasmont, 1988, 1999), on ne connaît quasi-rien de la faune du massif du Madres-Coronat et plus particulièrement de la vallée de Nohèdes. Une étude récente de la faune des bourdons de la vallée voisine d'Eyne a permis de détecter une diversité d'espèces remarquables au niveau régional, national et européen (Rasmont *et al.*, 2000). Trente-deux espèces de bourdons sur les 46 que comptent la France continentale coexistent sur cette commune de 20km² (Rasmont *et al.*, 2000). Plusieurs explications préliminaires de cette diversité ont déjà été proposées. Les hypothèses les plus vraisemblables impliquent l'histoire du peuplement ou la diversité en habitats (Delmas, 1976; Rasmont, 1989).

La vallée de Nohèdes est reconnue depuis longtemps pour sa haute valeur botanique et zoologique. L'inventaire floristique fournit plus de 1050 espèces de plantes vasculaires (Letscher, 2001). On y rencontre des plantes endémiques strictes comme la corbeille d'argent des Pyrénées (*Alyssum pyrenaicum* Lapeyrouse) ou des reliques telle que l'ononis d'Aragon (*Ononis aragonensis* Asso). En plus de la présence d'endémiques, la flore du massif du Madres comporte à elle seule 1/3 des espèces de la flore vasculaire de France, ce qui démontre d'une diversité exceptionnelle. On retrouve une telle diversité chez les vertébrés et parmi certains invertébrés, comme les arachnides (Mosse, 2005). Dans le cadre d'inventaires d'apoïdes du département des Pyrénées-Orientales et plus particulièrement des communes d'Eyne et de Nohèdes, des espèces remarquables d'Andrènes et de Melittides y ont été observées (Michez *et al.*, 2004). Une étude préliminaire sur les bourdons révèle la présence de 17 espèces de bourdons dans la vallée de Nohèdes et les communes adjacentes (Rasmont, 1999).

La présente étude a pour objectif de compléter

l'évaluation de la diversité des espèces de bourdons de la vallée de Nohèdes, d'établir leur distribution biogéographique et de quantifier leurs effectifs relatifs.

2. MATERIEL ET METHODES

Cadre géographique

La réserve de Nohèdes appartient au massif du Madres-Coronat à l'extrémité nord-orientale de la chaîne des Pyrénées. Son périmètre correspond en majeure partie au versant nord du Mont Coronat et en partie au versant est du Roc Nègre (Fig. 1). Elle occupe une zone intermédiaire entre la région méditerranéenne et les premiers contreforts pyrénéens.

Le site d'étude est la commune de Nohèdes (WGS84, 42°37'26,2"N, 02°17'14,9"E) et les zones limitrophes. La commune de Nohèdes est délimitée à l'ouest par le Roc Nègre (2459m), au sud par le Mont Coronat (2172 m, Fig. 34), à l'est par le Cortals des Prats (764 m) et au nord par le Pic de Portepas (1798 m) (Fig. 1). L'altitude varie de 764 m (Cortals des Prats) à 2459 m (Roc Nègre). Elle occupe une superficie de 28,93 km² (Letscher, 2001).

Le massif du Madres-Coronat est soumis à quatre influences climatiques : méditerranéenne, atlantique, montagnarde et alpine (Fig. 2). La géologie de ce massif est constituée de deux parties distinctes : des sols acides au nord (schistes cambriens) et des terrains basiques au sud (calcaire du dévonien).

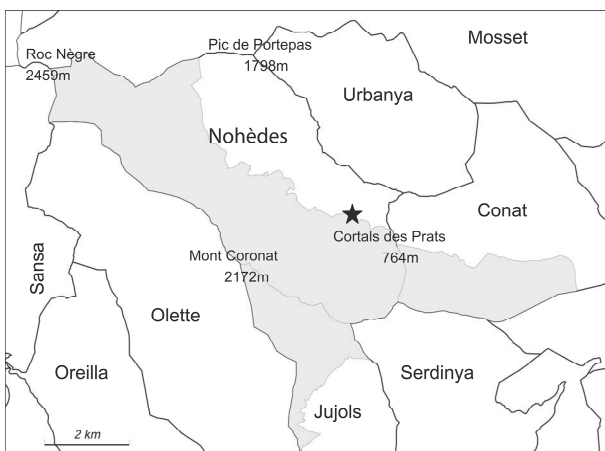


Figure 1 : Localisation de la commune de Nohèdes, des communes limitrophes et des principaux lieux-dits (France, Pyrénées-Orientales, Massif du Madres-Coronat). En grisé, les réserves naturelles de Nohèdes, Conat et Jujols. ★ : le village de Nohèdes, WGS84, 42°37'26,2"N, 02°17'14,9"E (Carte originale).

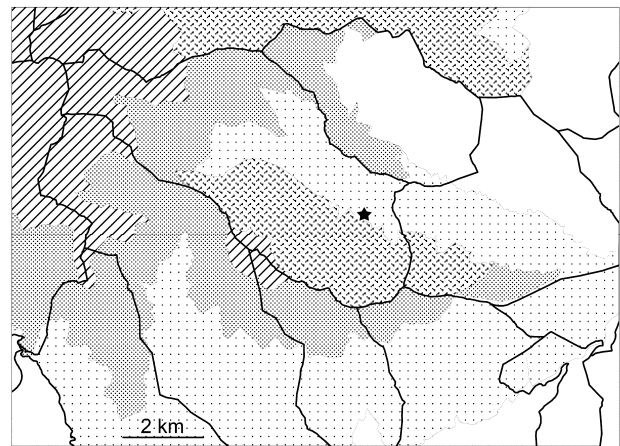


Figure 2 : Carte des influences climatiques. ★ : le village de Nohèdes, WGS84, 42°37'26,2"N, 02°17'14,9"E (d'après Letscher, 2001).

Figure 2 : Carte des influences climatiques. ★ : le village de Nohèdes, WGS84, 42°37'26,2"N, 02°17'14,9"E (d'après Letscher, 2001).

Origine des données

Pour établir la liste des espèces, on a considéré la plupart des données de la *Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons* (BDFGM). Pour l'essentiel, ces données proviennent des récoltes effectuées par les auteurs pendant les mois de juillet et août dans la vallée de Nohèdes (Tableau 1).

Les spécimens ont été collectés à l'aide d'un filet ou d'un aspirateur à insectes. Ce type d'échantillonnage est le plus approprié vu l'absence de pièges adéquats pour la collecte des bourdons. Les espèces immédiatement identifiables sur le terrain ont fait l'objet d'observations sans collecte chaque fois que possible. Les stations ont été localisées à l'aide de différents récepteurs GPS avec une précision de 5 à 30 m (Garmin GPS III, Garmin GPS 12map et Garmin eMap).

Tableau 1 : Liste des principaux contributeurs des données de Nohèdes et zones adjacentes.

Récolteurs	Périodes d'observations	Nombre de spécimens
M. Gosselin	2002	1360
S. Iserbyt	2001 - 2002	757
P. Rasmont	1998 - 2001	515
O. Ponchau	2001	380
M. Terzo	2001	242
M. Vandenberg	2001	101
Autres	-	131

Toutes les données ont été encodées et gérées à l'aide du logiciel Data Fauna Flora 2.0.1 (Barbier et al., 2002). La représentation cartographique de la répartition de chaque espèce de bourdon au sein de la réserve a été réalisée à l'aide des logiciels Carto Fauna Flora 2.0 (Barbier & Rasmont, 2002) dans le datum World Geodetic System 1984. Les données y

sont représentées par des points de 200 mètres de diamètre. Le nombre de spécimens ainsi que le nombre de stations sont mentionnés pour chaque carte. L'analyse descriptive des affinités des espèces en fonction de l'étagement en altitude n'a pris en compte que celles dont l'effectif est supérieur à 10 spécimens.

3. RÉSULTATS

Richesse spécifique

Au total, 3486 bourdons ont été observés à Nohèdes dont 3420 au cours des années 2000-2002 (Tableau 2). Les observations sont réparties sur 373 stations disposées sur la commune de Nohèdes et les zones adjacentes (Fig. 3). Avant 2000, les zones

méditerranéennes et de haute altitude n'avaient fait l'objet que de peu d'observations.

Les observations de ces 3 années permettent de mettre en évidence la présence de 29 espèces de bourdons à Nohèdes au lieu des 17 espèces répertoriées auparavant (Tableau 2).

Distribution locale des espèces

La plupart des espèces sont caractéristiques de l'étage subalpin (gamme d'altitudes comprises entre 1800 et 2200 m) : *Bombus gerstaeckeri* Fig. 7, *B. hypnorum* Fig. 10, *B. lapidarius* Fig. 12, *B. magnus* Fig. 14, *B. mesomelas* Fig. 16, *B. mucidus* Fig. 18, *B. pratorum* Fig. 21, *B. ruderarius* Fig. 24, *B. ruderatus* Fig. 25, *B. sicheli* Fig. 27, *B. sylvorum* Fig. 30 et *B. wurflenii* Fig. 33.

Tableau 2 : Liste des espèces de bourdons et nombre d'observations à Nohèdes et dans les zones adjacentes.

Bombus jonellus observé par Rasmont (1999) n'a pas été observé à nouveau. Il est très probable que cette citation résulte d'une erreur d'identification. * : espèce inquiline. Me, distribution méditerranéenne; ES, distribution eurosibérienne; ME, distribution médioeuropéenne; M, distribution montane; BM, distribution boréomontane; A, distribution atlantique.

Espèces	Distribution géographique	Nombre d'observations		
		avant 2000	depuis 2000	Total
<i>Bombus soroeensis</i> (Fabricius, 1793)	ME	8	967	975
<i>Bombus lucorum</i> (L., 1761)	ES	3	624	627
<i>Bombus monticola</i> Smith, 1849	BM	4	371	375
<i>Bombus humilis</i> Illiger, 1806	ES	10	275	285
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1793)	ES	8	158	166
<i>Bombus ruderarius</i> (Müller, 1776)	ES	7	149	156
<i>Bombus bohemicus</i> Seidl, 1837 *	ES	1	150	151
<i>Bombus sicheli</i> Radoszkowski, 1859	BM	-	137	137
<i>Bombus terrestris</i> (L., 1758)	Me	2	89	91
<i>Bombus hortorum</i> (L., 1761)	ES	4	83	87
<i>Bombus pyrenaicus</i> Pérez, 1879	M	-	79	79
<i>Bombus lapidarius</i> (L., 1758)	ME	8	36	44
<i>Bombus pratorum</i> (L., 1761)	ES	-	43	43
<i>Bombus flavidus</i> Eversmann, 1852 *	BM	-	40	40
<i>Bombus mesomelas</i> Gerstaecker, 1869	M	1	32	33
<i>Bombus mendax</i> (Gerstaecker, 1869)	M	-	27	27
<i>Bombus rupestris</i> (Fabricius, 1793) *	ES	4	22	26
<i>Bombus campestris</i> (Panzer, 1801) *	ES	-	24	24
<i>Bombus wurflenii</i> Radoszkowski, 1859	BM	2	19	21
<i>Bombus mucidus</i> Gerstaecker, 1869	M	-	20	20
<i>Bombus quadricolor</i> (Lepeletier, 1832) *	ME	1	17	18
<i>Bombus sylvestris</i> (Lepeletier, 1832) *	ES	-	17	17
<i>Bombus magnus</i> Vogt, 1911	A	-	10	10
<i>Bombus hypnorum</i> (L., 1758)	ES	-	10	10
<i>Bombus norvegicus</i> (Sparre Schneider, 1918) *	ES	-	7	7
<i>Bombus sylvorum</i> (L., 1761)	ES	2	3	5
<i>Bombus gerstaeckeri</i> Morawitz, 1882	M	-	5	5
<i>Bombus ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	ME	1	4	5
<i>Bombus subterraneus</i> (L., 1758)	ES	-	2	2
Nombre total de spécimens		66	3420	3486
Nombre total d'espèces		17	29	29

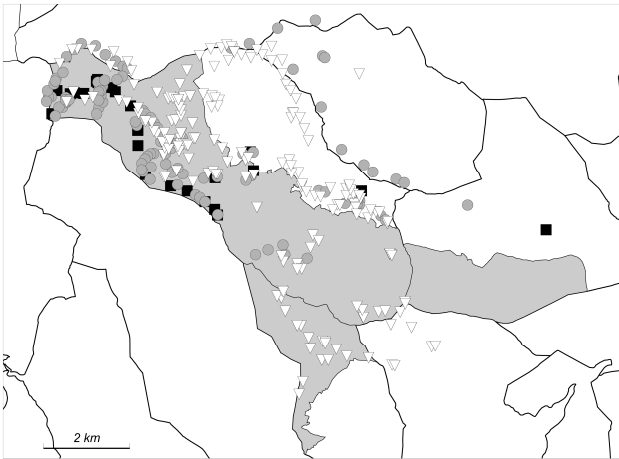


Figure 3 : Carte des 373 sites d'échantillonnage au sein de la commune de Nohèdes et des zones adjacentes. Les carrés noirs représentent les collectes antérieures à 2000; les ronds gris, les collectes de 2001; les triangles blancs, les collectes de 2002. En grisé, les réserves naturelles de Nohèdes, Conat et Jujols. (Carte originale).

Peu d'espèces se cantonnent exclusivement dans l'étage alpin : *B. mendax* (Fig. 15), *B. monticola* (Fig. 17), *B. pyrenaicus* (Fig. 22) et *B. subterraneus* (Fig. 29). *Bombus humilis* (Fig. 9) et *B. pascuorum* (Fig. 20) sont présents dans les étages collinéens et montagnards avec seulement quelques intrusions dans les étages supérieurs. Certaines espèces sont nettement ubiquistes : *Bombus hortorum* (Fig. 8), *B. lucorum* (Fig. 13) et *B. soroensis* (Fig. 28). Aucune espèce ne semble être caractéristique de l'étage méditerranéo-collinéen (gamme d'altitudes comprises entre 700 et 1600 m).

La juxtaposition des cartes de distribution des espèces inquilines et de leur hôte respectif permet d'établir des similitudes. Les espèces inquilines semblent occuper les mêmes étages que leur hôte respectif. Par exemple, *Bombus rupestris* (Fig. 26) et son hôte *B. lapidarius* (Fig. 12) présentent un large chevauchement de leurs distributions. Dans plusieurs cas, l'espèce inquiline a une distribution plus restreinte. *Bombus sylvestris* (Figs 31, 35), espèce inquiline de *B. pratorum* (Fig. 21) et *B. norvegicus* (Fig. 19), inquiline de *B. hypnorum*, se cantonnent essentiellement à l'étage subalpin. En ce qui concerne *B. bohemicus* (Fig. 4), inquiline de *B. lucorum* (Fig. 13) et *B. quadricolor* (Fig. 23), inquiline de *B. soroensis* (Fig. 28), il semble que la distribution de l'espèce inquiline soit plus restreinte que celle de son hôte. Ces deux espèces inquilines sont en effet absentes de l'étage collinéen contrairement à leur hôte respectif. Les espèces inquilines qui ont plusieurs hôtes ont une aire de distribution qui recouvre les différentes aires de distribution de leurs hôtes. C'est le cas de

B. campestris (Fig. 5), espèce inquiline de *B. pascuorum* (Fig. 20) et de *B. humilis* (Fig. 9), de *B. rupestris* (Fig. 26), espèce inquiline de *B. lapidarius* (Fig. 12) et de *B. sicheli* (Figs 27, 36), et de *B. flavidus* (Fig. 6), c'est le cas de *B. monticola* (Fig. 17) ou de *B. pyrenaicus* (Fig. 22).

Relation entre la distribution spécifique et l'étagement en altitude

La gamme d'altitudes établie pour chaque espèce laisse apparaître des affinités entre celles-ci. Trois groupes de bourdons semblent se distinguer sur base de l'altitude médiane de chaque espèce (Fig. 4). On distingue un groupe de basse altitude (espèces dont l'altitude médiane n'atteint pas 1750 m), un groupe de moyenne altitude (altitude médiane entre 1750 et 1950 m) et un groupe de haute altitude (constitué des espèces dont la médiane est supérieure à 1950 m).

4. DISCUSSION

Le massif du Madres-Coronat est connu pour sa grande valeur biologique (Letscher, 2001). Lors de la présente étude, une grande diversité faunique des bourdons de Nohèdes a bien été établie. Cette vallée compte 29 espèces de bourdons, soit 2/3 de la faune de France métropolitaine.

Plusieurs espèces rares à l'échelle de la France ou du département sont présentes *B. flavidus*, *B. gerstaeckeri*, *B. quadricolor* et *B. norvegicus*. Plus de la moitié des spécimens de *B. gerstaeckeri* collectés en France proviennent des réserves d'Eyne et de Nohèdes (Rasmont, 1988). Cette espèce monolectique inféodée au genre *Aconitum* se retrouve dans des lisières forestières ouvertes et humides de l'étage subalpin. Les trois autres espèces sont toutes des espèces inquilines. Une raréfaction des espèces inquilines peut être considérée comme un indice de raréfaction globale des apoïdes (Rasmont et al., 1993). A contrario, l'importante diversité des espèces inquilines et leur forte proportion relative (8,1 %) semble être un signe de la bonne santé de la réserve.

Si l'on compare la diversité des bourdons d'Eyne et de Nohèdes, on s'aperçoit que seules 2 espèces sont absentes de cette dernière : *Bombus confusus* et *Bombus cullumanus* (Rasmont, 1988, 1999; Rasmont et al., 2000). Ces deux espèces sont caractéristiques des pelouses sèches et riches en légumineuses (Delmas, 1976; Rasmont, 1988). Ce biotope très étendu à Eyne est réduit à quelques lambeaux à proximité du village de Nohèdes. Il est donc logique de ne pas avoir pu y observer ces deux espèces.

La répartition non uniforme des espèces sur

l'ensemble de la commune de Nohèdes permet de supposer des différences dans leurs affinités écologiques. La majorité des espèces de bourdons présentent une distribution eurosibérienne (14 espèces et 46% de l'effectif total). Cette distribution s'étend de la partie nord de la région paléarctique, des côtes atlantiques jusqu'à l'Oussouri.

Les autres distributions sont moins représentées en termes d'espèces mais montrent les différentes influences climatiques présentes dans la vallée de Nohèdes. Huit espèces présentent une distribution boréomontane (disjonction arcto-alpine) ou montane (disjonction entre différents massifs montagneux du sud de l'Europe). Cela concerne : *Bombus flavidus* (inquiline obligatoire de *B. monticola* ou *B. pyrenaicus*), *B. mendax*, *B. mesomelas*, *B. monticola*, *B. mucidus*, *B. pyrenaicus*, *B. sicheli* et *B. wurflenii*. Toutes ces espèces sont localisées au niveau des hautes altitudes soumises à l'influence alpine (Madres et Mont-Coronat). Les exigences écologiques de ces espèces restreignent leur répartition à l'une ou l'autre zone. *Bombus monticola*, par exemple, ne se trouve qu'au niveau du Madres (Fig. 34). *B. wurflenii* se cantonne aux milieux boisés (Fig. 37), entre les zones alpine et atlantique. *Bombus mucidus* et *B. mesomelas* sont présents en adret, sur les versants en soulane du Mont-Coronat en zone alpine mais soumise à une influence méditerranéenne.

Trois espèces présentent une distribution méditerranéenne étendue : *Bombus lapidarius*, *B. ruderatus* et *B. terrestris*. Cette distribution centrée sur la Méditerranée va depuis le Maghreb jusqu'au sud de la Scandinavie et s'étend à l'est jusqu'aux contreforts de l'Altaï. Les deux premières espèces sont localisées dans la partie basse de la réserve, sur le versant sud du Mont-Coronat mais aussi dans la zone montagnarde (Fig. 38). La troisième espèce est présente sur l'ensemble de la réserve.

Seules deux espèces présentent une distribution médioeuropéenne : *Bombus quadricolor* (inquiline obligatoire de *B. soroeensis*) et *B. soroeensis*. Cette distribution est centrée sur l'Europe Centrale et limitée à l'est par l'Oural. Ces espèces sont localisées au niveau des grands plateaux situés entre les sommets, dans la zone montagnarde.

Une seule espèce présente une distribution atlantique : *Bombus magnus*. Cette distribution correspond à la façade atlantique de l'Europe comprise entre le Nord de l'Espagne et le Nord de la Norvège. *Bombus magnus* est présent plutôt dans la zone alpine mais soumise aussi à l'influence atlantique.

Si l'on compare le groupement des espèces de bourdons en fonction de l'altitude avec les distributions géographiques, on remarque que le

groupe d'espèces caractéristique des basses altitudes est constitué des espèces méditerranéennes. Les espèces médioeuropéennes semblent être caractéristiques des moyennes altitudes. Les espèces à distributions montanes, boréomontanes ou atlantiques se cantonnent aux hautes altitudes. Les espèces à distribution eurosibérienne se retrouvent à la fois dans les basses et moyennes altitudes (Fig. 32).

De nombreuses études focalisées sur la structure des communautés de bourdons ont essayé de mettre en évidence les assemblages locaux d'espèces en fonction de certains facteurs écologiques. L'altitude est un facteur écologique souvent cité comme un élément qui structure la répartition de chacune des espèces. En montagne, on peut concevoir que l'altitude règle dans les grandes lignes la répartition des espèces de bourdons. A Nohèdes comme ailleurs, les bourdons ne se répartissent pas uniformément sur l'ensemble du gradient d'altitude (Pittioni, 1937; Comba, 1972; Williams, 1991; Obeso, 1992; Intoppa *et al.*, 1999). Les assemblages d'espèces en fonction du gradient d'altitude de Nohèdes correspondent à ceux établis dans d'autres régions montagneuses : Monts Cantabriques (Obeso, 1992); Tyrol (Pittioni, 1937); Alpes italiennes (Comba, 1960); Caucase (Dathe, 1981); Cachemir (Williams, 1991). Mais ces études suggèrent que l'altitude n'est pas l'élément clef pour expliquer la structure des communautés de bourdons.

Deux hypothèses peuvent être formulées pour tenter d'expliquer les causes de la grande diversité spécifique de Nohèdes : l'origine du peuplement (Delmas, 1976) et la diversité en habitat (Rasmont, 1988; Williams, 2005). Site refuge pour les espèces périglaciaires, les Pyrénées abritent des espèces reliques telles que *Bombus monticola*, *B. sicheli* et *B. flavidus*. Ces espèces boréomontanes inféodées à la toundra froide se sont réfugiées en haute montagne dès la déglaciation. Confinées actuellement aux grandes chaînes de montagnes, elles sont limitées dans leur propagation à plus basse altitude par le climat tempéré. Le peuplement de Nohèdes comporte 11 sous-espèces endémiques des Pyrénées. Toutefois, il ne semble pas exister d'espèce ou de sous-espèce endémique au massif du Madres. Ni un endémisme particulier, ni les origines biogéographiques diverses ne distinguent Nohèdes du reste de la chaîne des Pyrénées (Rasmont, 2000). Il ne faut donc pas chercher l'explication de la richesse faunique particulière de la commune dans l'origine du peuplement.

Les bourdons vivent dans un environnement complexe où de nombreux facteurs (climat, altitude, flore, type de sol notamment) exercent leurs

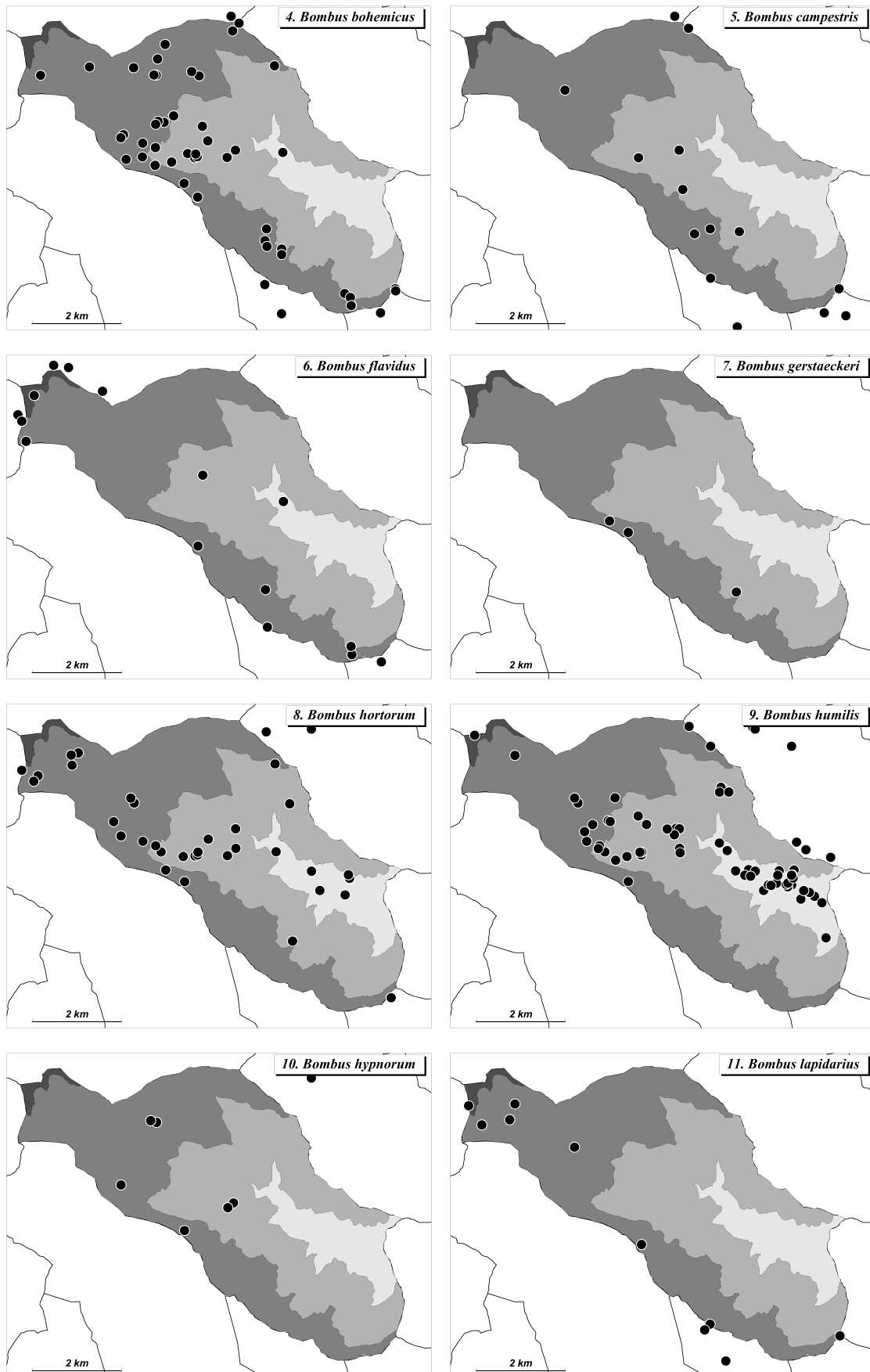
influences. Le travail cartographique a montré que les distributions locales des espèces ne sont pas uniformes sur l'ensemble de la commune. Des éléments liés à l'habitat doivent donc intervenir pour expliquer ces différences. Les nombreuses influences climatiques, les effets de versants, le relief et la richesse floristique induisent l'existence d'une mosaïque de végétation. La diversité en habitats présente dans la vallée semble permettre la cohabitation d'un grand nombre d'espèces. Celle-ci doit donc être l'une des explications de la grande diversité en espèces de bourdons rencontrée à Nohèdes. La faune très diversifiée des bourdons qui se rencontre à Nohèdes rend compte du caractère exceptionnel des milieux montagnards pyrénéens. Au carrefour de trois influences climatiques (atlantique, alpine et méditerranéenne), la vallée de Nohèdes est remarquable par la présence de nombreuses espèces provenant de distributions géographiques différentes.

Remerciements

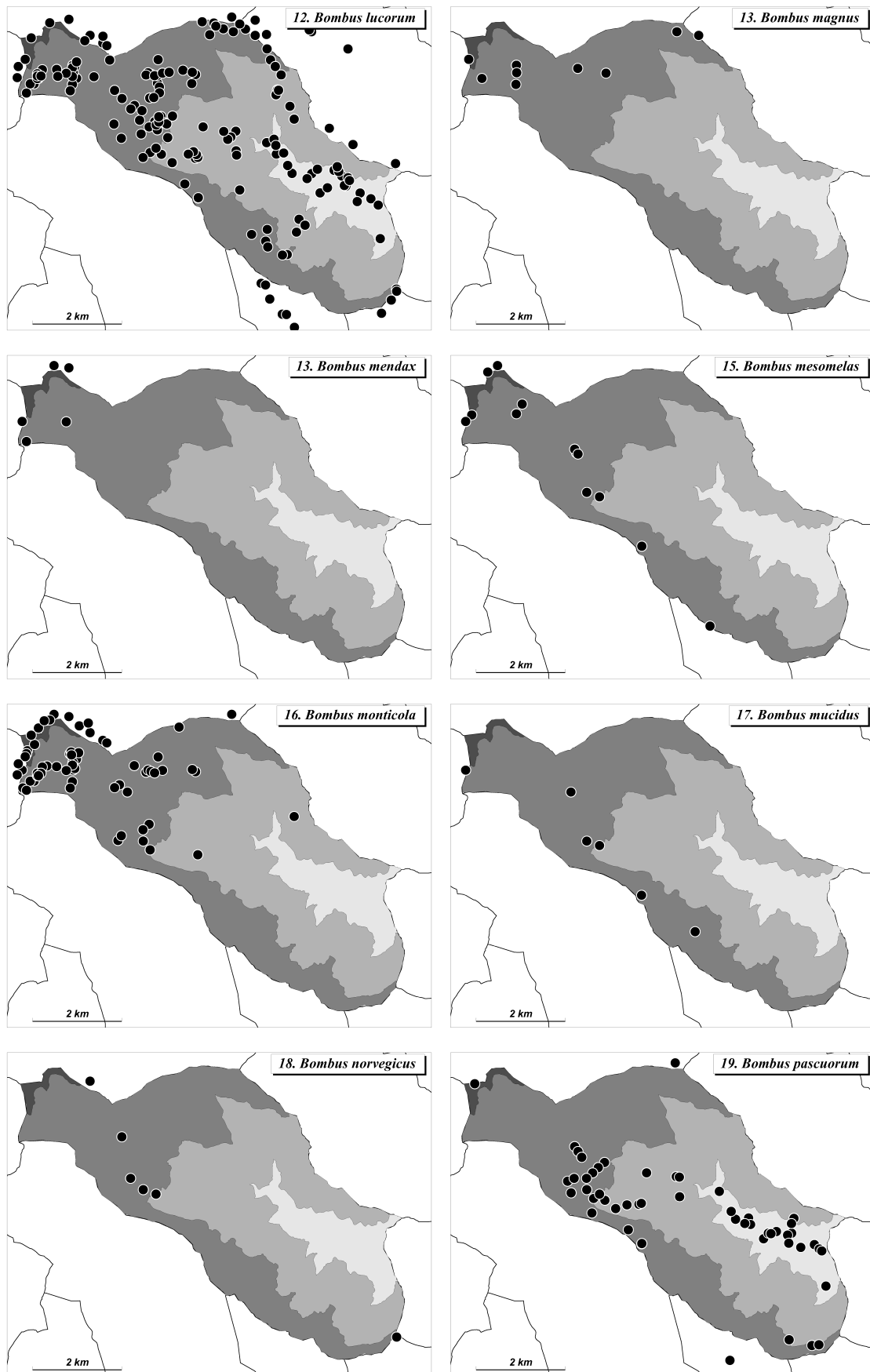
Les auteurs tiennent à remercier la Réserve Naturelle de Nohèdes pour le financement et la mise en œuvre de la recherche et plus particulièrement le conservateur M. Alain Mangeot et M. Robin Letscher. Ils remercient aussi Dr. Michaël Terzo, Ir. Denis Michez, Mmes Olivia Ponchaut, Mélinda Vandenbergh et Sonia Viart ainsi que M. Francis Delmarquette (UMH).

Bibliographie

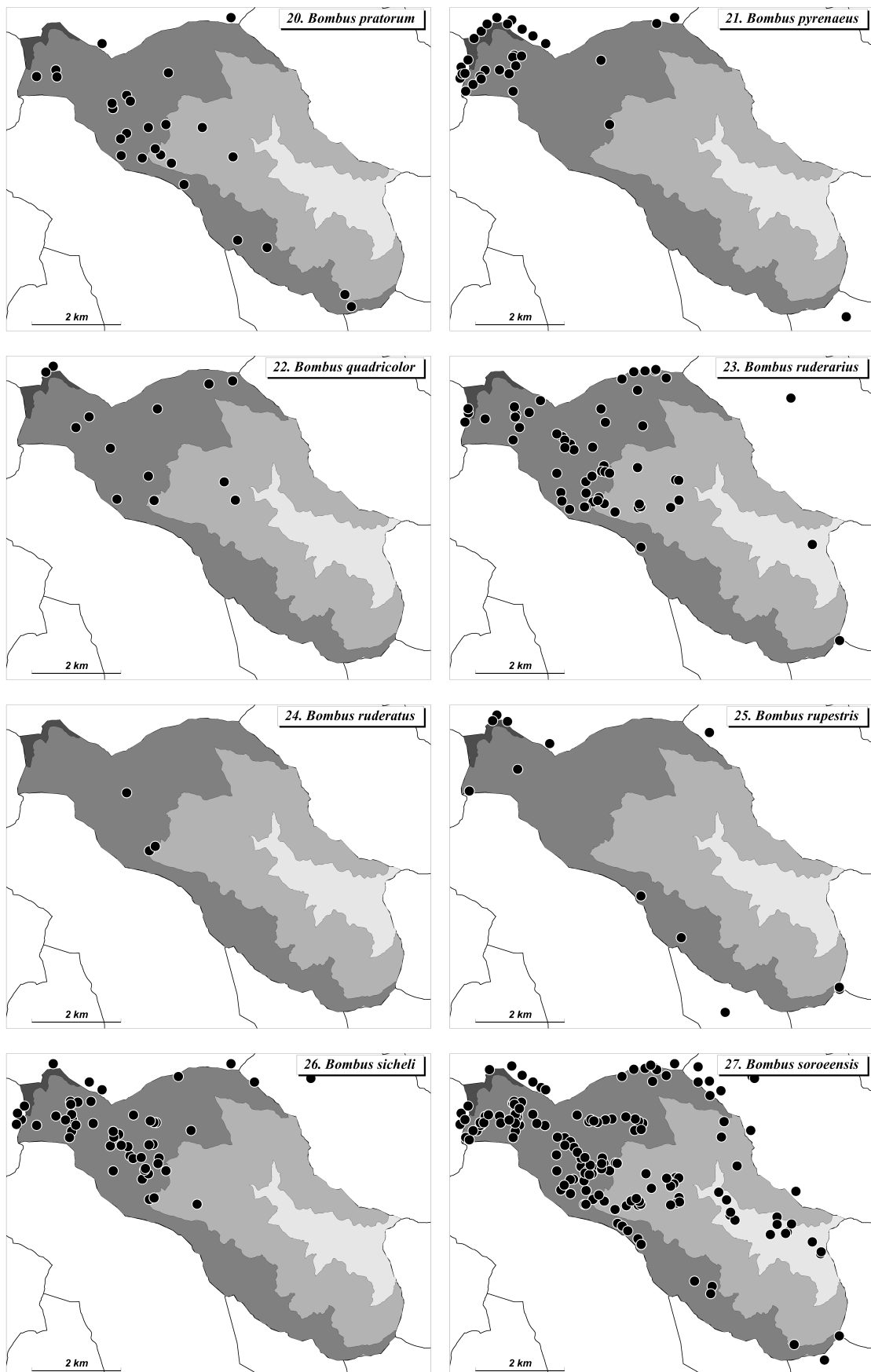
- Barbier Y. & Rasmont P. (2002). *Carto Fauna-Flora, logiciel de cartographie de données biogéographiques*. Version 2.0. Université Mons-Hainaut, 59 p., 1 CD-ROM.
- Barbier Y., Rasmont P., Dufrière M. & Sibert J.-M. (2002). *Data Fauna-Flora. Version 2.0.1*. Université Mons-Hainaut, 106 p., 1CD-ROM.
- Comba M. (1972). *Bombus e Psithyrus delle regioni alpine occidentali*. *Memorie della Società Entomologica Italiana* **51**, p. 39-70.
- Dathe H.H. (1981). Zur Hymenopteren-Fauna des Naturschutzgebietes Teberta im Westkavkasus. *Milu, Berlin* **5**(1/2), p. 194-217.
- Delmas R. (1976). Contribution à l'étude de la faune française des Bombidae (Hymenoptera, Apoidea, Bombidae). *Annales de la Société entomologique de France* (N.S.) **12**, p. 247-290.
- Heinrich B. (1979). *Bumblebee economics*. Harvard University Press, Cambridge, 246 p.
- Intoppa F., Moreschi I., Piazza M.G. & Bolchi Serini G. (1999). *Bombus Latreille e Psithyrus Lepeletier del « Parco Naturale dell'Adamello »* (Hymenoptera Apidae Bombinae). *Bollettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura*, Ser. II, **31**(2), p. 167-178.
- Kruseman G. (1958). Notes sur les bourdons pyrénéens du genre *Bombus* dans les collections néerlandaises. *Beaufortia* **6**(72), p. 161-170.
- Letscher R. (2001). *Document d'Objectifs pour le site de Madres-Coronat dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive européenne n°79.409 du 2 avril 1979. Volume 1 : Analyse écologique et ornithologique*. Association Gestionnaire de la Réserve Naturelle de Nohèdes, Nohèdes, 55 p. + annexes.
- Michez D., Patiny S. & Iserbyt S. (2004). Apoidea remarquables observés dans les Pyrénées-Orientales, France (Hymenoptera, Andrenidae et Melittidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **109**(4), p. 379-382.
- Mosse F. (2005). *A la découverte des Réserves Naturelles de France*. Nathan, Paris, 391p.
- Obeso J.R. (1992). Geographic distribution and community structure of bumblebees in the northern Iberian peninsula. *Oecologia* **89**(2), p. 244-252.
- Pittioni B. (1937). Die Hummelfauna des Kalsbachtals in Ost-Tirol. *Festschrift für Prof. Embrik Strand* **3**, p. 64-122.
- Rasmont P. (1988). *Monographie écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, 309 + LXII p.
- (1999). *Rapport préliminaire sur la faune des bourdons (Hymenoptera, Bombinae) des Pyrénées-Orientales; réserves de la Massane et du Vallon d'Eyne*. Travaux de la Réserve naturelle de la Massane, Banyuls-sur-Mer, 52 p., p. 1-17, 2 pls.
- Rasmont P., Leclercq J., Jacob-Remacle A., Pauly A. & Gaspar C. (1993). The faunistic drift of Apoidea in Belgium. In E. Bruneau, *Bees for pollination*, Commission of the European Communities, Brussels, 237 p., p. 65-87.
- Rasmont P., Durieux E.-A., Iserbyt S. & Baracetti M. (2000). Why are there so many bumblebees species in Eyne (France, Pyrénées-Orientales, Cerdagne) ? p. 83-92. In Sommeijer M.J. & de Ruijter A. (ed.), *Insect pollination in greenhouses*. Proceedings of the specialists' meeting held in Soesterberg, The Netherlands, 30 September to 2 October 1999. Universiteit Utrecht, Utrecht, 220 p.
- Williams P.H. (1991). The bumblebees of the Kashmir Himalaya (Hymenoptera : Apidae, Bombini). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)* **60**(1), p. 1-204.
- (2005). Does specialization explain rarity and decline among British bumblebees? A response to Goulson et al.. *Biological Conservation* **122**, p. 33-43.



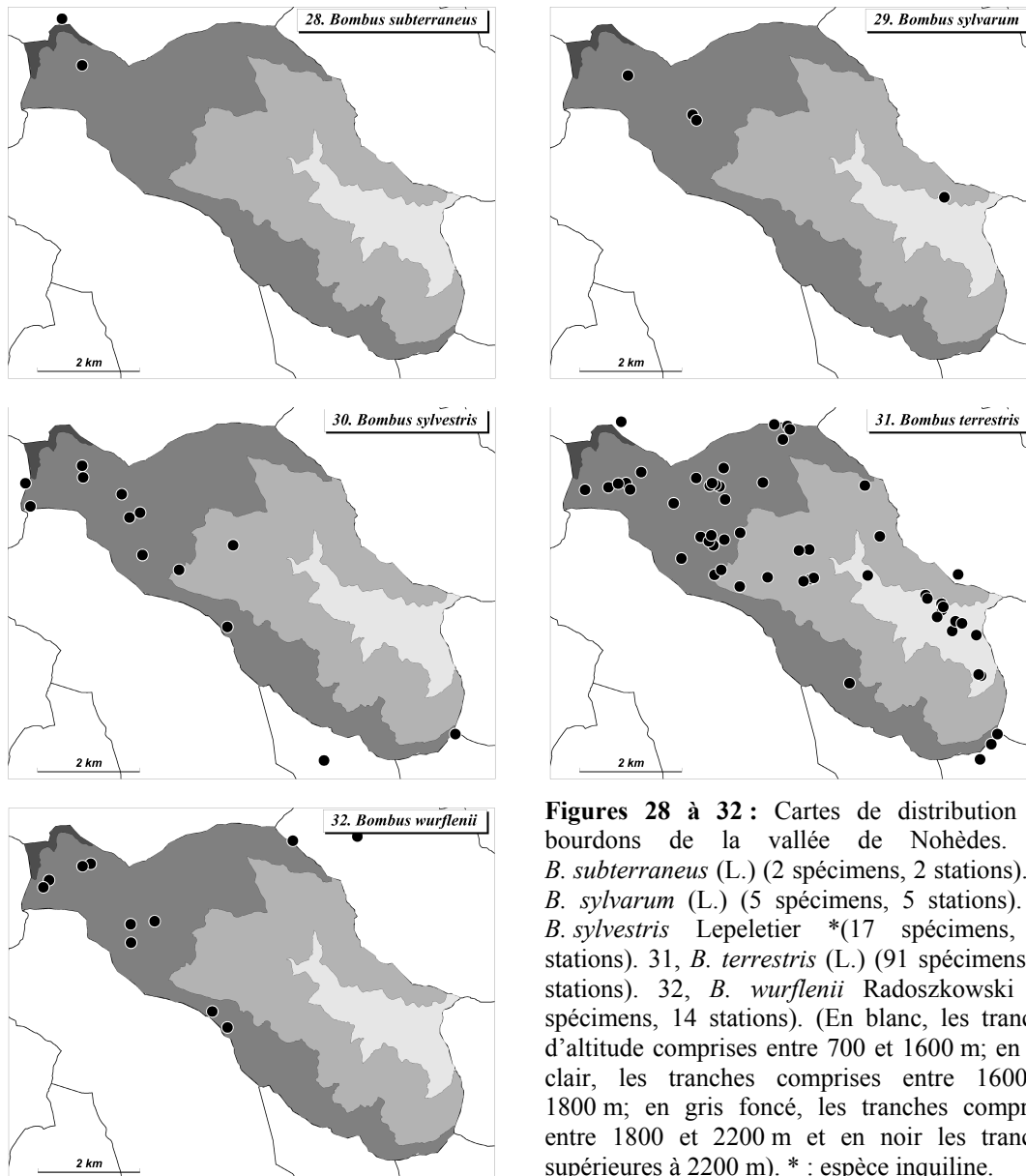
Figures 4 à 11 : Cartes de distribution des bourdons de la vallée de Nohèdes. 4, *Bombus bohemicus* Seidl *(151 spécimens, 67 stations). 5, *B. campestris* Panzer *(24 spécimens, 19 stations). 6, *B. flavidus* Eversmann *(40 spécimens, 17 stations). 7, *B. gerstaeckeri* Morawitz (5 spécimens, 4 stations). 8, *B. hortorum* (L.) (87 spécimens, 58 stations). 9, *B. humilis* Illiger (285 spécimens, 140 stations). 10, *B. hypnorum* (L.) (10 spécimens, 7 stations). 11, *B. lapidarius* (L.) (44 spécimens, 27 stations).



Figures 12 à 19 : Cartes de distribution des bourdons de la vallée de Nohèdes. 12, *B. lucorum* (L.) (627 spécimens, 283 stations). 13, *B. magnus* Vogt (10 spécimens, 9 stations). 14, *B. mendax* Gerstaecker (27 spécimens, 7 stations). 15, *B. mesomelas* Gerstaecker (33 spécimens, 21 stations). 16, *B. monticola* Smith (375 spécimens, 113 stations). 17, *B. mucidus* Gerstaecker (20 spécimens, 10 stations). 18, *B. norvegicus* Schenck *(7 spécimens, 6 stations). 19, *B. pascuorum* (Scopoli) (166 spécimens, 92 stations).



Figures 20 à 27 : Cartes de distribution des bourdons de la vallée de Nohèdes. 20, *B. pratorum* (L.) (43 spécimens, 36 stations). 21, *B. pyrenaicus* Pérez (79 spécimens, 47 stations). 22, *B. quadricolor* Lepeletier* (18 spécimens, 17 stations). 23, *B. ruderarius* Müller (156 spécimens, 115 stations). 24, *B. ruderatus* (Scopoli) (5 spécimens, 4 stations). 25, *B. rupestris* Fabricius* (26 spécimens, 14 stations). 26, *B. sicheli* Radoszkowski (137 spécimens, 63 stations). 27, *B. soroensis* Fabricius (975 spécimens, 277 stations).



Figures 28 à 32 : Cartes de distribution des bourdons de la vallée de Nohèdes. 28, *B. subterraneus* (L.) (2 spécimens, 2 stations). 29, *B. sylvarum* (L.) (5 spécimens, 5 stations). 30, *B. sylvestris* Lepeletier *(17 spécimens, 13 stations). 31, *B. terrestris* (L.) (91 spécimens, 85 stations). 32, *B. wurflenii* Radoszkowski (21 spécimens, 14 stations). (En blanc, les tranches d'altitude comprises entre 700 et 1600 m; en gris clair, les tranches comprises entre 1600 et 1800 m; en gris foncé, les tranches comprises entre 1800 et 2200 m et en noir les tranches supérieures à 2200 m). * : espèce inquiline.

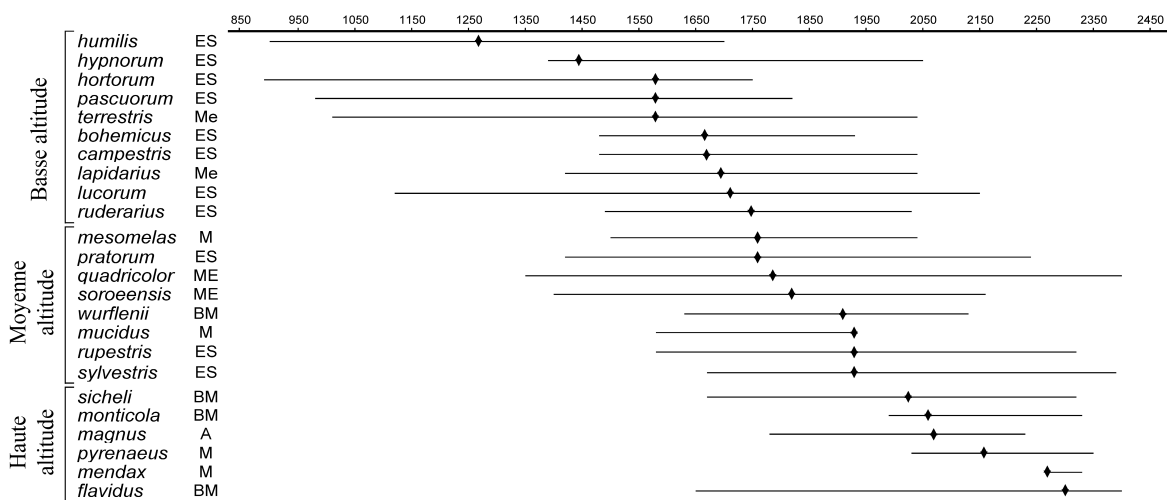


Figure 33 : Distribution des espèces en fonction de l'altitude. Les traits horizontaux représentent l'étagement en altitude de 80% de l'effectif. Les traits noirs indiquent la médiane. Distributions : Me, méditerranéenne; ES, eurosibérienne; ME, médioeuropéenne; M, montane; BM, boréomontane; A, atlantique.



Figure 34 : Vue générale de la vallée de Nohèdes, en arrière plan, Mont Coronat (Photo M. Gosselin).



Figure 37 : Forêt de *Pinus uncinata* Miller ex Mierbel à sous-bois de *Rhododendron ferrugineum* L. (Photo P. Rasmont).



Figure 35 : *Bombus sylvestris* (Lepelletier) sur *Hypochoeris radicata* L. (Photo P. Rasmont).



Figure 38 : En avant plan, landes à *Genista purgans* L. et en arrière plan, pelouses sèches à proximité du village de Nohèdes (Photo M. Gosselin).



Figure 36 : *Bombus sicheli flavissimus* (Tkalcu) sur *Lotus alpinus* (DC.) Schleicher ex Ramond (Photo P. Rasmont).