

# La faune des bourdons (Hymenoptera : Apidae) du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes

STÉPHANIE ISERBYT

Université de Mons, Laboratoire de Zoologie, Place du Parc 20, B-7000 Mons, Belgique

**Abstract. The bumblebees fauna (Hymenoptera: Apidae) of the Parc National des Pyrénées occidentales and adjacent areas.** Bumblebees are the most important group of pollinators in mountain ecosystems. However, factors driving their diversity are poorly understood. We investigated bumblebees diversity in the Pyrenees National Park (France) as model of likely diverse community. Intensive inventories were carried out in July-August 2002, 2003 and 2005, which allowed the observation of 5.889 specimens belonging to 29 bumblebee species. Considering the literature of the last fifty years, the specific diversity of the park reaches 30 bumblebee species. This specific diversity is remarkable and similar to other Pyrenean sectors like Eyne or Nohèdes valleys (Pyrénées-Orientales). The weak difference of diversity observed among the Park, the Eyne valley and the Nohèdes valley suggests that the bumblebee fauna of the all Pyrenees is exceptionally diversified.

**Résumé.** Les bourdons constituent l'un des groupes de pollinisateurs les plus importants dans les écosystèmes montagnards. Cependant, la faune des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO) est encore peu connue. Pendant trois ans, la faune des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales a fait l'objet d'une surveillance. Les inventaires effectués en juillet-août 2002, 2003 et 2005 ont permis l'observation de 5889 spécimens de bourdons de 29 espèces. Si l'on tient compte des observations des cinquante dernières années, la diversité spécifique du parc s'élève à 30 espèces de bourdons. Une telle diversité spécifique est remarquable et comparable à celle observée dans d'autres secteurs du massif pyrénéen. La faible différence entre les faunes du Parc et des réserves naturelles d'Eyne et de Nohèdes (Pyrénées-Orientales) rend compte du caractère exceptionnellement diversifié de la faune des bourdons du massif pyrénéen en général.

**Keywords:** *Bombus*, Pyrenees National Park, Pyrenees, Diversity.

Si on prend en considération la richesse spécifique du genre *Bombus*, la France continentale est l'un des pays de la région ouest-paléarctique qui présente la plus grande diversité avec 46 espèces (Rasmont 1988). Cependant, la faune des bourdons de certaines régions de France est encore peu ou mal connue.

Jusqu'il y a une cinquantaine d'année, les études sur la faune des bourdons du massif pyrénéen étaient assez fragmentaires (Pérez 1890, Kruseman 1958). Dans sa revue de la faune française des bourdons, Delmas (1976) établit une liste exhaustive de la faune des bourdons non inquilines obligatoires des Pyrénées. Il laisse apparaître une diversité spécifique remarquable pour le massif pyrénéen. Ce n'est qu'à la fin des années '80 que Ornosa Gallego (1984) et Rasmont (1988) réalisent des études faunistique sur les bourdons pour respectivement l'Espagne et la France (dont les Pyrénées-Orientales). Rasmont (1988) établit les cartes de distribution des espèces de bourdons

présentes en France. Dans sa faune des bourdons d'Espagne, Ornosa Gallego (1984) relève la présence de nombreuses espèces au niveau de la chaîne pyrénéenne sur le versant espagnol. Tout récemment, des études locales de la faune des bourdons dans le département des Pyrénées-Orientales ont été réalisées (Rasmont *et al.* 2000, Gosselin *et al.* 2007, Iserbyt *et al.* 2008). Il en ressort une importante diversité spécifique des bourdons au niveau de la chaîne pyrénéenne. Mais, il reste toutefois de grandes étendues du massif pyrénéen qui sont encore peu prospectées.

La présente étude a pour objectif d'évaluer la diversité des espèces de bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et de la replacer dans le contexte général des Pyrénées en la comparant avec les autres études réalisées ailleurs, en France et dans le reste de la région ouest-paléarctique.

## Matériel et méthode

### Zone d'étude

Dans la chaîne des Pyrénées, le Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO) et sa zone périphérique (Décret n°67-265 1967) s'étirent d'ouest en est sur une centaine de kilomètres (Fig. 1 ; WGS84 : 42°20'00" – 43°15'00"N, -00°40'00"W

– 00°30'00"E). L'ensemble s'étend sur 2521 km<sup>2</sup>, pour un tiers sur le département des Pyrénées-Atlantiques (région Aquitaine) et pour deux tiers sur celui des Hautes-Pyrénées (région Midi-Pyrénées). Le PNPO comporte deux parties, la zone centrale (45707 ha) à protection "forte" et la zone périphérique (206352 ha) à vocation de "Pré-parc" sans statut de protection (Mate 2002). Le PNPO regroupe six vallées principales avec des caractéristiques propres. D'ouest en est, on retrouve : la vallée d'Aspe, la vallée d'Ossau, la vallée d'Arrens, la vallée de Cauterets, la vallée de Luz-Gavarnie et la vallée d'Aure (Fig. 1). Le PNPO et sa zone périphérique s'étagent en altitude de 296m (Bielle, Pyrénées-Atlantiques) à 3298 m (Vignemale, Hautes-Pyrénées, point culminant du versant français des Pyrénées).

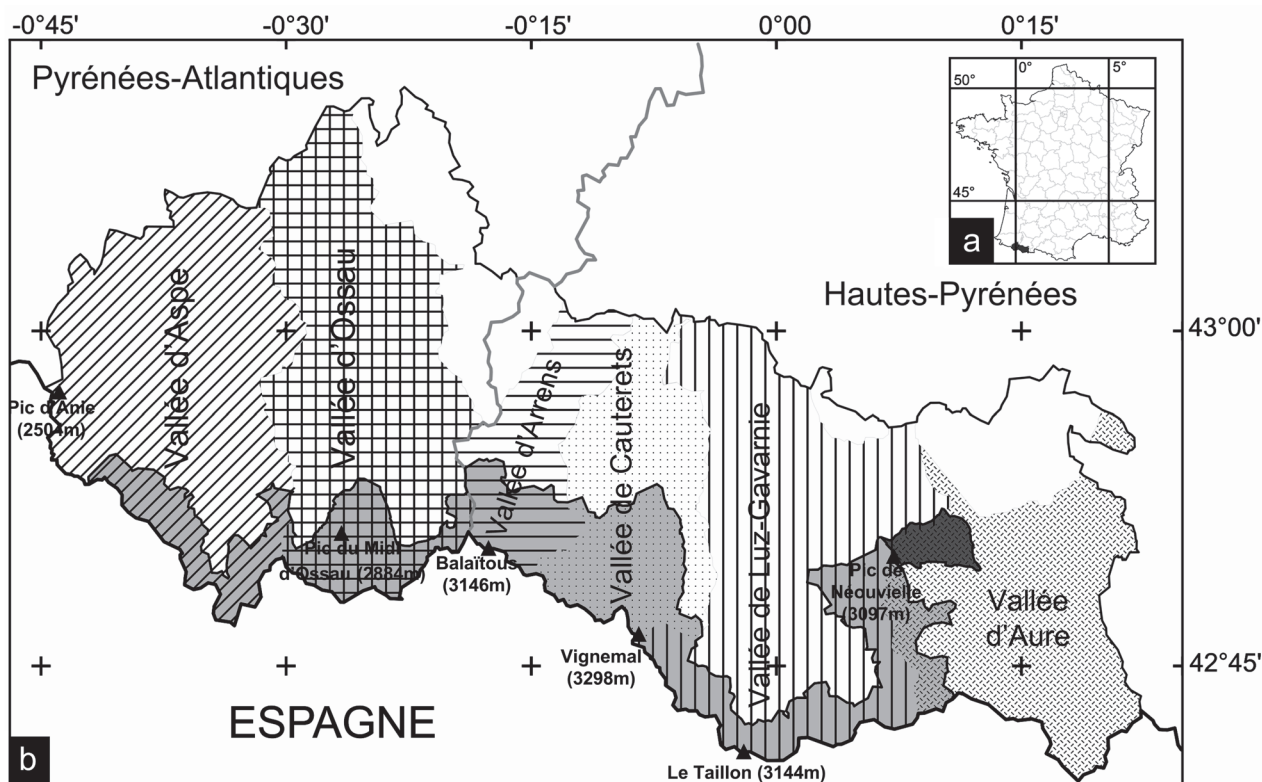
Les caractéristiques générales du relief permettent de distinguer 4 étages dans le PNPO (d'après Dupias 1988, 1990 ; Fig. 2) : - de 900 à 1800 mètres, l'étage montagnard, frais et humide avec la hêtraie – sapinière ou avec la pinède à *Pinus sylvestris* L. ; - de 1800 à 2400 mètres, l'étage subalpin avec la forêt claire de *Pinus uncinata* L., les landes à *Rhododendron ferrugineum* L., les landes à *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. ou avec les pelouses à fétuques (*Festuca eskia* Ramond ex DC., *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richter, *Festuca paniculata* (L.) Schinz & Thell., *Festuca violacea* Schleicher ex Gaudin) ; - de 2400 à 2900 mètres, l'étage alpin avec une végétation rase avec pour seul arbuste *Salix pyrenaica* Gouan ; - au dessus de 2900 mètres, l'étage nival, avec des lichens et des algues.

Les milieux du PNPO sont rattachés au domaine biogéographique alpin. L'étage nival y occupe près de la moitié de la superficie, les étages alpin et subalpin couvrent près de 40% de la zone (Mate 2002).

### Origine des données

Pour établir la liste des espèces de bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO), on a considéré la plupart des données de la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons (BDFGM). Pour les deux tiers, les données proviennent des prospections effectuées durant les mois de juillet-août 2002, 2003 et 2005 (Tab. 1). Les spécimens ont été collectés à vue à l'aide d'un filet ou d'un aspirateur à insectes. Les stations ont été localisées avec une précision de 2 à 10m à l'aide d'un récepteur GPS (Magellan SporTrack Pro). Pour l'essentiel, c'est la zone centrale : le PNPO et la Réserve Naturelle de Néouvielle qui ont fait l'objet des récentes prospections de l'auteur.

Toutes les données ont été encodées et gérées à l'aide du logiciel Data Fauna Flora version 2.0.1 (Barbier *et al.* 2002). La représentation cartographique des données a été réalisée à l'aide du logiciel Carto Fauna Flora (Barbier & Rasmont 2000) dans le datum WGS84. Les données y sont représentées par des points de 2000 mètres de diamètre. Le nombre de spécimens ainsi que le nombre de stations sont mentionnés pour chaque carte.



**Figure 1**  
**Localisation du Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO).** a, Localisation du PNPO en France. b, Les principales vallées constitutives du PNPO (d'après Mate 2002). En gris clair, le PNPO. En gris foncé, la Réserve Naturelle de Néouvielle.

Pour de nombreuses observations, des informations relatives à la station (localisation administrative, coordonnées topographiques, altitude), les informations relatives aux observations (date, plantes butinées) et les informations relatives aux spécimens (espèce, sexe, nombre de spécimens) ont été consignées par les principaux contributeurs aux données de la zone d'étude. Un relevé détaillé est fourni pour toutes les espèces rares (moins de 10 spécimens) pour la zone d'étude en général ou pour le PNPO en particulier. Les données UTM sont exprimées en MGRS, European Data 1950 (ED50). Les coordonnées WGS84 sont en DMS. Les coordonnées conventionnelles sont en WGS84, figurées entre crochets et issues de CFFGazet (The digital Gazetteer for Carto Fauna-Flora software, Barbier & Rasmont 2000).

### Analyse des données

Les données de la Banque de Données Fauniques de Gembloux et Mons ont été utilisées pour replacer la diversité en bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales dans le contexte général des Pyrénées.

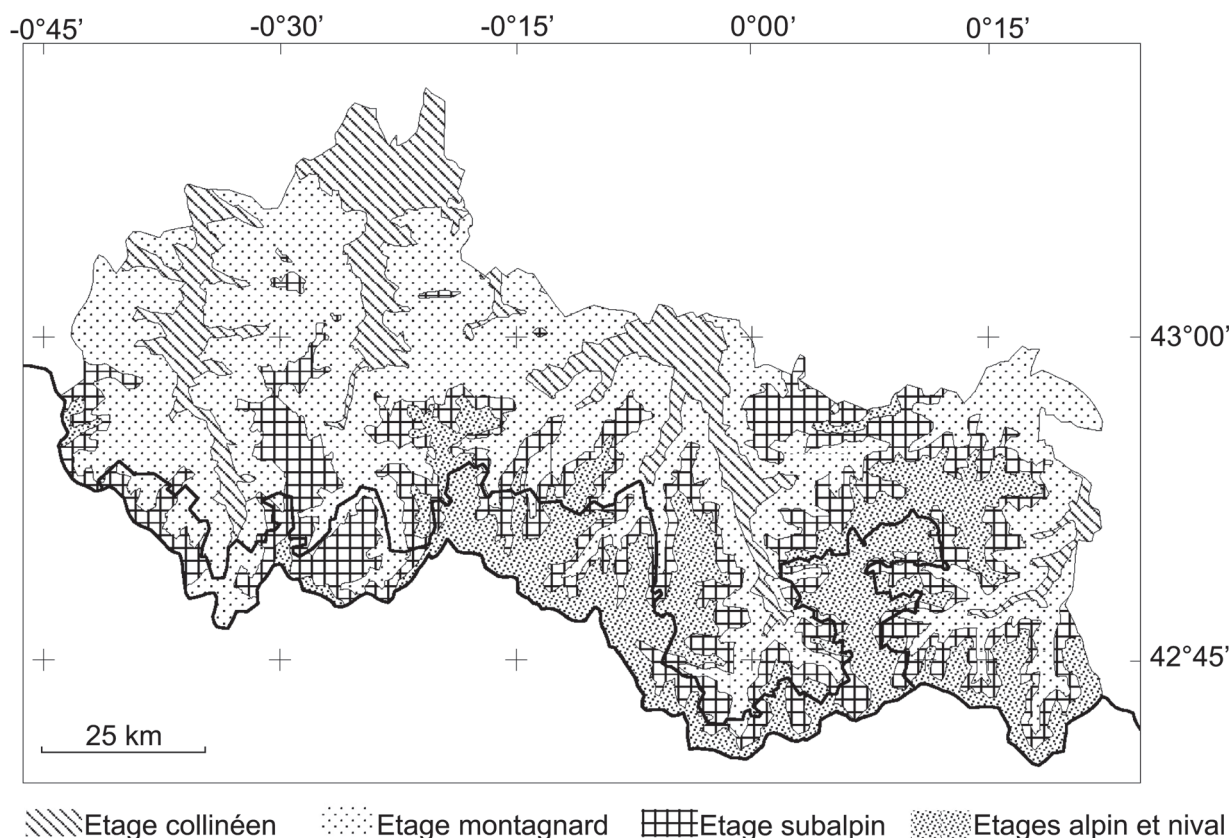
La courbe de richesse totale cumulée a été estimée à l'aide du logiciel EstimateS version 7.5 (Colwell 2005) en utilisant un estimateur, la formule analytique de Colwell *et al.* (2004) et l'intervalle de confiance de 95%.

**Tableau 1.** Principaux contributeurs aux données du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes.

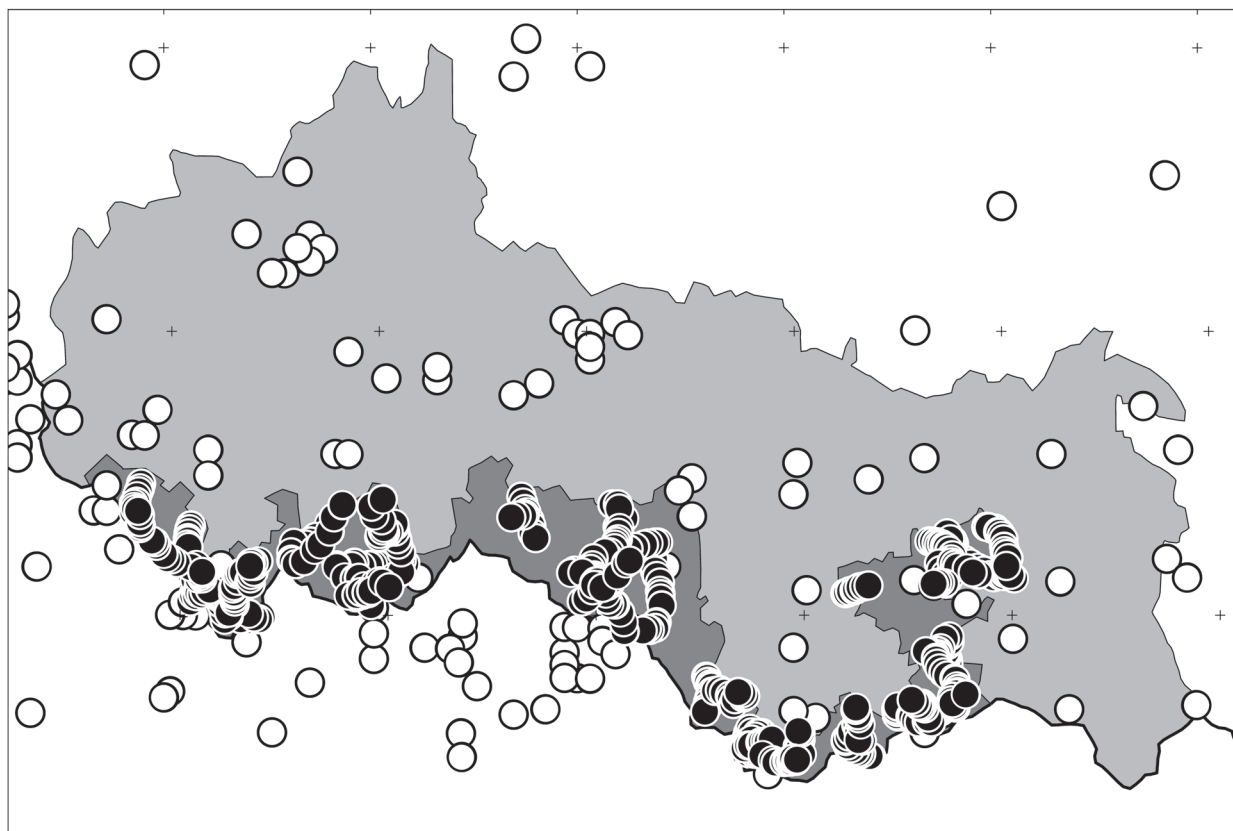
UMH : Université de Mons-Hainaut. ENSAM : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.

Contributeurs	Période d'observation	Nombre de spécimens
S. Iserbyt (UMH)	2002–2005	5889
P. Rasmont (UMH)	1978–1986	1543
R. Delmas (ENSAM)	1924–1976	1059
Autres	1867–2004	736

Des indices mathématiques ont été utilisés pour comparer la diversité et l'originalité de la faune des bourdons des différentes vallées du PNPO à celle d'autres sites connus (Réserves Naturelle d'Eyne, de Nohèdes et de Nyer). L'indice de Shannon-Weaver et l'espérance de Hurlbert (Hurlbert 1971) ont été utilisés pour quantifier la diversité spécifique d'un site (Rasmont *et al.* 1990 ; Legendre & Legendre 1998). La formule mathématique de l'espérance de Hurlbert utilisée est la formule simplifiée de Rasmont *et al.* (1990) et exprime un nombre d'espèces espéré dans un tirage aléatoire de 100 spécimens. L'originalité du



**Figure 2**  
Etages topographiques du Parc National des Pyrénées occidentales et de la zone dite de "pré-parc" (d'après Dupias 1990).



**Figure 3**

**Carte des stations d'échantillonnage au sein du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes.** Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de "pré-parc".

site est évaluée par l'indice de Rareté cumulée de Rasmont *et al.* (1990) et mesure la richesse d'un site en espèces rares ou endémiques par rapport à un territoire de référence : la France continentale. Il s'exprime en spécimens<sup>1</sup>.

Pour estimer au mieux la relation entre les faunes du PNPO et celles d'autres sites : Réserve Naturelle d'Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), de Néouvielle (présent travail), de Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007) et de Nyer (Iserbyt & Rasmont *in lit.*), les coefficients de corrélation de rang de Spearman ont été calculés (Siegel & Castellan 1988). Le rang de chaque espèce a été estimé sur base de l'effectif collecté pour chacune des régions étudiées. Le rang 1 a été attribué à l'espèce la plus abondante. Le logiciel utilisé pour l'analyse est R version 2.1.1 (R : *fBasics* package, *spearmanTest* ; <http://www.r-project.org/>).

## Résultat

### Diversité des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales

Au total, 9227 bourdons de 36 espèces ont été observés dans le territoire du Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO) et les zones adjacentes (Tab. 2).

Les observations sont réparties sur 703 stations disposées pour l'essentielle sur le territoire du PNPO et la Réserve de Néouvielle (Fig. 3). Avant 2002, le PNPO et la Réserve Naturelle de Néouvielle n'avaient fait l'objet que de peu d'observations (Fig. 3).

La courbe de richesse totale cumulée permet d'évaluer la richesse spécifique et l'échantillonnage. Si nous cumulons le nombre d'espèces du point de vue chronologique, nous obtenons une courbe qui rend difficilement compte de la richesse spécifique car le nombre d'espèces rares représente près d'un tiers des espèces. Une estimation de la richesse spécifique totale a donc été calculée (Fig. 4). La représentation graphique du nombre d'espèces cumulée (Fig. 4) montre que très peu d'espèces ont été capturées après les 150 premiers relevés. En fait, la courbe devient asymptotique dès les 50 premiers relevés, et reste inchangée après deux tiers des relevés ce qui indique que la probabilité de capturer d'autres espèces est très faible au terme de la période d'échantillonnage.

**Tableau 2.** Liste des espèces et nombre de spécimens récoltés en France, dans le Parc National des Pyrénées occidentales et les zones adjacentes, à Eyne (Iserbytt *et al.* 2008), à Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007) et à Nyer (Iserbytt *in lit.*).\* : les spécimens des générations d'automne et d'hiver ne sont pas inclus dans cet effectif. \*\* : espèce exclusivement inquiline. ? : bourdon déterminé par Delmas en 1965 comme *Bombus (Allopsithyrus)* sp.

Taxons	France	Zone centrale du PNPO	Zones adjacentes au PNPO	Eyne	Nohèdes	Nyer
<i>Bombus alpinus</i> (L. 1758)	94	-	-	-	-	-
<i>Bombus argillaceus</i> (Scopoli 1763)	434	-	-	-	-	-
<i>Bombus barbutellus</i> (Kirby 1802)**	152	1	2	?	-	-
<i>Bombus bohemicus</i> Seild 1837 **	1257	323	176	104	137	108
<i>Bombus brodmannicus</i> Vogt 1909	371	-	-	-	-	-
<i>Bombus campestris</i> (Panzer 1801) **	428	1	19	4	15	2
<i>Bombus confusus</i> Schenk 1859	506	-	10	21	-	-
<i>Bombus cryptarum</i> (Fabricius 1775)	595	-	-	-	-	-
<i>Bombus cullumanus</i> (Kirby 1802)	95	-	2	4	-	-
<i>Bombus distinguendus</i> Morawitz 1869	38	-	-	-	-	-
<i>Bombus flavidus</i> Eversmann 1852 **	260	44	51	38	38	1
<i>Bombus gerstaeckeri</i> Morawitz 1882	518	7	28	50	5	-
<i>Bombus hortorum</i> (L. 1761)	3774	115	131	329	77	18
<i>Bombus humilis</i> Illiger 1806	3231	102	195	208	208	29
<i>Bombus hypnorum</i> (L. 1758)	648	28	51	23	9	2
<i>Bombus inexpectatus</i> (Tkalcu 1963)	98	-	-	-	-	-
<i>Bombus jonellus</i> (Kirby 1802)	311	-	9	-	-	-
<i>Bombus lapidarius</i> (L. 1758)	6576	205	159	83	7	27
<i>Bombus lucorum</i> (L. 1761)	5363	441	606	1047	514	69
<i>Bombus magnus</i> Vogt 1911	846	8	48	7	10	-
<i>Bombus maxillosus</i> Klug 1817 **	49	-	1	?	-	-
<i>Bombus mendax</i> Gerstaecker 1869	1024	56	77	231	27	-
<i>Bombus mesomelas</i> Gerstaecker 1869	1689	633	281	286	20	-
<i>Bombus mocsaryi</i> Kriechbaumer 1877	163	-	-	1	-	-
<i>Bombus monticola</i> Smith 1849	2325	204	234	552	373	3
<i>Bombus mucidus</i> Gerstaecker 1869	745	51	76	71	19	-
<i>Bombus muscorum</i> (L. 1758)	254	-	2	-	-	-
<i>Bombus norvegicus</i> (Sparre Schneider 1918) **	110	3	7	9	7	1
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli 1763)	8239	137	189	152	152	66
<i>Bombus pomorum</i> (Panzer 1805)	918	-	-	-	-	-
<i>Bombus pratorum</i> (L. 1761)	3197	18	159	141	40	4
<i>Bombus pyrenaicus</i> Pérez 1879	1503	253	240	477	76	5
<i>Bombus quadricolor</i> (Lepeletier 1832) **	244	25	29	35	15	-
<i>Bombus ruderarius</i> (Müller 1776)	4650	317	298	944	147	47
<i>Bombus ruderatus</i> (Fabricius 1775)	1927	-	5	6	4	-
<i>Bombus rupestris</i> (Fabricius 1793) **	1108	14	45	41	22	-
<i>Bombus sichelii</i> Radoszkowski 1859	1757	354	263	217	136	-
<i>Bombus soroensis</i> (Fabricius 1793)	4339	915	826	556	923	38
<i>Bombus subterraneus</i> (L. 1758)	1129	2	10	107	2	-
<i>Bombus sylvorum</i> (L. 1761)	4187	2	44	232	5	1
<i>Bombus sylvestris</i> (Lepeletier 1832) **	1355	36	104	118	16	2
<i>Bombus terrestris</i> (L. 1758)	6132	34	71	101	73	6
<i>Bombus vestalis</i> (Fourcroy 1785) **	325	1	5	-	-	-
<i>Bombus veteranus</i> (Fabricius 1793)	299	-	-	-	-	-
<i>Bombus wurflenii</i> Radoszkowski 1859	2743	208	191	92	15	3
Indéterminé	531	15	30	4	-	10
<b>Nombre total de spécimens</b>	<b>82467</b>	<b>4553</b>	<b>4674</b>	<b>6292</b>	<b>3092</b>	<b>442</b>
<b>Nombre total d'espèces</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>19</b>

Les espèces les plus abondantes sur le territoire du PNPO, par ordre décroissant, sont : *Bombus soroensis*, *B. mesomelas*, *B. lucorum*, *B. sichelii*, *B. bohemicus*, *B. ruderarius* et *B. pyrenaicus*. Les espèces les moins abondantes (moins de 30 spécimens) sont des espèces

exclusivement inquilines : *Bombus barbutellus*, *B. campestris*, *B. norvegicus*, *B. quadricolor*, *B. rupestris* et *B. vestalis*, ainsi que *Bombus gerstaeckeri*, *B. hypnorum*, *B. magnus*, *B. pratorum*, *B. subterraneus* et *B. sylvarum* (Tab. 2).

**Tableau 3.** Liste des espèces et nombre de spécimens récoltés dans les différentes vallées du Parc National des Pyrénées occidentales et dans la Réserve Naturelle de Néouvielle.

\* : espèce exclusivement inquiline. Ossau : vallée d'Ossau ; Luz : vallée de Luz-Gavarnie ; Cauteret : vallée de Cauteret ; Aure : vallée d'Aure ; Arrens : vallée d'Arrens ; Aspe : vallée d'Aspe ; Néouvielle : Réserve naturelle de Néouvielle.

Taxons	Zone centrale du PNPO						Néouvielle
	Arrens	Aspe	Aure	Cauterets	Luz	Ossau	
<i>B. barbutellus</i> (Kirby) *	-	-	-	-	-	1	-
<i>B. bohemicus</i> Scidl *	2	75	7	68	48	123	19
<i>B. campestris campestris</i> (Panzer) *	-	1	-	-	-	-	1
<i>B. flavidus lutescens</i> (Pérez) *	-	6	1	16	18	3	4
<i>B. gerstaeckeri</i> Morawitz	-	-	-	-	7	-	2
<i>B. hortorum asturiensis</i> Tkalcu	-	1	-	-	-	-	-
<i>B. hortorum hortorum</i> (L.)	2	79	-	1	5	27	3
<i>B. humilis quasimuscorum</i> Vogt	9	40	1	21	9	10	6
<i>B. humilis paraurantiacus</i> (Reinig)	-	11	-	-	-	1	-
<i>B. hypnorum hypnorum</i> (L.)	-	8	-	19	-	1	1
<i>B. lapidarius decipiens</i> Pérez	-	34	15	31	35	25	31
<i>B. lapidarius lapidarius</i> (L.)	-	20	7	-	31	7	5
<i>B. lucorum congruens</i> (Krüger)	6	111	21	146	24	133	171
<i>B. magnus</i> Vogt	-	2	-	5	-	1	-
<i>B. mendax latofasciatus</i> Vogt	-	1	1	25	20	9	-
<i>B. mesomelas mesomelas</i> Gerstaecker	27	111	24	37	251	183	3
<i>B. monticola rondoui</i> Vogt	1	11	21	84	47	40	116
<i>B. mucidus mollis</i> Pérez	-	12	7	-	19	13	-
<i>B. norvegicus</i> (Sparre Schneider) *	-	2	-	-	1	-	-
<i>B. pascuorum maculatus</i> Vogt	-	79	-	5	-	5	-
<i>B. pascuorum rufocitrinus</i> Krüger	2	30	-	3	8	5	1
<i>B. pratorum pratorum</i> (L.)	-	2	-	12	2	2	12
<i>B. pyrenaicus pyrenaicus</i> Pérez	1	5	28	92	96	31	63
<i>B. quadricolor quadricolor</i> Lepeletier *	-	16	1	-	6	2	-
<i>B. ruderarius f. montanus</i> Lepeletier	-	25	5	54	32	25	23
<i>B. ruderarius f. ruderarius</i> (Müller)	-	49	22	40	39	26	13
<i>B. rupestris vasco</i> (Lepeletier) *	-	9	-	1	2	2	-
<i>B. sichelii flavissimus</i> (Tkalcu)	1	85	32	115	77	44	71
<i>B. soroensis lectitatus</i> Kruseman	27	170	85	197	208	228	198
<i>B. subterraneus tectosagorum</i> Kruseman	-	-	-	-	-	2	-
<i>B. sylvarum f. nigrescens</i> Pérez	-	-	-	-	-	1	-
<i>B. sylvarum f. sylvarum</i> (L.)	-	-	-	-	-	1	-
<i>B. sylvestris</i> Lepeletier *	2	18	-	10	3	3	1
<i>B. terrestris lusitanicus</i> Krüger	-	8	2	3	-	8	6
<i>B. terrestris terrestris</i> (L.)	1	6	1	2	1	2	3
<i>B. vestalis</i> (Fourcroy) *	-	-	-	-	1	-	2
<i>B. wurflenii pyrenaicus</i> (Vogt)	3	77	20	11	67	30	9
<b>Nombre total de spécimens</b>	<b>84</b>	<b>1104</b>	<b>301</b>	<b>998</b>	<b>1057</b>	<b>994</b>	<b>764</b>
<b>Nombre total d'espèces</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>21</b>

La comparaison de la faune des bourdons du PNPO et des zones adjacentes montre quelques différences. Par rapport aux observations des zones adjacentes du parc, six espèces (*Bombus confusus*, *B. cullumanus*, *B. jonellus*, *B. maxillosus*, *B. muscorum* et *B. ruderatus*) n'ont pas été observées sur le territoire du PNPO (Tab. 2). Parmi celles-ci, quatre espèces ont été observées à proximité du PNPO, soit au-delà de la zone dite de "pré-parc" (*Bombus confusus*), soit sur le versant espagnol (*Bombus cullumanus*, *B. maxillosus*, *B. muscorum*) à moins de 10 kilomètres de la frontière. Les deux autres espèces (*Bombus jonellus* et *B. ruderatus*) ont été observées dans la zone à vocation de "pré-parc".

Quatre espèces (*Bombus bohemicus*, *B. flavidus*, *B. norvegicus*, *B. quadricolor*) ont été observées plus fréquemment sur le territoire du PNPO que sur les zones adjacentes du Parc (Tab. 2). A l'inverse, quatre espèces (*Bombus humilis*, *B. magnus*, *B. pratorum*, *B. sylvorum*) ont été observées en plus grande abondance sur les zones adjacentes du Parc que sur le territoire du PNPO (Tab. 2).

Les listes d'espèces des différentes vallées du secteur étudié montrent des différences quantitatives et qualitatives (Tab. 3). Toutes les espèces présentes sur le territoire du PNPO ne sont pas représentées dans chacune des vallées. Les différentes vallées présentent des listes d'espèces relativement proches en ce qui concerne les espèces les plus abondantes (10 espèces communes à toutes les vallées, 7 espèces communes à 5 vallées sur les 6, Tab. 3). Les espèces qui différencient

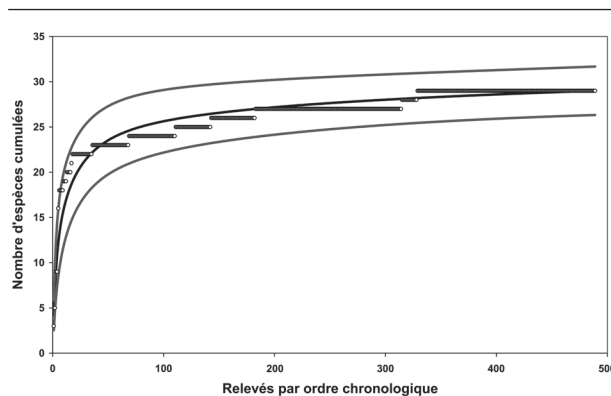


Figure 4  
Courbe de richesse totale cumulée des espèces de bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales. En noir, courbe de Colwell. En gris, l'intervalle de confiance à 95%.

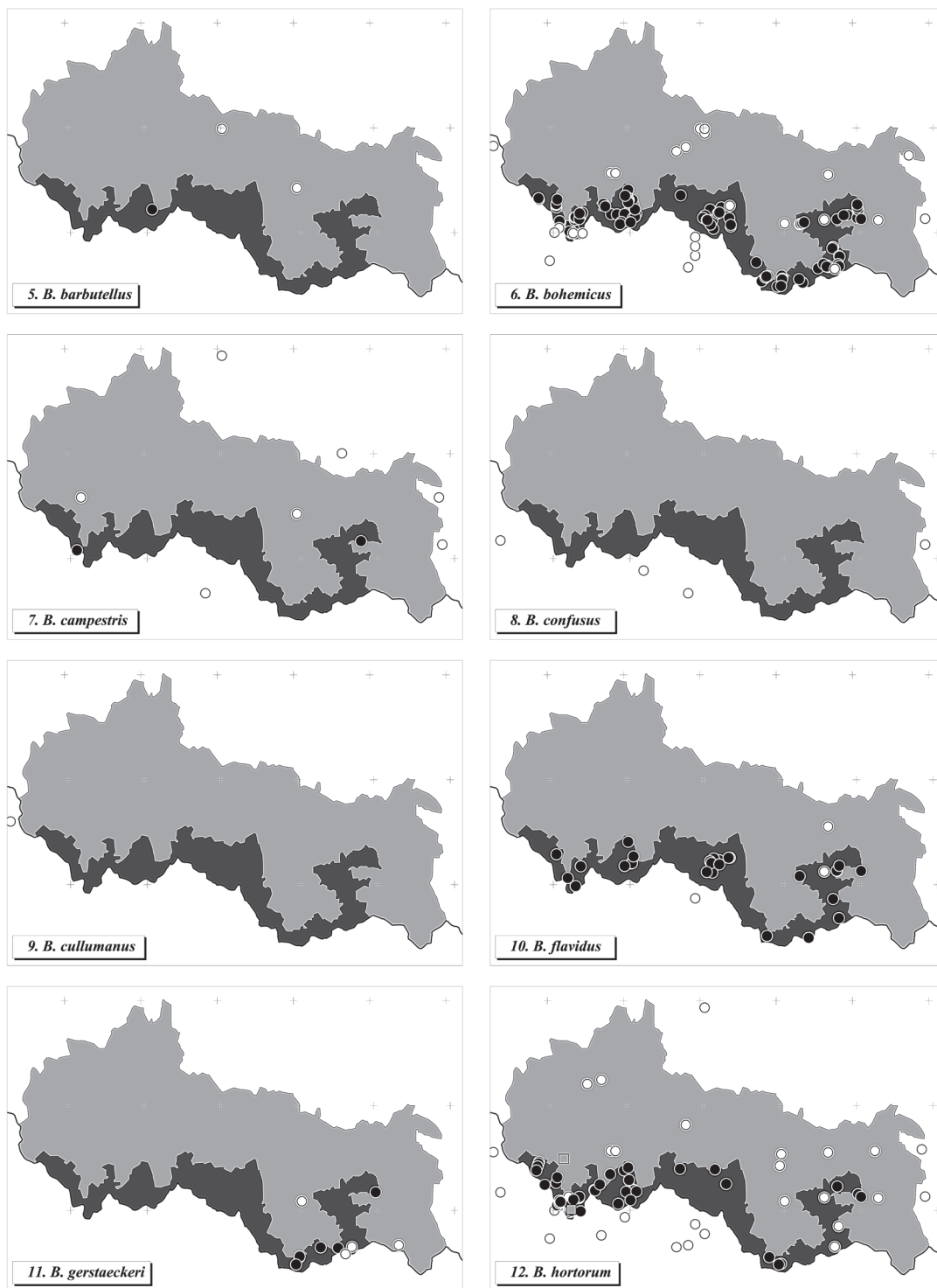
les vallées les unes des autres sont des espèces présentes en relativement faibles effectifs (par exemple, *Bombus barbutellus*, *B. campestris*, *B. gerstaeckeri*, *B. magnus*, *B. norvegicus*, *B. subterraneus*, *B. sylvorum* ou *B. vestalis*). Très communes dans les différentes vallées du PNPO, 17 espèces de bourdons constituent un assemblage types d'espèces au sein de la communauté des bourdons du PNPO. Les 13 autres espèces constitutives de la faune du PNPO, sont plus rares et peuvent présenter des préférences écologiques plus spécifiques pour ne se cantonner qu'à l'une ou l'autre vallée.

Les indices de diversité et d'originalité des différentes

Tableau 4. Estimation de la diversité et de l'originalité des sites étudiés.

\* : Nombre d'espèces espéré dans un tirage aléatoire de 100 spécimens. PNPO : Parc National des Pyrénées occidentales. \*\* : Les spécimens de la Réserve Naturelle de Néouvielle sont inclus dans ces effectifs. <sup>(a)</sup> : spécimens non identifiés exclus.

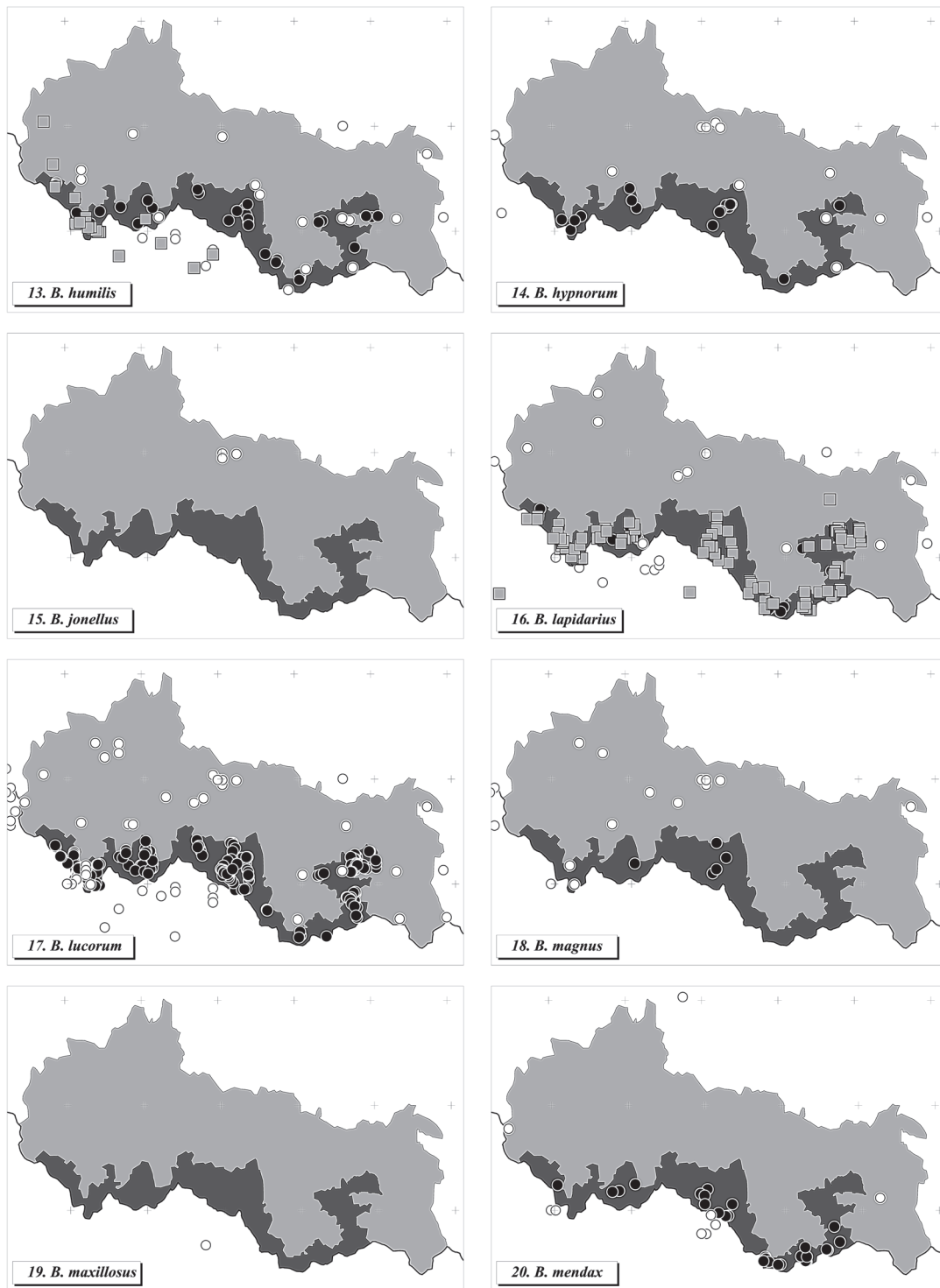
Sites	Nombre de spécimens	Nombre d'espèces	Superficie (km <sup>2</sup> )	Shannon-Weaver (Bit)	Hurlbert*	Rareté cumulée (spécimens <sup>-1</sup> )
Arrens	84	13	52,7	2,65	11,4	0,004
Aspe	1104	25	69,6	3,83	17,1	0,026
Aure	301	16	32,2	3,28	12,6	0,012
Cauterets	998	21	99,5	3,58	15,9	0,013
Luz	1057	24	125,4	3,47	15,6	0,027
Ossau	994	26	77,4	3,43	15,7	0,025
<b>Zone centrale du PNPO</b>	<b>4538<sup>(a)</sup></b>	<b>30</b>	<b>457</b>	<b>3,78</b>	<b>17,8</b>	<b>0,039</b>
Réserve Naturelle de Néouvielle	764	21	23	3,06	12,6	0,018
<b>Zones adjacentes au PNPO **</b>	<b>4644<sup>(a)</sup></b>	<b>36</b>	<b>6043,7</b>	<b>4,2</b>	<b>22,6</b>	<b>0,080</b>
Réserve Naturelle d'Eyne (Iserbyt <i>et al.</i> 2008)	6292	33	20	4,04	21,1	0,051
Réserve Naturelle de Nohèdes (Gosselin <i>et al.</i> 2007)	3486	29	29	3,51	17,8	0,030
Réserve Naturelle volontaire de Nyer (Iserbyt & Rasmont <i>in lit.</i> )	442	19	37	3,18	12,8	0,020



Figures 5–12

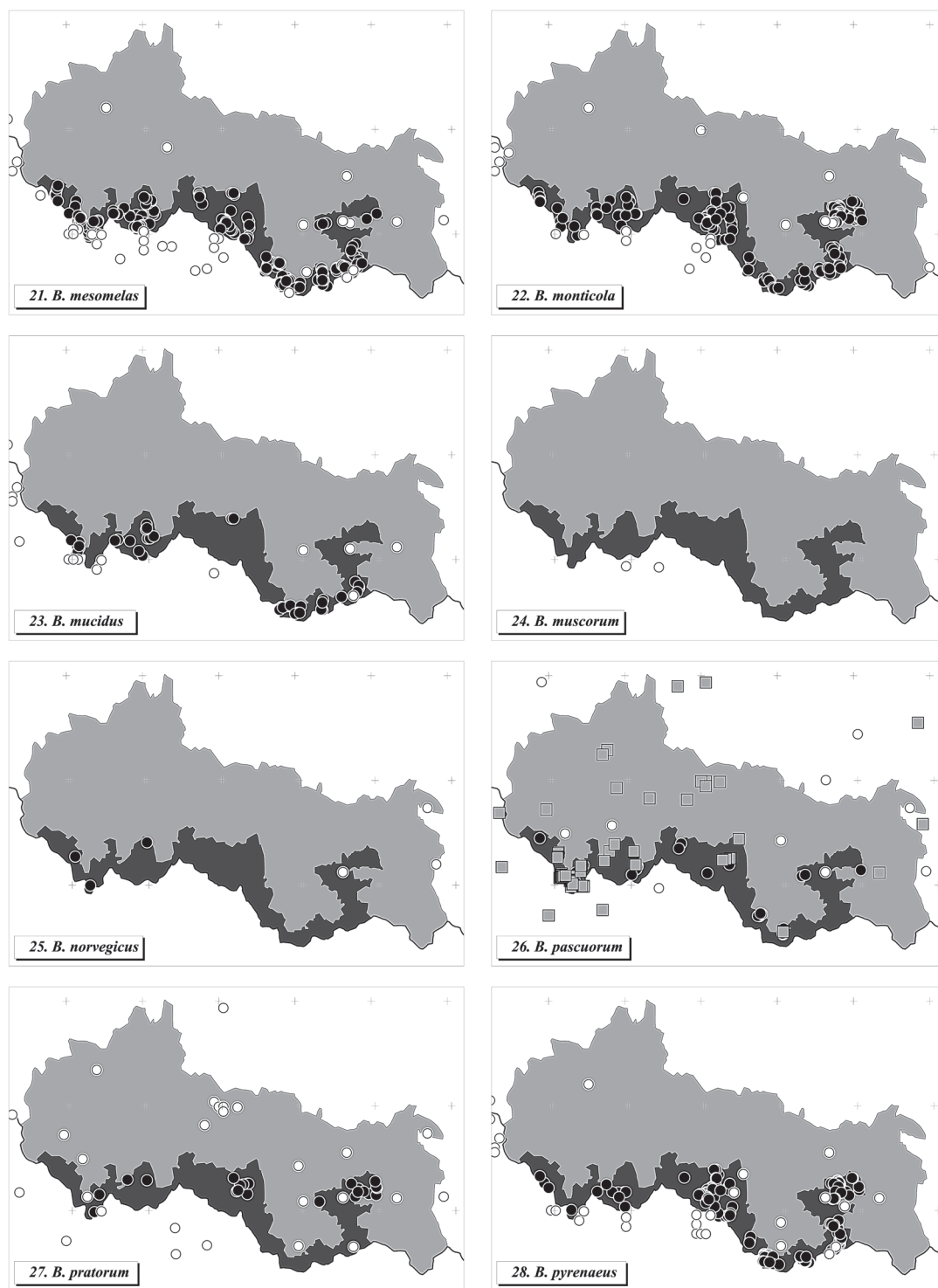
Cartes de distribution des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes. 5, *Bombus barbutellus* (Kirby) \* (3 spécimens, 3 stations) ; 6, *Bombus bohemicus* Seidl \* (499 spécimens, 173 stations) ; 7, *B. campestris* Panzer \* (20 spécimens, 12 stations) ; 8, *B. confusus* Schenck (10 spécimens, 8 stations) ; 9, *B. cullumanus* (Kirby) (1 spécimen, 1 station) ; 10, *B. flavidus* Eversmann \* (96 spécimens, 34 stations) ; 11, *B. gerstaeckeri* Morawitz (38 spécimens, 20 stations) ; 12, *B. hortorum* (L.) (246 spécimens, 151 stations). Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de "pré-parc". \* : espèce inquiline obligatoire.





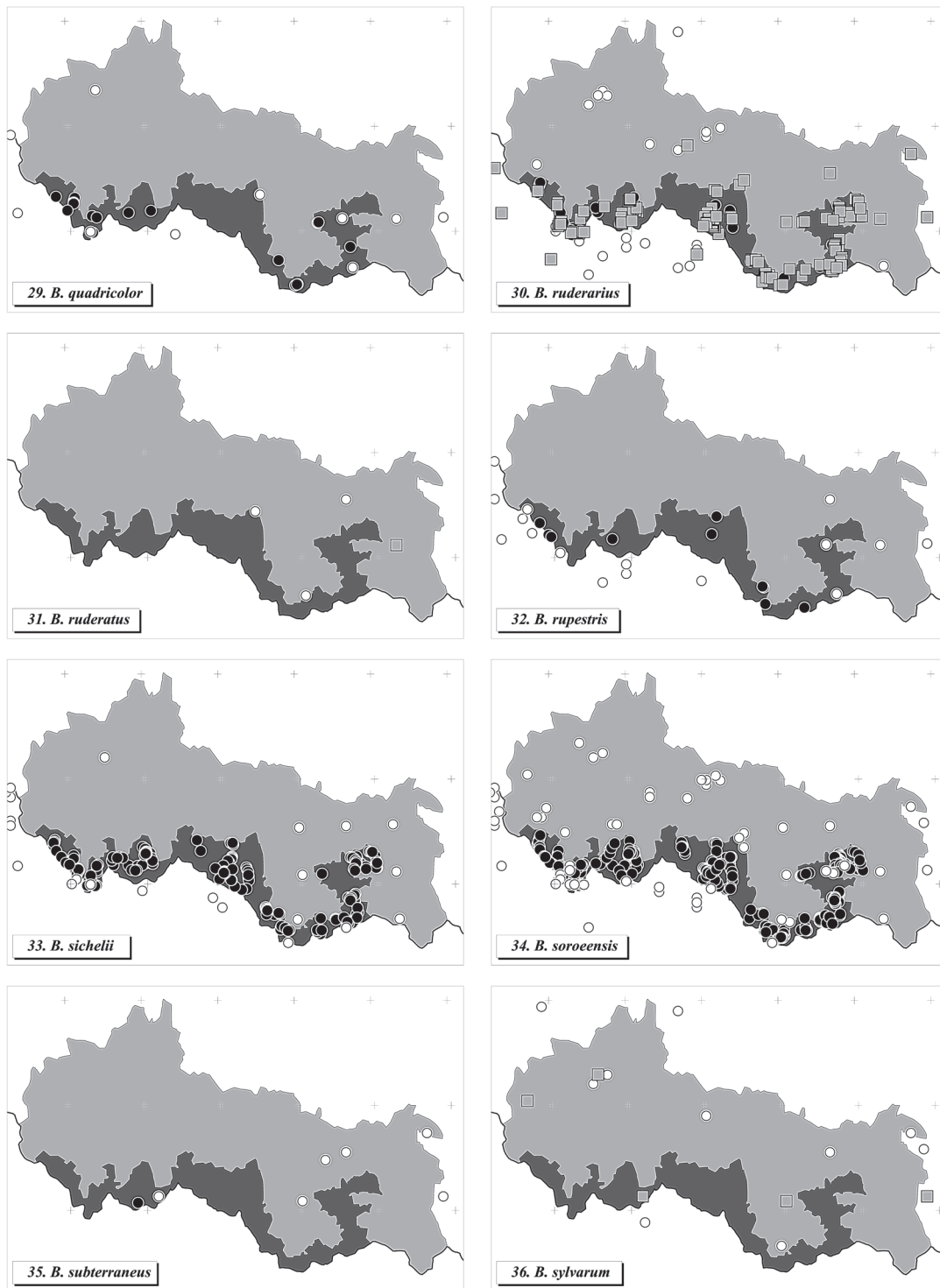
Figures 13–20

Cartes de distribution des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes. 13, *B. humilis* Illiger (297 spécimens, 146 stations) ; 14, *B. hypnorum* (L.) (79 spécimens, 45 stations) ; 15, *B. jonellus* (Kirby) (9 spécimens, 4 stations) ; 16, *B. lapidarius* (L.) (266 spécimens, 229 stations) ; 17, *B. lucorum* (L.) (1047 spécimens, 368 stations) ; 18, *B. magnus* Vogt (56 spécimens, 28 stations) ; 19, *B. maxillosus* Klug \* (1 spécimen, 1 station) ; 20, *B. mendax* Gerstaecker (133 spécimens, 58 stations). Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de "pré-parc". \* : espèce inquiline obligatoire.



Figures 21–28

Cartes de distribution des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes. 21, *B. mesomelas* Gerstaecker (913 spécimens, 375 stations) ; 22, *B. monticola* Smith (438 spécimens, 243 stations) ; 23, *B. mucidus* Gerstaecker (127 spécimens, 75 stations) ; 24, *B. muscorum* (L.) (2 spécimens, 2 stations) ; 25, *B. norvegicus* Schenck \* (10 spécimens, 8 stations) ; 26, *B. pascuorum* (Scopoli) (326 spécimens, 176 stations) ; 27, *B. pratorum* (L.) (177 spécimens, 68 stations) ; 28, *B. pyrenaicus* Pérez (493 spécimens, 231 stations). Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de "pré-parc". \* : espèce inquiline obligatoire.



Figures 29–36

Cartes de distribution des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes. 29, *B. quadricolor* Lepeletier \* (54 spécimens, 34 stations) ; 30, *B. ruderarius* Müller (590 spécimens, 381 stations) ; 31, *B. ruderatus* (Scopoli) (5 spécimens, 4 stations) ; 32, *B. rupestris* Fabricius \* (59 spécimens, 34 stations) ; 33, *B. sichelii* Radoszkowski (617 spécimens, 238 stations) ; 34, *B. soroeensis* Fabricius (1739, 437 stations) ; 35, *B. subterraneus* (L.) (12 spécimens, 9 stations) ; 36, *B. sylvarum* (L.) (46 spécimens, 29 stations). Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de "pré-parc". \* : espèce inquiline obligatoire.

vallées du PNPO et de la Réserve Naturelle de Néouvielle sont très contrastés (Tab. 4). L'abondance et la diversité des bourdons semblent nettement plus faibles dans les vallées d'Arrens et d'Aure, malgré des efforts soutenus d'échantillonnage. Les diversités spécifiques (Shannon-Weaver, espérance de Hurlbert) des autres vallées du PNPO sont comparables. L'indice de rareté cumulée est plus élevé pour les vallées d'Aspe, de Luz-Gavarnie et d'Ossau que pour les autres vallées, ce qui indique la présence de plus d'espèces rares (Tab. 4).

### Distribution locale des espèces

La répartition non uniforme des espèces sur le territoire du PNPO et des zones adjacentes suggère des différences dans leurs affinités écologiques (Figs 5–40).

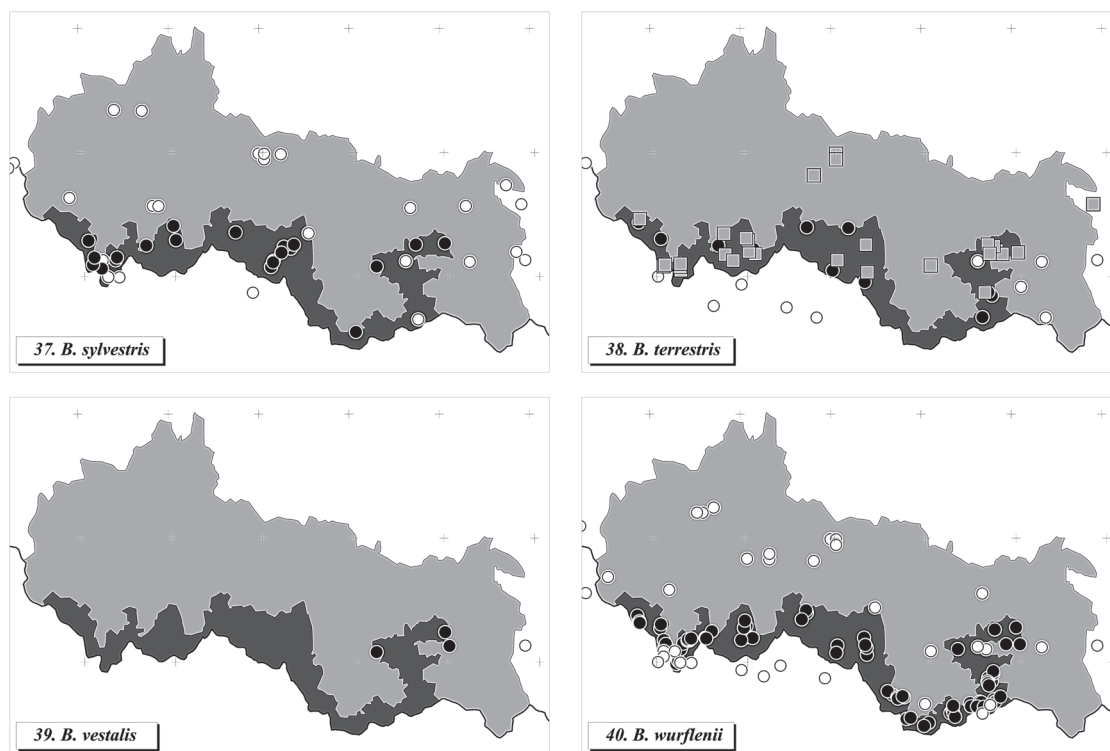
## Discussion

### Diversité spécifique

Le Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO) compte 30 espèces de bourdons, soit environ 65% des

espèces de la faune de la France continentale. C'est donc une zone riche en espèces. Plusieurs espèces rares à l'échelle de la France sont relativement bien présentes sur le territoire du PNPO : *Bombus flavidus*, *B. norvegicus* et *B. quadricolor* (Tab. 2).

Comme dans les Alpes cottiennes (Comba 1972), en Fennoscandie (Løken 1973, 1984 ; Pekkarinen *et al.* 1981), en Espagne (Ornosa Gallego 1984), dans le Languedoc-Roussillon (Rasmont 1988), en Belgique (Rasmont & Mersch 1988), dans les Monts cantabriques (Obeso 1992), en Lombardie (Cornalba 2007) et à Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), on observe une importante diversité en espèces inquilines obligatoires (plus de 8 espèces). Mais dans le PNPO, la proportion relative d'espèces inquilines obligatoires (9,8%) est très élevée en comparaison à celle de certaines de ces régions (Tab. 5). Comme Berezin (1990) le suggère pour l'île de Wrangel, la forte proportion en espèces inquilines du PNPO doit résulter de fortes contraintes écologiques. Bolotov & Kolosova (2006) montrent que la proportion d'inquilines est très significativement plus élevées dans les zones à permafrost (14,8–33,5%) que



Figures 37–40

Cartes de distribution des bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales et des zones adjacentes. 37, *B. sylvestris* Lepeletier \* (140 spécimens, 60 stations) ; 38, *B. terrestris* (L.) (107 spécimens, 72 stations) ; 39, *B. vestalis* (Fourcroy) \* (6 spécimens, 6 stations) ; 40, *B. wurflenii* Radoszkowski (399 spécimens, 188 stations). Les ronds blancs représentent les observations antérieures à 2002 ; les ronds noirs représentent les observations de 2002 à 2005. En gris foncé, le PNPO. En gris clair, la zone dite de «pré-parc». \* : espèce inquiline obligatoire.

dans les zones adjacentes sans permafrost (1,7–2,5%). Ainsi, dans les paysages glaciaires à karst (Zhang *et al.* 2003), la proportion en espèces inquilines obligatoires est nettement plus importante (Tab. 5) qu'ailleurs. Au niveau paléarctique, il existe une corrélation significative entre la latitude et le pourcentage des espèces d'abeilles parasites (Wcislo 1987, Wcislo & Cane 1996, Patenaude 2007). De manière correspondante, la proportion en espèces inquilines obligatoires est plus importante dans les régions de hautes montagnes qu'ailleurs (Tab. 5).

### Distribution locale des espèces

La plupart des espèces relevées par Pérez (1890), Kruseman (1958), Delmas (1976), Ornos Gallego (1984) et Rasmont (1988) pour les Pyrénées ont été observées sur le territoire du PNPO à l'occasion de la présente étude.

L'échantillonnage concentré dans le PNPO et la Réserve Naturelle de Néouvielle lors des dernières prospections pourrait expliquer les différences faunistiques constatées entre la faune du PNPO et les zones adjacentes du Parc. Les espèces qui habitent

exclusivement la montagne (*Bombus bohemicus*, *B. flavidus*, *B. gerstaeckeri*, *B. mendax*, *B. mesomelas*, *B. monticola*, *B. mucidus*, *B. pyrenaicus*, *B. rupestris*, *B. sichelii*, *B. soroensis*, *B. wurflenii*) selon Pérez (1890), Delmas (1976), Ornos Gallego (1984) et Rasmont (1988) représentent une part importante des effectifs observés (67,5%) dans le PNPO.

### Cas de *Bombus barbutellus* (Kirby 1802) (Fig. 5)

France, Pyrénées-Atlantiques, Fabrèges, Gave de Brousset, WGS84 42°50'39,4"N - 00°23'07,2"W, 1330m, 20.VII.2003, s/ *Eryngium bourgatii*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Hautes-Pyrénées, Forêt d'Arragnat, ED50 30 T YN2864, 1440m, 08.VIII.1983, s/ *Epilobium angustifolium*, 1 ♂, réc. P. Rasmont ; Viscos, ED50 30 T YN4452, 650m, 09.VI.1972, s/ *Lathyrus sp.*, 1 ♀, réc. W.F. Reinig ; Espagne, Huesca, San Juan de la Peña, [WGS84 42°31'00N - 00°38'00W], 04.VII.1943, 1 ♂, cité par Ornos Gallego (1984).

D'après Pérez (1890), *Bombus barbutellus* est une espèce assez fréquente dans la montagne. Pourtant dans le sud-ouest de la France, cette espèce ne se retrouve que dans une station du département des Hautes-Pyrénées

**Tableau 5.** Proportion entre le nombre de spécimens d'espèces inquilines obligatoires et le nombre de spécimens d'espèces non inquilines par région.

\* : espèce exclusivement inquiline

Zones d'étude	Références	Proportion Inquiline*/Non inquiline (%)
Parc National de Świętokrzyskie (Pologne)	Bak & Pawlikowski 2007	69,0
Massif Ceahlău (Roumanie)	Tomozei 2003	51,1
Puumala (Finlande)	Teräs 1976	30,7
Molise (Italie)	Augello <i>et al.</i> 2007	28,6
Suède	Løken 1973, 1984	26,4
Danemark	Calabuig 2000	20,0
Monts Sibillini (Italie)	Ricciardelli d'Albore 1997	18,4
Finlande	Pekkarinen <i>et al.</i> 1981	13,1
Monts Babia Gora (Pologne)	Dylewska 1966	11,8
<b>PNPO</b>	<b>Présent travail</b>	<b>10,9</b>
Nohèdes (France, Pyrénées-Orientales)	Gosselin <i>et al.</i> 2007	8,8
Valle Fiorita (Italie)	Graziano 2002	8,7
Monts de Fagaras (Roumanie)	Ban 2006	7,8
Lithuanie	Monsevicius 1995	7,0
Eyne (France, Pyrénées-Orientales)	Iserbyt <i>et al.</i> 2008	5,9
Languedoc-Roussillon (France)	Rasmont 1988	5,5
Belgique	Rasmont & Mersch 1988	4,8
Parc National de Wigry (Pologne)	Banaszak & Krzysztofak 1996	4,4
Valais (Alpes suisses)	Oertli <i>et al.</i> 2005	3,9
Espagne	Ornos Gallego 1984	2,9
Pologne	Kosior <i>et al.</i> 2009	2,9
Aveyron (France)	Rasmont <i>et al.</i> 1987	2,8
Valli del Pellicci (Alpes italiennes)	Comba 1960	2,6
Turquie	Rasmont & Flagothier 1996	2,4
Larzac (France)	Rasmont 1989	2,1

(Forêt d'Arragnat ; Rasmont 1988) et dans une station dans le nord de la péninsule ibérique (San Juan de la Peña ; Ornosa Gallego 1984). Sur le territoire du Parc National et des zones adjacentes, *B. barbutellus* est une espèce fort rare (Tab. 2, n = 3).

Les hôtes potentiels connus de cette espèce sont *Bombus hortorum* et *B. hypnorum* (Pouvreau 1973, Løken 1984). Ces deux espèces d'hôtes potentiels sont beaucoup plus abondantes dans le PNPO que *Bombus barbutellus*.

#### Cas de *Bombus bohemicus* Seidl 1837 (Fig. 6)

Pour Pérez (1890), *Bombus bohemicus* est une espèce commune dans les Pyrénées. Au Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) considère *B. bohemicus* comme une espèce de montagne que l'on retrouve au dessus de 1200m d'altitude. Dans la zone étudiée, *B. bohemicus* est une espèce que l'on a surtout observée dans les étages montagnard et subalpin du PNPO (80% des effectifs dans l'intervalle 1385–2265 m) mais que l'on retrouve sporadiquement à plus basses altitudes. Tout comme son hôte (*Bombus lucorum*, Fig. 17), *Bombus bohemicus* est l'espèce inquiline obligatoire la plus répandue.

#### Cas de *Bombus campestris* (Panzer 1801) (Fig. 7)

Espagne, Huesca, Tramacastilla de Tena, ED50 30 T YN23, 1100m, 15.VI.1984, s/ *Vicia* sp., 1 ♀, réc. L. Castro ; France, Hautes-Pyrénées, Cadéac, ED50 31 T BH85, VII.1929, 1 ♀, cité par Ornosa Gallego (1984) ; Vieille-Aure, Les Laquettes, WGS84 42°49'59,1"N – 00°09'29,2"E, 2080m, 15.VII.2005, s/ *Thymus* sp., 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Bourisp, ED50 31 T BH84, 03.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Campan, ED50 31 T BH66, 28.V.1970, 1 ♀, réc. R. Delmas ; Campan, ED50 31 T BH84, 08.VIII.1976, 8 ♂, réc. R. Delmas ; Genos, ED50 31 T BH84, 22.VII.1976, 2 ♀, réc. R. Delmas ; Genos, ED50 31 T BH84, 13.VIII.1976, 1 ♀, réc. R. Delmas ; Viscos, ED50 30 T YN4452, 650m, 09.VI.1972, s/ *Lathyrus* sp., 1 ♀, réc. W.F. Reinig ; Pyrénées-Atlantiques, Etsaut, Route Forestières d'Espélunguères, WGS84 42°48'56,6"N – 00°34'57,5"W, 1415m, 28.VII.2003, s/ *Hypericum maculatum*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Pyrénées-Atlantiques, Bois de Bénéjacq, ED50 30 T YN2885, 340m, 16.VII.1986, s/ *Rubus* sp., 1 ♂, réc. P. Rasmont ; Pyrénées-Atlantiques, Gare d'Etsaut, ED50 30 T XN9854, 580m, 03.VII.1982, s/ *Knautia* sp., 1 ♀, réc. P. Rasmont.

D'après Pérez (1890), *Bombus campestris* est une espèce courante dans la montagne à toutes les altitudes. Sur le territoire du PNPO, *B. campestris* est une espèce fort rare. Seul un spécimen, mâle, a été observé sur le

territoire du PNPO en lisière d'une hêtraie à 1415m d'altitude. Tout comme Rasmont (1988) l'indique pour le Languedoc-Roussillon, *B. campestris* est dans le PNPO beaucoup moins répandue que son hôte principale : *Bombus pascuorum* (Fig. 26).

#### Cas de *Bombus confusus* Schenck 1859 (Fig. 8)

France, Hautes-Pyrénées, Bourisp, ED50 31 T BH84, 03.VIII.1976, 1 ouvrière, réc. R. Delmas ; Campan, ED50 31 T BH84, 07.VIII.1976, 2 ♂, réc. R. Delmas ; Ens, ED50 31 T BH84, 10.VIII.1976, 1 ouvrière, réc. R. Delmas ; Espagne, Huesca, El Pueyo de Jaca, ED50 30 T YN23, 1160m, 16.VI.1984, s/ *Echium* sp., 1 ♀, réc. L. Castro ; Formigal, ED50 30 T YN1539, 1660m, 02.VIII.1983, s/ *Trifolium pratense*, 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Tramacastilla de Tena, ED50 30 T YN23, 1100m, 15.VI.1984, s/ *Vicia* sp., 1 ♀, réc. L. Castro, Selva de Oza, ED50 30 T XN84, 26.VII.1980, 1 ♀, réc. L. Castro.

Alors que Delmas (1976) considère que *B. confusus* existe dans presque toutes les régions de France mais dans les biotopes favorables, Ornosa Gallego (1984) et Rasmont (1988) considèrent cette espèce comme rare. Dans les Pyrénées, *Bombus confusus* est représenté par deux sous-espèces : *confusus* Schenck et *paradoxus* Dalla Torre.

*Bombus confusus paradoxus* est un taxon encore plus rare et moins dispersé que la sous-espèce *confusus*, elle-même en très forte régression en Europe (Rasmont *et al.* 2005). La présence d'un seul spécimen de *B. confusus paradoxus* dans les Hautes-Pyrénées à Tarbes (à 50km du PNPO) a été signalée par Pérez (1890). Reinig (*in lit.*) considère même la sous-espèce *paradoxus* comme éteinte. *Bombus confusus* est une espèce qui était attendue au PNPO mais qu'on n'y a pas observée. Cette espèce est caractéristique des pelouses sèches (Reinig 1970, Ornosa Gallego 1984) riches en légumineuses (Delmas 1976, Rasmont 1988, Benton 2006, Iserbyt *et al.* 2008). Dans le Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) associe *Bombus confusus* aux plateaux xériques de moyenne montagne (400–1200m) A Eyne, Iserbyt *et al.* (2008) associent cette espèce aux près de fauches de moyenne montagne (80% des effectifs de ces espèces dans la gamme d'altitude 1570–1630m). Les exigences écologiques de cette espèce ne semblent pas être rencontrées dans le PNPO qui s'étage de 1073 à 3298m et où les terrains ouverts de basses altitudes sont peu fréquents (Fig. 2), ce qui peut expliquer son absence de l'échantillonnage.

#### Cas de *Bombus cullumanus* (Kirby 1802) (Fig. 9)

Espagne, Huesca, Zuriza, Hoya del Portillo de Larra, ED50 30 T XN 8354, 1768m, 13.VII.1982,

s/ *Carduus carlinoides*, 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Canfranc, [WGS84 42°43'00"N – 00°31'00"W], VIII.1943, 1 ouvrière, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornos Gallego 1984) ; Navarra, Rincon de Belagua, ED50 30 T XN 7954, 1200m, 14.VII.1982, s/ *Trifolium pratense*, 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Gerona, Camprodón, [WGS84 42°19'00"N – 02°22'00"E], 1 ♀ réc. Martorell (cité par Ornos Gallego 1984) ; Camprodón, 06.VIII.1922, 1 ♀, réc. A. Codina ; Ribas de Fresser, [WGS84 42°18'00"N – 02°10'00"E], 24.VI.1922, 1 ouvrière, réc. Zariquierey (cité par Ornos Gallego 1984).

Pérez (1890) ne fait aucune mention de la présence de cette espèce au Sud-Ouest. D'après Delmas (1976), *Bombus cullumanus* est une espèce qui existe sporadiquement dans toutes les régions de France mais dans les biotopes favorables. Depuis la fin des années '70, Rasmont (1988) n'a eu l'occasion d'observer dans la zone d'étude que deux ouvrières de *Bombus cullumanus* dans le nord de l'Espagne. En Espagne, Ornos Gallego (1984) signale la présence de 4 spécimens exclusivement dans les zones montagneuses des Pyrénées (Camprodón, Ribas de Fresser et Canfranc) à une gamme d'altitude qui va de 1400 à 2300m. *Bombus cullumanus* (Fig. 9) est une espèce qui était attendue au PNPO mais qu'on n'y a pas observée. Selon Rasmont (1988), dans le Languedoc-Roussillon, *Bombus cullumanus* se trouve le plus fréquemment avec *B. confusus* et forme avec ce dernier un groupe écogéographique lié aux plateaux xériques de moyenne montagne. Sur le territoire du PNPO, l'absence de *Bombus cullumanus* peut être corrélée à la faible abondance de l'espèce "syntopique" : *B. confusus*. *Bombus cullumanus* est une espèce à distribution atlantique en danger d'extinction, qui ne subsiste entre autre que dans quelques localités des Pyrénées (Rasmont *et al.* 2005).

#### Cas de *Bombus flavidus* Eversmann 1852 (Fig. 10)

*Bombus flavidus* est une espèce boréomontane (Pittioni 1942) qui est présente dans les zones de hautes altitudes (Ornos Gallego 1984) mais peu commune dans les Pyrénées au-delà de 1800m (Rasmont 1988). Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *lutescens* Pérez 1890. Sur le territoire du Parc National, *B. flavidus* (Fig. 10) est une espèce que l'on a surtout observée dans le PNPO, au-delà de 1335m. Pour le Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) émet l'hypothèse que *Bombus pyrenaicus* pourrait être un hôte plus probable que *Bombus monticola*. Dans la zone d'étude, la distribution de *B. flavidus* recouvre autant celle de *Bombus monticola* (32% de stations communes, Fig. 22) que celle de *B. pyrenaicus* (35% de

stations communes, Fig. 28). De même, l'étagement en altitude de *Bombus flavidus* (1270–2470m) correspond à celui de *Bombus monticola* (1200–2590m) et de *Bombus pyrenaicus* (1365–2590m).

#### Cas de *Bombus gerstaeckeri* (Morawitz 1882) (Fig. 11)

Kruseman (1958) dans sa note sur les bourdons des Pyrénées dans les collections néerlandaises signale la présence d'un seul spécimen de *Bombus gerstaeckeri* dans le département des Hautes-Pyrénées à Héas (à approximativement 1,5km du PNPO). *B. gerstaeckeri* est une espèce orophile isolée dans les hautes montagnes qui est spécialisée sur les fleurs du genre *Aconitum* (Delmas 1976). La majeure partie des observations de *Bombus gerstaeckeri* ont été faites sur *Aconitum lycoctonum* L. (Delmas 1976), sur *Aconitum napellus* L. et *Aconitum anthora* L. (Rasmont 1988 ; Ponchau *et al.* 2006), sur *Aconitum moldavicum* Hacq ex Reichenb. et *Aconitum variegatum* L. (Konovalova 2007) mais aussi sur *Delphinium dubium* (Rouy et Foucaud) Pawl. (Mahé 2007). Sur le territoire du Parc National, *B. gerstaeckeri* (Fig. 11) est une espèce à distribution localisée dans 4 stations dans la vallée de Luz-Gavarnie et une station dans la Réserve naturelle de Néouvielle. Sur le territoire du PNPO et des zones adjacentes, les observations de *Bombus gerstaeckeri* peuvent être mise en relation avec les observations d'*Aconitum lycoctonum* L. La distribution en altitude de *Bombus gerstaeckeri* (1430–2145m) correspond parfaitement à celle des aconites (1430–2145m). Comme à Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007) et à Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), cette espèce se trouve dans le PNPO dans les lisières humides de l'étagement subalpin.

#### Cas de *Bombus hortorum* (L. 1761) (Fig. 12)

*Bombus hortorum* est une espèce médio-européenne courante que ce soit dans le sud-ouest de la France (Pérez 1890), dans les Pyrénées (Kruseman 1958) ou en France (Delmas 1976, Rasmont 1988). C'est une espèce eurosibérienne que l'on trouve dans une large gamme d'altitude. En Espagne, *B. hortorum* est très abondant et présente une certaine tendance montagnarde (800 à 2000m, Ornos Gallego 1984). Dans le Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) a observé 80% des effectifs dans l'intervalle 245–1495m. Dans les Pyrénées, *Bombus hortorum* est représenté par deux sous-espèces : *asturiensis* Tkalcu 1974 et *hortorum* (L., 1761). *Bombus hortorum asturiensis* présente une distribution centrée sur le nord de l'Espagne (Ornos Gallego 1984) mais est présente sur le versant français des Pyrénées (Rasmont 1988). La sous-espèce nominale présente une distribution médio-européenne. Sur le territoire

du PNPO, la plupart des observations effectuées lors des dernières prospections concernent la sous-espèce nominale (rapport *asturiensis/hortorum* de 1/74). Sur le territoire du PNPO et des zones adjacentes, seuls deux spécimens de la sous-espèce *asturiensis* ont été observés (stations représentées par des carrés sur la figure 12). Elle y est une espèce courante et localement abondante (Tab. 3 ; Vallées d'Aspe et Ossau). Cette espèce se distribue jusque 3000m mais est plus commune dans l'étage montagnard (80% des effectifs dans l'intervalle 820–1850m).

#### Cas de *Bombus humilis* Illiger 1806 (Fig. 13)

*Bombus humilis* est une espèce eurosibérienne largement répandue mais dont l'abondance est assez variable avec des sous-espèces bien marquées (Rasmont 1988). Dans la zone d'étude, *Bombus humilis* est représentée par deux sous-espèces : *paraurantiacus* Reinig 1976 et *quasimuscorum* Vogt 1909. *Bombus humilis paraurantiacus* présente une distribution centrée sur le nord-ouest de l'Espagne mais est fort répandue sur le versant français des Pyrénées-Atlantiques (Rasmont 1988). *Bombus humilis quasimuscorum* présente une distribution plus vaste, centré sur l'Europe de l'ouest (Rasmont 1988). Comme dans la péninsule ibérique (Ornosa Gallego 1984), la sous-espèce *paraurantiacus* coexiste et est nettement moins abondante que la sous-espèce *quasimuscorum*. La plupart des observations effectuées lors de dernières prospections concernent la sous-espèce *quasimuscorum* (rapport *quasimuscorum/paraurantiacus* de 63/9). Les stations d'observations à *paraurantiacus* sont représentées par des carrés sur la figure 13. Sur le territoire étudié, *B. humilis* est une espèce courante qui présente une distribution morcelée. Elle peut être abondante dans une station et absente dans le voisinage. Cette espèce est assez commune dans les terrains ouverts de 1215 à 1825m (80% des effectifs dans cet intervalle) mais est présente sporadiquement vers les plus hautes altitudes (jusque 2260m).

#### Cas de *Bombus hypnorum* (L. 1758) (Fig. 14)

*Bombus hypnorum* est une espèce eurosibérienne fort abondante dans une large partie de l'Europe continentale et est considérée par de nombreux auteurs comme une espèce de forêt (Rasmont 1988). En Espagne, Ornosa Gallego (1984) cite cette espèce comme faisant partie exclusivement de la faune montagnarde des Pyrénées à une gamme d'altitude qui s'étage de 1250 à 1580m. A Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), l'essentiel des observations se cantonne à la pinède à *Pinus uncinata* L. de l'étage montagnard (80% des effectifs dans l'intervalle 1250–1725m). Malgré son exigence écologique pour le milieu forestier (Rasmont

1988, Benton 2006, Iserbyt *et al.* 2008), très peu d'observations de *Bombus hypnorum* ont été faites dans les zones forestières de la zone montane du PNPO (Vallée d'Aspe pour l'essentiel mais également Vallée d'Aure et Réserve Naturelle de Néouvielle ; Fig. 1).

#### Cas de *Bombus inexpectatus* (Tkalcu 1963)

Delmas (1976) émet l'hypothèse de la présence de *Bombus inexpectatus* (Tkalcu) aux Pyrénées. C'est une espèce montane qui est connue des Alpes et des Monts cantabriques (Yarrow 1970, Amiet 1996, Müller 2006, Mahé 2008). Ornosa Gallego (1984) aurait relevé quelques spécimens mâles de collections provenant du versant espagnol du massif pyrénéen (dans la province de Huesca : à Canfranc et à Valle de Benasque), à proximité du PNPO. Selon Castro (com. pers.), il s'agit d'erreurs de détermination. De ce fait, il n'existe aucune confirmation de la présence de cette espèce aux Pyrénées.

#### Cas de *Bombus jonellus* (Kirby 1802) (Fig. 15)

France, Hautes-Pyrénées, Forêt d'Arragnat, ED50 30 T YN2864, 1440m, 08.VIII.1983, *sl Rubus sp.*, 1 ♂, réc. P. Rasmont ; Forêt d'Arragnat, ED50 30 T YN2864, 1440m, 08.VIII.1983, *sl Rubus sp.*, 2 ouvrières, réc. P. Rasmont ; Col de Couradue, ED50 30 T YN2863, 1370m, 09.VI.1984, *sl Vaccinium myrtillus*, 5 ♀, réc. P. Rasmont ; Col de Liar, ED50 30 T YN3164, 1350m, 09.VI.1984, *sl Vaccinium myrtillus*, 1 ♀, réc. P. Rasmont ; Pyrénées-Atlantiques, Iraty, [WGS84 43°01'00"N – 01°06'00"E], VIII.2007, réc. D. Genoud (Genoud com. pers.). Espagne, Huesca, Selva de Zuriza, [WGS84 42°31'00"N – 00°29'00"W], 01.VII.1943, 1 ♀, réc. Musco (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Gistain, [WGS84 42°36'00"N – 00°20'00"E], 13-18.VIII.1944, 1 ♀, cité par Ornosa Gallego (1984) ; Navarra, Burguete, [WGS84 42°59'00"N – 01°20'00"W], 1 ♀, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Meskiritz, ED50 30 T XN35, 900m, 26.IV.1985, 1 ♀, *sl Vaccinium sp.*, réc. L. Castro ; Meskiritz, ED50 30 T XN35, 850m, 27.IV.1985, 1 ♀, *sl Vaccinium sp.*, réc. L. Castro ; Meskiritz, ED50 30 T XN35, 900m, 19.VI.1985, 3 ouvrières, *sl Daboecia cantabrica*, réc. L. Castro ; Meskiritz, [WGS84 42°58'00"N – 01°24'00"W], VIII.2007, réc. D. Genoud (Genoud com. pers.).

Cette espèce est restée longtemps méconnue des Pyrénées et n'y a été découverte que tardivement (Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1986, Castro 1989). Elle a la réputation d'être rare et surtout très localisée (Delmas 1976). En Espagne, elle se cantonne exclusivement aux Pyrénées à une gamme d'altitude de 1422 à 2060m. *B. jonellus yarrowianus* Rasmont est



la sous-espèce endémique des Pyrénées et des Monts Cantabriques (Rasmont 1986). Dans le sud-ouest de la France, *Bombus jonellus yarrowianus* n'est connue que de 3 localités dans le département des Hautes-Pyrénées (Rasmont 1986, 1988) et une localité dans le département des Pyrénées-Atlantiques (Genoud com. pers.). Dans le nord de l'Espagne, cette espèce n'est connue que de 4 localités dont deux en Navarre et deux dans la province de Huesca (Ornosa Gallego 1984, Castro 1989, Genoud com. pers.). *Bombus jonellus* (Fig. 15) est une espèce qui était attendue au PNPO mais qu'on n'y a pas observée. Cette espèce est caractéristique des landes à Ericaceae (Ornosa Gallego 1984, Benton 2006) ou de la hêtraie à sous bois de *Vaccinium myrtillus* L. dans le sud-est de la France (Rasmont 1986). Ce dernier biotope est relativement peu représenté sur le PNPO (CNRS 1965, 1980).

#### Cas de *Bombus lapidarius* (L. 1761) (Fig. 16)

Comme *Bombus hortorum*, *B. lapidarius* est une espèce médioeuropéenne courante que ce soit dans le sud-ouest de la France (Pérez 1890), dans les Pyrénées (Kruseman 1958) ou en France (Delmas 1976, Rasmont 1988). En France, *Bombus lapidarius* est la 3ème espèce par ordre d'abondance après *B. pascuorum* et *B. pratorum* et devant *B. hortorum* et *B. terrestris* (Rasmont 1988). Sur le territoire du PNPO, *Bombus lapidarius* est une espèce courante et abondante (Fig. 16). Elle y est la 10ème espèce par ordre d'abondance. Deux sous-espèces existent sur le territoire étudié : *decipiens* Pérez 1879 et *lapidarius* (L., 1761). *Bombus lapidarius decipiens* est présente dans la péninsule ibérique et le sud de la péninsule italique. La sous-espèce nominale, *lapidarius*, présente une distribution plus vaste, médioeuropéenne mais n'est pas présente dans les péninsules ibérique et italique. Dans la péninsule ibérique, la sous-espèce *decipiens* remplace la sous-espèce *lapidarius* (Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988). Dans le PNPO, la plupart des observations effectuées lors de dernières prospections concernent la sous-espèce *decipiens* (rapport *decipiens/lapidarius* de 118/62). Les stations d'observations à *decipiens* sont représentées par des carrés sur la figure 16. Dans la zone d'étude, cette espèce est assez commune dans les étages montagnard et subalpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1400-2240m) mais est présente plus sporadiquement vers les plus hautes altitudes (jusque 2475m).

#### Cas de *Bombus lucorum* (L. 1761) (Fig. 17)

*Bombus lucorum* est une espèce eurosibérienne qui abonde et est largement répandue en Espagne (Ornosa Gallego 1984), dans toute la France (Delmas 1976) sauf dans la région méditerranéenne (Rasmont 1988).

Sur le territoire du PNPO, *Bombus lucorum* est l'une des espèces les plus courantes (Fig. 17) et est la 2ème espèce par ordre d'abondance après *B. soroensis* et devant *B. mesomelas* et *B. sichelii* (Tab. 2). Dans la zone d'étude, cette espèce est ubiquiste et est présente à toutes les altitudes.

#### Cas de *Bombus magnus* (Vogt 1911) (Fig. 18)

*Bombus magnus* est une espèce à distribution de type atlantique qui est abondante dans toutes les landes maritimes (Rasmont 1988). Dans le PNPO, *Bombus magnus* est une espèce plutôt rare (Tab. 2, n = 8) qui se distribue principalement dans la partie occidentale (région aquitaine) du Parc soumise aux influences océaniques et dans l'étage montagnard (80% des effectifs dans l'intervalle 1200-1760m).

#### Cas de *Bombus maxillosus* Klug 1817 (Fig. 19)

Espagne, Huesca, El Pueyo de Jaca, ED50 30 T YN23, 1160m, 16.VI.1984, *sl Echium sp.*, 1 ♀, réc. L. Castro.

*Bombus maxillosus* est une espèce à distribution méditerranéenne étendue qui n'est pas abondante en France (Rasmont 1988). Rasmont (1988) range *Bombus maxillosus* parmi les espèces de plaines (1 observation à 351m) qui comprend notamment *B. muscorum* et *B. ruderatus*. A proximité du Parc, sur le versant espagnol, Castro (1989) a observé une femelle de *Bombus maxillosus* à El Pueyo de Jaca (Espagne, Province de Huesca). L'exigence écologique de cette espèce pour les milieux de plaines explique sa probable absence du PNPO qui s'étage de 1073 à 3298m. L'absence de *Bombus maxillosus* dans le PNPO résulte probablement aussi de la rareté de son hôte (*B. ruderatus*, Fig. 31).

#### Cas de *Bombus mendax* Gerstaecker 1869 (Fig. 20)

Pour Pérez (1890), *Bombus mendax* est une espèce qui habite exclusivement la montagne. Comme Pérez (1890), Delmas (1976) souligne le fait que *Bombus mendax* est une espèce strictement orophile isolée dans les hautes montagnes. C'est une espèce qui présente une distribution montane et qui préfère les zones de hautes altitudes (Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988) soumises à l'influence climatique alpine. Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *latofasciatus* Vogt 1909. L'essentiel des observations sur le territoire du PNPO et des zones adjacentes ont été faites à l'étage subalpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1775-2350m).

#### Cas de *Bombus mesomelas* (Gerstaecker 1869) (Fig. 21)

Comme *Bombus mendax*, *B. mesomelas* est une

espèce à distribution montane qui préfère les zones de hautes altitudes (Pérez 1890, Delmas 1976, Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988). Sur le territoire du PNPO, *Bombus mesomelas* est l'une des espèces les plus courantes (Fig. 21) et est la 3<sup>ème</sup> espèce par ordre d'abondance après *B. soroensis* et *B. lucorum* et devant *B. sichelii* et *B. ruderarius*. Cette espèce assez courante est présente de 1425 à 2210m (80% des effectifs dans cet intervalle) et est plus sporadique vers les basses altitudes.

#### Cas de *Bombus monticola* Smith 1849 (Fig. 22)

*Bombus monticola* est une espèce qui présente une distribution boréoalpine et qui préfère les zones de hautes altitudes (Pérez 1890, Delmas 1976, Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988) soumises à l'influence climatique alpine. Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *rondoui* Vogt 1909. Sur le territoire du PNPO, *B. monticola* est une espèce courante dans l'étage subalpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1635–2400m) mais localement abondante (Fig. 22) en comparaison à d'autres espèces telles que *B. lapidarius* (Fig. 16), *B. mendax* (Fig. 20) et *B. mesomelas* (Fig. 21).

#### Cas de *Bombus mucidus* Gerstaecker 1869 (Fig. 23)

Comme *Bombus mendax* et *B. mesomelas*, *Bombus mucidus mollis* Pérez est une espèce à distribution montane qui fréquente exclusivement les zones de hautes altitudes (Pérez 1890, Delmas 1976, Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988). Pérez (1890) suggère cependant que cette espèce est peu commune. Dans les Pyrénées, Delmas (1976) indique que les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *mollis* Pérez 1879. Sur le territoire du PNPO, *Bombus mucidus* (Fig. 23) est effectivement peu commune, très localisée (Gavarnie, Ossau) et est présente de 1330 à 2395m d'altitude.

#### Cas de *Bombus muscorum* (L. 1758) (Fig. 24)

Espagne, Huesca, Sallent de Gallego, Barranco de Culivillas, ED50 30 T YN1140, 1600m, 19.VII.1986, s/ *Trifolium* sp., 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Monte Baladrias, ED50 30 T YN1840, 1400m, 20.VII.1986, s/ *Centaurea scabiosa*, 1 ♀, réc. P. Rasmont ; Barbastro, [WGS84 42°02'00"N – 00°08'00"E], VII.1918, 1 ♀, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Benasque, [WGS84 42°36'00"N – 00°32'00"E], VII.1926, 1 ♀, 2 ouvrières, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Candanchú, [WGS84 42°47'00"N – 00°32'00"W], VIII.1943, 1 ouvrière, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Valle de Ordesa, [WGS84 42°38'00"N – 00°00'00"E], 26.VII.1918, 1 ouvrière, cité par Ornosa Gallego

(1984) ; Valle de Ordesa, [WGS84 42°38'00"N – 00°00'00"E], VIII.1931, 4 ouvrières, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984).

Pérez (1890) suggère une possible présence de l'espèce dans le Sud-Ouest. Kruseman (1958) ne signale sa présence que dans le département des Pyrénées-Orientales (Argelès-Plage, Perpignan, Prades et Villeneuve). *Bombus muscorum* est une espèce eurosibérienne à répartition insuffisamment connue qui se rencontre sporadiquement et est surtout présente à proximité des côtes (Delmas 1976). En Espagne, Ornosa Gallego (1984) l'a observé sporadiquement dans toute la péninsule ibérique à l'exception du sud entre 800 et 1800m d'altitude. C'est une espèce de basse altitude qui a de très nettes préférences littorales dans son aire de distribution (Rasmont 1988). Dans le Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) range *Bombus muscorum* parmi les espèces de plaines (3 observations de 15 à 200m d'altitude) qui comprend aussi *B. maxillosus* et *B. ruderatus*. L'exigence écologique de cette espèce pour les milieux ouverts de plaines explique sa probable absence du PNPO. Sur le versant espagnol dans la Province de Huesca, Rasmont (1988) a observé deux spécimens de *Bombus muscorum* à une altitude exceptionnellement élevée pour cette espèce.

#### Cas de *Bombus norvegicus* Sparre Schneider 1918 (Fig. 25)

France, Hautes-Pyrénées, Campanan, ED50 31 T BH8346, 08.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 06.VII.1971, 1 ♀, réc. R. Delmas ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 26.VII.1971, 14 ♂, réc. R. Delmas ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 26.VII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Lac d'Oredon, ED50 31 T BH6345, VII.1927, 1, réc. Delmas ; Pyrénées-Atlantiques, Etsaut, Cabane Pacheu, WGS84 42°51'16,3"N - 00°35'24,1"W, 1375m, 29.VII.2003, s/ *Thymus serpyllum*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Etsaut, Sansannet, WGS84 42°47'57,1"N - 00°33'11,2"W, 1335m, 26.07.2003, s/ *Centaurea* sp., 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Fabrèges, Pont de la Saguette, WGS84 42°52'54,3"N - 00°24'05,5"W, 1270m, 23.VII.2003, 3 ♂, réc. S. Iserbyt.

*Bombus norvegicus* est une espèce eurosibérienne qui n'est pas abondante en France (Rasmont 1988) ni en Espagne (Ornosa Gallego 1984). Sur le territoire du PNPO, *B. norvegicus* est une espèce fort rare (Tab. 2, n = 3). Elle y est beaucoup moins répandue que son hôte principale : *B. hypnorum* (Fig. 14).

#### Cas de *Bombus pascuorum* (Scopoli 1763) (Fig. 26)

*Bombus pascuorum* est une espèce à distribution

eurosibérienne qui est l'espèce de bourdons la plus répandue en France. On l'y observe un peu partout en abondance à l'exception des plaines littorales méditerranéennes (Rasmont 1988). Sur le territoire du PNPO, cette espèce est nettement moins répandue que dans le reste de la France. Elle ne constitue que la 11<sup>ème</sup> espèce par ordre d'abondance. On l'observe essentiellement dans l'étage montagnard du PNPO à une gamme d'altitude de 650 à 1630m (80% de effectifs dans cette gamme d'altitudes, Fig. 26). Deux sous-espèces cohabitent sur le territoire étudié : *rufocitrinus* Krüger 1931 et *maculatus* Vogt 1909. La sous-espèce *maculatus* se distribue dans le centre et l'est des Pyrénées française (Rasmont 1988) et dans le nord de la péninsule ibérique jusque 2300m d'altitude (Ornosa Gallego 1984). La sous-espèce *rufocitrinus* se distribue dans le sud et l'est des Pyrénées (Rasmont 1988) de 400 à 1800m d'altitude (Ornosa Gallego 1984). La plupart des observations effectuées lors de dernières prospections concernent la sous-espèce *maculatus* (rapport *rufocitrinus/maculatus* de 34/66) et se distribue pour l'essentiel dans la partie ouest du Parc. Les stations d'observations à *maculatus* sont représentées par des carrés sur la figure 26. Cette espèce est assez commune dans les terrains ouverts de 630 à 1630m d'altitude (80% de l'effectif dans cet intervalle) et est présent plus sporadiquement vers les plus hautes altitudes (jusque 2040m).

#### Cas de *Bombus pratorum* (L. 1761) (Fig. 27)

*Bombus pratorum* est une espèce eurosibérienne courante que ce soit dans le sud-ouest de la France (Pérez 1890), dans les Pyrénées (Kruseman 1958, Ornosa Gallego 1984) ou en France en général (Delmas 1976, Rasmont 1988). En France, *Bombus pratorum* est la 2<sup>ème</sup> espèce par ordre d'abondance après *B. pascuorum* et devant *Bombus lapidarius* et *B. hortorum* (Rasmont 1988). Cette espèce est nettement moins abondante sur le territoire du PNPO et des zones adjacentes. Comme *Bombus pascuorum*, l'essentiel des observations de *Bombus pratorum* se situe dans l'étage montagnard du PNPO (80% des effectifs dans l'intervalle 630–1985m) mais il s'étend sporadiquement au-delà, dans l'étage subalpin.

#### Cas de *Bombus pyrenaicus* (Pérez 1879) (Fig. 28)

Comme *Bombus mendax*, *B. mesomelas* et *B. mucidus*, *Bombus pyrenaicus* est une espèce à distribution montane qui préfère les zones de hautes altitudes (Pérez 1890, Delmas 1976, Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988). Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *pyrenaicus* (Pérez 1879). Sur le territoire du PNPO, *Bombus pyrenaicus* est une des espèces les plus courantes

et abondantes dans l'étage subalpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1790–2400m).

#### Cas de *Bombus quadricolor* Lepeletier 1832 (Fig. 29)

D'après Pérez (1890), *Bombus quadricolor* est une espèce médioeuropéenne courante dans les Pyrénées. Sur le territoire du PNPO, *Bombus quadricolor* est une espèce plutôt rare, localisée que l'on a surtout observée dans les vallées d'Aspe et d'Ossau (Tab. 3). Dans le PNPO, cette espèce se distribue pour l'essentiel dans l'étage montagnard (80% des effectifs dans l'intervalle 1265–2085m). Comme Rasmont (1988) le suggère, *B. quadricolor* est beaucoup plus rare que son hôte *Bombus soroeensis* (Fig. 34).

#### Cas de *Bombus ruderarius* (Müller 1776) (Fig. 30)

Comme *Bombus pascuorum*, *Bombus ruderarius* est une espèce de bourdon eurosibérienne répandue en France. On l'y observe un peu partout à l'exception dans la région méditerranéenne (Rasmont 1988). D'après Pérez (1890), c'est une espèce courante dans les Pyrénées. Sur le territoire du PNPO, cette espèce est abondante et est présente à toutes les altitudes (850–2385m). Deux formes de coloration existent sur le territoire étudié, une forme claire *montanus* et une forme foncée *ruderarius* (Terzo *et al.* 2005). Lors de dernières prospections, les deux formes ont été observées dans les mêmes proportions (rapport *montanus/ruderarius* de 137/128). Les stations d'observations à *montanus* sont représentées par des carrés sur la figure 30.

#### Cas de *Bombus ruderatus* (Fabricius 1775) (Fig. 31)

*Bombus ruderatus autumnalis* (Fabricius, 1793) : France, Hautes-Pyrénées, Aragnouet, [WGS84 42°47'00"N – 00°12'00"E], en 1915, 1 ♂, réc. J. Pérez ; Espagne, Huesca, Valle de Benasque, [WGS84 42°36'00"N – 00°32'00"E], 5-12.VIII.1944, 1 ♀, 5 ouvrières, 5 ♂, cité par Ornosa Gallego (1984) ; Valle de Ordesa, [WGS84 42°38'00"N – 00°00'00"E], VIII.1931, 1 ouvrière, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Navarra, Burguete, [WGS84 42°59'00"N – 01°20'00"W], 20-30.VII.1949, 1 ouvrière, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984).

*Bombus ruderatus ruderatus* (Fabricius, 1775) : France, Hautes-Pyrénées, Barèges, [WGS84 42°54'00"N – 00°04'00"E], en 1915, 1 ♂, réc. J. Pérez ; Caunterets, [WGS84 42°53'00"N – 00°07'00"W], 940m, 08.VIII.1930, 1 ♂, réc. L. Vuyck ; Gavarnie, [WGS84 42°44'00"N – 00°00'00"E], 07.VIII.1930, 2 ♂, réc. L. Vuyck.

*Bombus ruderatus* est une espèce à distribution méditerranéenne étendue qui est présente dans les régions méditerranéenne et subméditerranéenne (Rasmont 1988). Dans la zone d'étude, cette espèce est représentée par deux sous-espèces : *autumnalis* (Fabricius, 1793) et *ruderatus* (Fabricius, 1775). En 1958, Kruseman signale déjà la présence de quelques spécimens dans la zone dite de "pré-parc", dans les communes de Cauterets et de Gavarnie. Dans cette zone, les quelques observations passées se localisent dans la partie orientale. Comme *Bombus confusus*, *B. cullumanus* et *B. maxillosus*, *B. ruderatus* (Fig. 31) est une espèce qui était attendue au PNPO mais qu'on n'y a pas observée. Cette espèce est caractéristique des pelouses sèches (Reinig 1970, Ornos Gallego 1984) riches en légumineuses (Rasmont 1988, Benton 2006, Iserbyt *et al.* 2008). Dans le Languedoc-Roussillon, Rasmont (1988) associe *Bombus ruderatus* aux plaines de basses altitudes (80% de l'effectif dans la gamme d'altitude 60–520m). A Eyne, Iserbyt *et al.* (2008) associent cette espèce aux prés de fauche de moyenne montagne (80% des effectifs de ces espèces dans la gamme d'altitude 1570–1720m). A Nohèdes, Gosselin *et al.* (2007) associent cette espèce aux communautés de hautes herbes pyrénéo-ibériques. Comme pour *Bombus confusus*, les exigences écologiques de cette espèce ne semblent pas être rencontrées sur le territoire du PNPO.

#### Cas de *Bombus rupestris* (Fabricius 1793) (Fig. 32)

D'après Pérez (1890) et Rasmont (1988), *Bombus rupestris* est une espèce eurosibérienne abondante dans les Pyrénées et les autres régions montagneuses. Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *vasco* Lepeletier 1832. Sur le territoire du PNPO, cette espèce est peu abondante et très localisée. *Bombus rupestris* est une espèce inquiline obligatoire qui est connu pour parasiter *Bombus lapidarius* (Pouvreau 1973, Alford 1975, Løken 1984, Rasmont 1988) et occasionnellement *B. sichelii* (Móczar 1977, Rasmont 1988, Amiet 1996). Rasmont (1988) émet l'hypothèse que *Bombus lapidarius* pourrait être un hôte plus probable que *Bombus sichelii* dans les Pyrénées. La distribution de *Bombus rupestris* recouvre bien moins celle de *Bombus lapidarius* (29% de stations communes, Fig. 16) que *B. sichelii* (57% de stations communes, Fig. 33). L'étagement en altitude de *B. rupestris* (80% des effectifs dans l'intervalle 1600–2135m) correspond à celui de *B. lapidarius* (80% des effectifs dans l'intervalle 1400–2240m) comme à celui de *B. sichelii* (80% des effectifs dans l'intervalle 1540–2325 m).

#### Cas de *Bombus sichelii* Radoszkowski 1859 (Fig. 33)

Comme *Bombus monticola*, *Bombus sichelii* est une espèce à distribution boréomontane qui préfère les zones de hautes altitudes (Pérez 1890, Delmas 1976, Rasmont 1988). Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *flavissimus* (Tkalcu 1974). Sur le territoire du PNPO, *B. sichelii* est une espèce courante, dans les étages montagnard et subalpin du PNPO (80% des effectifs dans l'intervalle 1540–2325m) et est plus sporadique vers les basses altitudes.

#### Cas de *Bombus soroensis lectitatus* (Kruseman 1958) (Fig. 34)

*Bombus soroensis* est une espèce médioeuropéenne courante aux Pyrénées (Pérez 1890, Kruseman 1958) et répandue dans les autres régions montagneuses françaises (Rasmont 1988). Sur le territoire du PNPO, *Bombus soroensis* est la première espèce par ordre d'abondance loin devant toutes les autres (Tab. 2). Cette espèce ubiquiste est présente à toutes les altitudes (520–2590m).

#### Cas de *Bombus subterraneus* L. 1758 (Fig. 35)

Espagne, Huesca, Peña Foratata, ED50 30 T YN14, 1500m, 29.VII.1972, 1 ouvrière, réc. W.F. Reinig ; France, Hautes-Pyrénées, Barèges, ED50 31 T BH6053, 800m, 1 ♀ ; Barèges, ED50 31 T BH65, en 1915, 1 ♀, réc. J. Pérez ; Gèdre, ED50 31 T BH54, 2000m, 20.VIII.1915, *sl Eryngium bourgatii*, 1 ♂, réc. J. Pérez ; Campanan, ED50 31 T BH84, 07.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Campanan, ED50 31 T BH84, 08.VIII.1976, 4 ♂, réc. R. Delmas ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 26.VII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Col du Tourmalet, ED50 31 T BH65, 1800m, 26.VIII.1985, 1 ♂, réc. L. Castro ; Pyrénées-Atlantiques, Fabrèges, Cabane de l'Araille, WGS84 42°48'51,4"N – 00°25'27,4"W, 1750m, 24.VII.2003, *sl Cirsium eriophorum*, 1 ouvrière, réc. S. Iserbyt

*Bombus subterraneus* est une espèce eurosibérienne qui semble fréquente dans les montagnes françaises (Rasmont 1988). Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *tectosagorum* (Kruseman 1958). *Bombus subterraneus* est une espèce très rare dans le PNPO. Les 3 observations de *B. subterraneus* concernent 2 mâles et une ouvrière à une altitude de respectivement 1800, 2000 et 1750 m. A Nohèdes, les deux seules observations de *Bombus subterraneus* sont des mâles et se cantonnent exclusivement à l'étage subalpin (Gosselin *et al.* 2007). A Eyne, c'est une espèce qui est caractéristique des

terrains ouverts du plateau ou des bas de pentes ( $n = 82$ , 80% des effectifs dans l'intervalle 1570–1815m, Iserbyt *et al.* 2008). L'étagement en altitude des mâles ( $n = 26$ ) coïncide partiellement avec l'étagement en altitude des ouvrières. Les mâles montent bien plus haut en altitude que les ouvrières (80% des effectifs dans l'intervalle 1570 à 2155m). *Bombus subterraneus* forme avec *Bombus confusus*, *B. humilis*, *B. lapidarius*, *B. ruderatus* et *B. sylvarum* un groupe écologique lié aux terrains ouverts de basses et moyennes altitudes (Iserbyt *et al.* 2008). Les exigences écologiques de cette espèce ne semblent pas être rencontrées sur le territoire du PNPO.

### Cas de *Bombus sylvarum* (L. 1761) (Fig. 36)

*Bombus sylvarum sylvarum* (L. 1761) : Espagne, Huesca, Formigal, ED50 30 T YN1539, 1660m, 07.VIII.1983, 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Peña Foratata, ED50 30 T YN14, 1500m, 29.VII.1972, 1 ♀, réc. W.F. Reinig ; France, Hautes-Pyrénées, Gavarnie, ED50 30 T YN4435, VI.1955, 1 ♀ ; Aspin-Aure, ED50 31 T BH85, 1040m, 26.VIII.1985, 3 ouvrières, 5 ♂, réc. L. Castro ; Barèges, ED50 31 T BH65, 1 ♀, réc. Picard ; Bourisp, ED50 31 T BH84, 03.VIII.1976, 1 ouvrière, réc. R. Delmas ; Cadéac, ED50 31 T BH85, VII.1929, 1 ouvrière ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 06.VII.1971, 1 ♀, réc. R. Delmas ; Ens, ED50 31 T BH84, 10.VIII.1976, 3 ouvrières, réc. R. Delmas ; Genos, ED50 31 T BH84, 22.VII.1976, 1 ouvrière, réc. R. Delmas ; Genos, ED50 31 T BH84, 13.VIII.1976, 2 ouvrières, réc. R. Delmas ; Les Prats-Dors, ED50 30 T YN2862, 1020m, 08.VIII.1983, *s/ Cirsium eriophorum*, 5 ouvrières, réc. P. Rasmont ; St-Lary, ED50 31 T BH84, 18.VII.1976, 4 ouvrières, réc. R. Delmas ; Col d'Aspin, ED50 31 T BH8258, 26.VII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Pyrénées-Atlantiques, Barcus, ED50 30 T XN8183, 02.V.1974, 2 ♀, réc. R. Delmas ; Coum de la Herrère, ED50 30 T YN0468, 1500m, 17.VII.1986, *s/ Galeopsis tetrahit*, 1 ♀, réc. P. Rasmont ; Le Benou, ED50 30 T YN0570, 880m, 20.VII.1986, *s/* diverses plantes, 1 ouvrière, réc. P. Rasmont ; Nay, [WGS84 43°11'00"N – 00°16'00"W], VII.1905, 1 ♀, réc. Barbier ; Oloron-Ste-Marie, ED50 30 T XN9384, 31.VII.1970, 1 ouvrière ; Ourdos, ED50 30 T YN0770, 740m, 16.VII.1986, *s/ Knautia sp.*, 1 ♀, réc. P. Rasmont.

*Bombus sylvarum nigrescens* (Pérez 1879) : Espagne, Huesca, Peña Foratata, ED50 30 T YN14, 1500m, 29.VII.1972, 1 ouvrière, réc. W.F. Reinig ; France, Hautes-Pyrénées, Gave de Héas, ED50 31 T BH54, 1 ouvrière ; St-Lary, ED50 31 T BH84, 18.VII.1976, 1 ouvrière, réc. R. Delmas ; Pyrénées-Atlantiques, Barcus, ED50 30 T XN8183, 02.V.1974, 1 ♀, réc. R. Delmas ;

Col de Bouescou, ED50 30 T XN9064, 1009m, 20.VII.1986, *s/ Rubus sp.*, 1 ♀, réc. P. Rasmont ; Le Benou, ED50 30 T YN0570, 880m, 20.VII.1986, *s/* diverses plantes, 1 ouvrière, 1 ♀, réc. P. Rasmont.

*Bombus sylvarum* est une espèce eurosibérienne courante et fort répandue en France dans les biotopes favorables (Delmas 1976). L'exigence écologique de *Bombus sylvarum* pour les zones de basses à moyennes altitudes (Pérez 1890, Rasmont 1988) peut expliquer son absence dans les relevés effectués lors des récentes prospections dans le PNPO (1073–3298m, Fig. 36). L'étagement en altitude de *Bombus sylvarum* s'étend de 740 à 1660m (80% des effectifs dans l'intervalle 880–1500m), ce qui correspond aux étages collinéen et montagnard du PNPO. Bien que moins répandu, *Bombus sylvarum* forme avec *Bombus humilis*, un groupe écologique liés aux terrains ouverts de basses à moyennes altitudes que ce soit à Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), à Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007), ailleurs en France (Rasmont 1988), en Essex (Benton 2006) et dans la région de Stuttgart (Reinig 1970, Pekkarinen 1984). Les exigences écologiques de cette espèce ne semblent pas rencontrées sur le territoire du PNPO.

Pour Voveikov (1953) et Sakagami & Nishijima (1973), les colonies de *Bombus sylvarum* pourraient être usurpées par différentes espèces du sous-genre *Thoracobombus*, dont *B. humilis*, ce qui pourrait expliquer la coexistence de ces deux espèces dans de nombreuses stations.

Comme *Bombus ruderarius*, la particularité de cette espèce est de présenter à la fois une forme claire *sylvarum* et une forme mélanique *nigrescens*. D'après Delmas (1976), la forme mélanique *nigrescens* Pérez peut former localement la majorité des effectifs de *sylvarum* dans le sud-ouest de la France, le long du littoral atlantique. Cette forme est notamment abondante dans les Pyrénées-Occidentales. Les deux formes ont été observées sur le territoire du PNPO dans des proportions différentes (rapport *sylvarum/nigrescens* de 39/7). Les stations d'observations à *nigrescens* sont représentées par des carrés sur la figure 36.

### Cas de *Bombus sylvestris* Lepelletier 1832 (Fig. 37)

*Bombus sylvestris* est une espèce inquiline à distribution eurosibérienne largement répandue en France (Rasmont 1988). Sur le territoire du PNPO, cette espèce inquiline est relativement abondante et localisée (Fig. 37). Elle se retrouve dans l'étage montagnard (80% des effectifs dans l'intervalle 900–1805m). Comme à Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), *Bombus sylvestris* semble être aussi abondant et aussi répandu que son hôte : *B. pratorum* (Fig. 27) dans la zone d'étude.

### Cas de *Bombus terrestris* (L. 1758) (Fig. 38)

*Bombus terrestris* est une espèce à distribution méditerranéenne étendue très abondante, quasi ubiquiste sur tout le territoire français mais qui semble moins abondant dans les grands massifs montagneux français (Rasmont 1988). Dans la zone d'étude, *Bombus terrestris* est représentée par deux sous-espèces : *terrestris* (L., 1758) et *lusitanicus* Krüger 1956. *Bombus terrestris lusitanicus* présente une distribution centrée sur le sud-ouest de la France et est abondante dans la péninsule ibérique (Ornosa Gallego 1984). *Bombus terrestris terrestris* comme l'espèce nominale se distribue en Europe continentale (Rasmont 1988). Dans la péninsule ibérique, la sous-espèce *lusitanicus* remplace la sous-espèce *terrestris* (Rasmont 1988). La plupart des observations effectuées lors des récentes prospections concernent la sous-espèce *lusitanicus* (rapport *lusitanicus/terrestris* de 26/18). Les stations d'observations à *lusitanicus* sont représentées par des carrés sur la figure 38. Dans le PNPO, *Bombus terrestris* est une espèce relativement peu commune que l'on ne rencontre pas dans l'étage alpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1255–2270m) bien que Ornosa Gallego (1984) signale sa présence en Espagne à une gamme d'altitude qui s'étend de 0 à 2800m.

### Cas de *Bombus vestalis* (Fourcroy 1785) (Fig. 39)

Espagne, Huesca, Valle de Astós, [WGS84 42°39'00"N – 00°33'00"E] 13-18.VIII.1944, 2 ♂, cité par Ornosa Gallego (1984) ; Valle de Benasque, [WGS84 42°36'00"N – 00°32'00"E], 3 ♂, cité par Ornosa Gallego (1984) ; Valle de Ordesa, [WGS84 42°38'00"N – 00°00'00"E], VIII.1931, 5 ♂, réc. J.M. Dusmet (cité par Ornosa Gallego 1984) ; Lerida, Valle de Arán, [WGS84 42°46'00"N – 00°47'00"E], 1 ♂, réc. C. Bolivar (cité par Ornosa Gallego 1984) ; France, Hautes-Pyrénées, Bourisp, ED50 31 T BH84, 03.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Camparan, ED50 31 T BH84, 07.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Camparan, ED50 31 T BH84, 08.VIII.1976, 1 ♂, réc. R. Delmas ; Pragnères, Pène de Barrada, WGS84 42°48'57,7"N – 00°02'32,6"E, 1385m, 10.VIII. 2005, *s/l Eryngium bourgatii*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Vieille-Aure, Barrage du Lac d'Oule, WGS84 42°49'33,3"N – 00°09'29,2"E, 1825m, 16.VII. 2005, *s/l Carduus sp.*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt ; Sapinière de Bastanet, WGS84 42°50'53,8"N – 00°11'41,6"E, 1935m, 16.VII. 2005, *s/l Cirsium palustre*, 1 ♂, réc. S. Iserbyt.

Pour Rasmont (1988), *Bombus vestalis* est une espèce plutôt planicole dans une grande partie de son aire de distribution médio-européenne mais franchement collinéenne dans le sud de sa distribution. Cette espèce

ne se retrouve dans le sud-ouest de la France que dans le département des Hautes-Pyrénées. Les observations de *Bombus vestalis* dans le PNPO se situent sur le territoire de la Réserve Naturelle de Néouvielle (Fig. 39). Dans le Parc National comme ailleurs, *Bombus vestalis* est beaucoup moins abondant que son hôte *B. terrestris* (Fig. 38). Il y est assez rare mais surtout nettement plus localisé (Ornosa Gallego 1984, Rasmont 1988).

### Cas de *Bombus wurflenii* (Radoszkowski 1859) (Fig. 40)

*Bombus wurflenii* est une espèce qui présente une distribution boréoalpine qui à l'heure actuelle n'existe plus que dans les montagnes et les plus hautes collines (Reinig & Rasmont 1988). Dans les Pyrénées, les spécimens de cette espèce appartiennent à la sous-espèce endémique *pyrenaicus* (Vogt 1909). Sur le territoire du PNPO, *B. wurflenii* est une espèce courante dans les étages montagnard et subalpin (80% des effectifs dans l'intervalle 1335–2130m).

L'absence de barrières écologiques significatives entre les différentes vallées ne permet pas d'expliquer les différences faunistiques constatées entre les vallées. La faible diversité de la vallée d'Arrens peut s'expliquer par un échantillonnage moins exhaustif (84 spécimens pour 52,7 km<sup>2</sup>). A contrario, la faible diversité des bourdons d'Aure ne peut s'expliquer par un biais d'échantillonnage (301 spécimens pour 32,2 km<sup>2</sup>).

### Distributions biogéographiques des espèces

La majorité des espèces de bourdons présentent une distribution eurosibérienne (16 espèces et 36% de l'effectif total). Les autres distributions sont moins représentées en termes d'espèces mais parfois plus abondantes en nombre de spécimens. Les espèces à distributions montane, boréomontane ou boréoalpine (9 espèces) comme respectivement *Bombus mendax*, *B. sichelii* et *B. monticola* constituent la majorité de l'échantillonnage (53,3% de l'effectif total). Les milieux de basses à moyennes altitudes (étage collinéen et montagnard) sont caractérisés par la présence de peu d'espèces. Les espèces à distribution méditerranéenne étendue comme *Bombus terrestris* ou eurosibérienne comme *B. sylvarum* ou *B. subterraneus* sont présentes mais avec un nombre de spécimens relativement faible (6% de l'effectif total). La diversité faunique du PNPO est à mettre en relation avec la diversité écologique des zones de moyennes et hautes altitudes.

### Les bourdons du Parc National des Pyrénées occidentales dans le contexte régional pyrénéen

La faune des bourdons du PNPO (30 espèces), et des Réserves Naturelles d'Eyne (33 espèces) et de

Nohèdes (29 espèces) rend compte de la diversité spécifique exceptionnelle du massif pyrénéen (38 espèces). La comparaison des listes d'espèces de ces différents sites montre très peu de différence (Tab. 2). Les quelques espèces qui distinguent les sites les uns des autres sont des espèces présentes en relativement faibles effectifs : *Bombus barbutellus*, *B. confusus*, *B. cullumanus*, *B. mocsaryi*, *B. ruderatus* et *B. vestalis* (Tab. 2). *Bombus barbutellus* et *B. vestalis* sont deux espèces rares à l'échelle de la France qui sont présentes dans le PNPO mais absentes des autres sites considérés. A l'inverse des deux espèces précédentes, *Bombus confusus*, *B. cullumanus*, *B. mocsaryi* et *B. ruderatus* sont des espèces absentes du PNPO mais présente à Eyne (Pyrénées-Orientales). Ces quatre espèces des pelouses sèches (Reinig 1970, Rasmont 1988, Iserbyt *et al.* 2008) sont en forte régression voire en extinction ailleurs en Europe (Rasmont *et al.* 2005). A l'exception de *Bombus mocsaryi*, leur absence dans le PNPO mais leur présence dans des relevés à proximité du PNPO (à moins de 10km du PNPO, Figs 8, 9 & 31) ne veut pas nécessairement signifier qu'elles ne sont pas présentes mais juste qu'à cause de leur rareté, elles ont échappé à la détection.

Les indices de diversité et d'originalité des différentes vallées du PNPO sont moins élevés qu'à Eyne mais comparable à d'autres sites étudiés (Tab. 4). A l'exception des zones adjacentes au Parc, pour un effort de récolte comparable (100 spécimens) sur des superficies équivalente (Réserve Naturelle de Néouvielle) ou de 1,5 (Vallée d'Aure) à 6 fois plus étendues (Vallée de Luz-Gavarnie), la diversité spécifique d'Eyne est plus élevée. L'indice de rareté cumulée moins important ou comparable pour les différentes vallées du PNPO ou la Réserve Naturelle de Néouvielle que pour les autres régions, indique la présence de moins d'espèces rares (Tab. 4).

La comparaison des listes d'espèces des différentes vallées du Parc National des Pyrénées occidentales et de l'ensemble du PNPO avec celle de 2 vallées des Pyrénées-Orientales (Tab. 2 ; Eyne, Iserbyt *et al.*

2008 ; Nohèdes, Gosselin *et al.* 2007) d'une part et les coefficients de corrélation de rang très hautement significatifs entre les listes d'espèces des différents sites (Tab. 6) d'autre part, semble indiquer la présence d'un pool régional d'espèces potentiellement présentes dans l'ensemble du massif pyrénéen. On peut même émettre l'hypothèse que les espèces probablement présentes sur l'ensemble du massif pyrénéen sont au nombre d'une vingtaine et qu'elles ont été inventoriées dans les sites considérés (Eyne, Nohèdes et le Parc National des Pyrénées occidentales).

Les facteurs régionaux qui agissent à grandes échelles (histoire du peuplement, climat) sont déterminants pour comprendre la composition faunique d'une région biogéographique (Williams *et al.* 2007). La faune du PNPO, des réserves naturelles d'Eyne et de Nohèdes comportent chacune les mêmes 11 sous-espèces endémiques des Pyrénées. A l'exception de la présence de *Bombus jonellus yarrowianus* dans la zone de "pré-parc", l'absence d'endémisme particulier ne permet pas de distinguer ces 3 sites du reste du massif pyrénéen. Il ne faut donc pas chercher l'explication des différences spécifiques dans l'origine du peuplement.

Le massif des Pyrénées est soumis à différentes influences climatiques : méditerranéenne dans sa partie orientale (Pepin & Kidd 2006), océanique dans sa partie occidentale, montagnarde et alpine dans sa partie centrale. Chaque espèce a son propre optimum climatique et une certaine tolérance autour de cet optimum. L'optimum et la tolérance climatique définissent ensemble l'espace climatique de chacune des espèces (Williams *et al.* 2007). En l'absence de barrières écologiques significatives au sein de la chaîne des Pyrénées, les espaces climatiques spécifiques pourraient expliquer les diversités spécifiques des différents sites du massif pyrénéen. La distribution de *Bombus jonellus* dans les landes littorales côtières riche en Ericaceae le long des côtes atlantiques (Rasmont 1986) et de *Bombus magnus* peut être corrélée à la présence d'un climat océanique (climat de type V selon Walter & Lieth 1960). La présence de *Bombus confusus*,

**Tableau 6.** Coefficients de corrélations de rang entre les listes d'espèces des différents sites étudiés.

\*\*\* :  $p < 0,001$ .

	Parc National des Pyrénées occidentales (PNPO)	Néouvielle	Eyne	Nohèdes	Nyer
PNPO	-				
Néouvielle	0,76 ***	-			
Eyne	0,80 ***	0,61 ***	-		
Nohèdes	0,85 ***	0,78 ***	0,77 ***	-	
Nyer	0,61 ***	0,70 ***	0,58 ***	0,77 ***	-

*B. cullumanus* et *B. muscorum* sur les zones adjacentes du parc mais sur le versant espagnol (provinces de Huesca et de Navarre) peut être expliquée par certaines influences climatiques. Ces trois espèces sténothermes qui préfèrent les terrains ouverts (Rasmont 1988) ont été observées en soulane sur le versant espagnol des Pyrénées dans des milieux non boisés (Fig. 41). Les prospections dans le PNPO à la même gamme d'altitude sont très généralement dans de la hêtraie – sapinière (Fig. 42), en ombrée où ces espèces ne sont jamais observées. Les préférences écologiques spécifiques pour un milieu ou les exigences climatiques peuvent expliquer les différences fauniques constatées entre les 3 sites.

### Cas particulier de la Réserve Naturelle régional de Nyer

La faune des bourdons de la Réserve Naturelle régional de Nyer (Iserbyt & Rasmont *in lit.*) semble moins riche et diversifiée malgré les efforts

d'échantillonnage de 2007 (Tab. 2 et 4). La liste des bourdons qui y sont inventoriés ne reflète probablement qu'une connaissance partielle de la faune présente. Le climat particulier de 2007, le relief et une floraison avancée sont autant de paramètres qui ont eu une conséquence notable sur la phénologie des bourdons. Étonnamment, certaines espèces caractéristiques du milieu montagnard selon Pérez (1890), Delmas (1976), Ornos Gallego (1984), Rasmont (1988), Gosselin *et al.* (2007) et Iserbyt *et al.* (2008) n'ont pas été observées à Nyer (*Bombus mendax*, *B. mesomelas*, *B. mucidus*, *B. rupestris*). À l'exception de *Bombus rupestris*, ces espèces boréomontanes constitutives du groupe écologique subalpin (Rasmont 1988, Gosselin *et al.* 2007, Iserbyt *et al.* 2008) sont connues pour présenter des préférences écologiques pour les landes et pelouses de hautes altitudes et pour visiter les plantes du genre *Rhododendron* (Frey-Gessner 1899, Pittioni 1937, Aichhorn 1976, Ornos Gallego 1984, Iserbyt *et al.* 2008). À Nyer, la rhodoraie occupe approximativement



**Figure 41**  
En soulane sur le versant espagnol des Pyrénées, pelouse mésique riche en *Carduus carlinoides* Gouan à la Hoya del Portilla de Larra (province de Huesca, commune de Zuriza) (Photo P. Rasmont).



**Figure 42**  
En ombrée sur le versant français des Pyrénées, hêtraie - sapinière à Espéluenguères (province des Pyrénées-Atlantiques, commune d'Etsaut) (Photo P. Rasmont).



2,5% de la superficie. Les préférences écologiques de ces espèces et leurs présences dans les vallées avoisinantes : à Camprodón (Ornosa Gallego 1984), à Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), à Mantet (Iserbyt & Rasmont. *in lit.*), à Mont-Louis (Kruseman 1958), à Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007), à Nuria (Ornosa Gallego 1984), à Planés (Kruseman 1958), suggère leurs possibles présences dans la Réserve Naturelle Régionale de Nyer.

### Cas particulier de la vallée d'Eyne

En plus du pool régional d'espèces de bourdons caractéristiques du massif pyrénéen, de nombreuses espèces rares (par exemple, *Bombus confusus*, *B. cullumanus*) cohabitent dans la zone de basses altitudes et plus précisément dans les prés de fauche d'Eyne (20 km<sup>2</sup>, Iserbyt *et al.* 2008). La diversité et l'originalité faunistique du massif du Puigmal en général et d'Eyne en particulier résulte d'une concentration importante en espèces rares (Iserbyt *et al.* 2008) en voit de régression partout en Europe. Cette concentration importante d'espèces sur une si faible superficie doit résulter de conditions climatique, topographique, et écologique particulières. Malgré un étagement en altitude plus conséquent pour le Parc National des Pyrénées occidentales (1073–3298m) qu'à Eyne (1450–2850m), des conditions climatiques plus contrastées pour le PNPO (Mate 2002) que pour Eyne (Amigo & Berlic 1984), des effets de versants plus marqués pour le PNPO que pour Eyne, des diversités en habitats (une centaine d'habitats CORINE répertoriés pour le PNPO d'après Mate 2002 ; 47 habitats CORINE pour la commune d'Eyne selon Iserbyt *in lit.*) et une diversité floristique plus importantes pour le PNPO que pour Eyne (1700 espèces répertoriées sur le PNPO d'après Mate 2002 contre 750 espèces pour la Réserve Naturelle d'Eyne selon Mosse 2005) ; malgré tout cela, Eyne présente une diversité en bourdons supérieure à celle du Parc

National des Pyrénées occidentales pour une superficie 22 fois moindre. La question en suspens est comment une telle communauté se structure-t-elle?

### Les bourdons du PNPO dans le contexte national et international

La richesse spécifique du PNPO est comparable à celles d'autres massifs montagneux de France ou de la région ouest-paléarctique (Tab. 7). Comme Banaszak (2000) l'a montré pour les Pyrénées-Orientales, le PNPO présente une densité de populations de bourdons relativement importante en comparaison à celles d'autres régions montagneuses d'Europe. Comme Obeso (1992) l'a montré pour les Monts cantabriques et Iserbyt *et al.* (2008) l'ont montré pour Eyne, le PNPO est une des régions les plus diversifiées actuellement connues de la région ouest-paléarctique. Les seules régions où le nombre d'espèces de bourdons est supérieur à celui observé dans le PNPO sont au Sichuan et dans l'Altaï avec respectivement 60 et 54 espèces (Williams 1994, 1998). Comme Eyne (Iserbyt *et al.* 2008), Nohèdes (Gosselin *et al.* 2007) et le PNPO, le massif pyrénéen est un secteur exceptionnellement intéressant par le nombre d'espèces qui s'y concentre mais aussi par la rareté de certaines d'entre elles.

**Remerciements.** Je remercie le Parc National des Pyrénées occidentales pour les moyens financiers et techniques mis à ma disposition. Je remercie le Fonds National pour la Recherche Scientifique pour les moyens financiers octroyés. Je remercie également le Prof. P. Rasmont et les membres du Laboratoire de Zoologie de l'Université de Mons pour leurs remarques et commentaires. Je suis reconnaissante envers X. Ghislain pour son aide lors des prospections. Je remercie les lecteurs pour leurs commentaires et judicieux conseils.

**Tableau 7.** Principales contributions à la connaissance de *Bombus* Latreille des régions montagneuses ouest-paléarctiques.

Auteurs	Région considérée	Nombre d'espèces
Benoist 1928, Pittioni 1937, Beaumont 1958, Comba 1960, Reinig 1970, Comba 1972, Tkalcu 1974, Delmas 1976, Intoppa <i>et al.</i> 1995, Cornalba 2007	Alpes	34
Ricciardelli d'Albore 1997	Monts Sibillini (Italie)	20
Graziano 2002	Valle Fiorita (Italie)	19
Ornosa Gallego 1984, Obeso 1992	Monts Cantabriques	31
Reinig 1970	Balkans	26
Banaszak & Krzysztofkiak 1996	Wigry (Pologne)	28
Dathe 1981	Dombai (Caucase)	19
<b>Iserbyt (présent travail)</b>	<b>Parc National des Pyrénées</b>	<b>30</b>
Kruseman 1958, Delmas 1976, Rasmont 1988, Gosselin <i>et al.</i> 2007, Iserbyt <i>et al.</i> 2008	Pyrénées-Orientales (France)	36
Reinig 1970, Rasmont <i>et al.</i> 1987, Rasmont 1989, Rasmont & Parat 2002	Massif Central (France)	26

## Références

- Aichhorn A. 1976.** Beitrag zur Hummelzucht und zur Biologie von *Bombus mendax*. *Berichte aus dem Haus der Natur* 7: 13-29, 2pls.
- Alford D.V. 1975.** *Bumblebees*. Davis-Poynter, London, XII + 352 p., 16 pls.
- Amiet F. 1996.** *Insecta Helvetica*, 12: *Hymenoptera Apidae*, 1. Teil. *Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen Apis, Bombus und Psithyrus*. Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, Neuchâtel, 98 p.
- Amigo J.J., Berlic G. 1984.** *Réserve Naturelle de la Vallée d'Eyne*. Etude scientifique, Association Ch. Flahaut, Perpignan, 16 p.
- Augello R., Dodaro G., Intoppa F., Piazza M.G., Quaranta M. 2007.** Specie di *Bombus* Latreille e *Psithyrus* Lepeletier del Molise: distribuzione e variabilità cromatica. p. 145 in: *Atti di XXI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, Campobasso, 11-16 giugno 2007, [http://www.bombus.it/pdf/poster\\_bombi\\_sette.pdf](http://www.bombus.it/pdf/poster_bombi_sette.pdf).
- Bąk J., Pawlikowski T. 2007.** Bumblebees and cuckoo-bumblebees (Apiformes: Bombini) of undergrowth and grassland - herbs forest environments in the territory of the Świętokrzyski National Park. *Journal of Apicultural Science* 51(1): 83-93.
- Ban C.M. 2006.** Apoid Hymenopterans (Hymenoptera: Megachilidae, Anthophoridae, Apidae) from Fagaras Mountains Area (Romania). *Studii si Comunicarii Stiintifice Naturii, Muzeul National Brukenthal, Sibiu* 1(3): 107-113.
- Banaszak J. 2000.** Effects of habitat heterogeneity on the diversity and density of pollinating insects, p.123-140 in: **Ekbom B., Irwin M. E., Robert Y. (eds)**, *Interchanges of Insects between agricultural and surrounding landscapes*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 239 p.
- Banaszak J., Krzysztofik A. 1996.** The natural wild bee resource (Hymenoptera: Apoidea) of the Wigry National Park. *Polskie Pismo Entomologiczne* 65: 33-50.
- Barbier Y., Rasmont P. 2000.** *Carto Fauna-Flora, logiciel de cartographie de données biogéographiques. Version 2.0*. Université Mons-Hainaut, Mons, 59 p., 1 CD-ROM.
- Barbier Y., Rasmont P., Dufrière M., Sibert J.M. 2002.** *Data Fauna-Flora. Version 2.0*. Université Mons-Hainaut, Mons, 106 p., 1 CD-ROM.
- Beaumont J. de 1958.** Les Hyménoptères aculéates du Parc National Suisse et des régions limitrophes. *Ergebnisse der wissenschaftliche Untersuchungen der schweizerischen Nationalparks* 6: 146-233.
- Benoist R. 1928.** Etude sur la faune des Hyménoptères des Alpes françaises. *Annales de la Société entomologique de France* 97: 389-417.
- Benton T. 2006.** *Bumblebees*. Harper Collins Publishers, London, 580 p.
- Berezin M.V. 1990.** Ekologiya i gnezdovanie shmelej na ostrove Wrangelya, p.19-28 in: **Kipyatkov V.E. (ed.)**, *Materialy kollokviyumov Seksii Obschestvennykh Nasekomoykh Vsesoyuznogo Entomologicheskogo Obschestva, Leningrad, 2-8 oktyabrya 1990*.
- Bolotov I., Kolosova Y. 2006.** Trends in the formation of biotopic complexes of bumblebees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) in northern taiga karst landscapes of the Western Russian Plain. *Russian Journal of Ecology* 37(3): 156-166.
- Calabuig I. 2000.** *Solitary Bees and Bumblebees in a Danish Agricultural Landscape*. Thèse de doctorat, University of Copenhagen, 103 p.
- Castro L. 1989.** Sobre los Bombinae (Hymenoptera: Apidae) de las Sierras de Cazorla, Segura y Alcaraz (España). *Annales de Biología* 15: 95-100.
- CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) 1965.** *Carte de la végétation n° 70, 2<sup>ème</sup> édition, Tarbes, Toulouse*.
- CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) 1980.** *Carte de la végétation n° 76, 2<sup>ème</sup> édition, Luz, Toulouse*.
- Colwell R. K. 2005.** *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application*. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell R.K., Mao C.X., Chang J. 2004.** Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717-2727.
- Comba M. 1960.** Contributo alla conoscenza dei *Bombus* Latr. e *Psithyrus* Lep. delle Valli del Pellice, Angrogna, Germanasca (Alpi Cozie) (Hymenoptera, Apoidea). *Fragmenta Entomologica Italiana* 3(8): 163-201.
- Comba M. 1972.** *Bombus* e *Psithyrus* delle regioni alpine occidentali. *Memorie della Società Entomologica Italiana* 51: 39-70.
- Cornalba M. 2007.** Website. *Bumblebees of the upper Brembo valley (Lombardy, Italy)*. <http://www-dimat.unipv.it/cornalba/bombi/bombremb/bombremb.html>
- Dathe H.H. 1981.** Zur Hymenopteren-Fauna des Naturschutzgebietes Teberta im Westkalkasus. *Milu* 5(1/2): 194-217.
- Décret n°67-265.** Décret du 23 mars 1967 créant le Parc National des Pyrénées occidentales. *Journal Officiel* du 31 mars 1967.
- 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: 247-290.
- Dupias G. 1988.** *Fleurs du Parc National des Pyrénées, Tome 1. Etages Montagnard - Subalpin 1*. Parc National des Pyrénées, Tarbes, 216 p.
- Dupias G. 1990.** *Fleurs du Parc National des Pyrénées, Tome 2. Etage Subalpin 2 - Etage Alpin*. Parc National des Pyrénées, Tarbes, 425 p.
- Dylewska M. 1966.** The Apoidea of the Babia Gora Mountain. *Acta Zoologica Cracoviensia* 11(5):111-175.
- Frey-Gessner E. 1899.** Fauna insectorum helvetiae. Hymenoptera Apidae. Vol. I. Gesellig lebende Bienen, Urbienen und Schenkelsemmeler. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 10: 53-84.
- Gosselin M., Iserbyt S., Rasmont P. 2007.** Faunistique comparée et écologie des bourdons (Hymenoptera, Apoidea) de la vallée de Nohèdes (France, Pyrénées-Orientales). *Notes Fauniques de Gembloux* 60(1): 13-23.
- Graziano G. 2002.** *Ciclo biologico e attraverso bottinatrice dei bombi presenti a "Valle Fiorita" (P.N.A.) (Hymenoptera, Apidae)*. Thesi di Laurea, Università degli studi di Roma "La Sapienza", Roma, 139 p.
- Hurlbert S.H. 1971.** The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- Intoppa F., Piazza M.G., Ricciardelli d'Albore G. 1995.** Catalogo Bibliografico delle specie di Bombidae (Hymenoptera Apoidea) segnalate ter l'Italia. *Apicoltura*, Firenze, (suppl.) 10: 1-135.
- Iserbyt S., Durieux E.-A., Rasmont P. 2008.** The remarkable diversity of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) in the Eyne Valley (France, Pyrénées-Orientales). *Annales de la Société entomologique de France* (n.s.) 44(2): 211-241.
- Konovalova I. 2007.** The first record of the rare oligolectic bumblebee *Bombus gerstaeckeri* Morawitz (Hymenoptera: Apidae: *Bombini*) from Ukraine. *Annales de la Société entomologique de France* (n.s.) 43(4): 441-443.
- Kosior A., Celary W., Solarz W., Rasmont P., Fijał J., Król W., Witkowski Z., Iserbyt S. 2009.** Long-term changes in the species composition and distribution of *Bombini* (Apidae) in Cracow since the mid 1850s. *Annales de la Société entomologique de France* (n.s.) 44(4): 393-407.
- Kruseman G. 1958.** Notes sur les bourdons pyrénéens du genre *Bombus* dans les collections néerlandaises. *Beaufortia* 6(72): 161-170.
- Legendre L., Legendre P. 1998.** *Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling 20*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 853 p.
- 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.
- Mahé G. 2007.** Observations de *Bombus gerstaeckeri* Morawitz (Hymenoptera, Apidae) butinant *Delphinium dubium* (Rouy et Fouc.) Pawl. (Ranunculaceae) dans le Massif des Ecrins (Hautes-Alpes, France). *Osmia* 1: 16-19.

- Mahé G. 2008.** Bourdons rares du Parc Naturel Régional du Queyras (Hautes-Alpes, France). *Osmia* **2**: 21-25.
- Mate 2002.** Website. *Atlas du Parc national des Pyrénées*. Parc National des Pyrénées, GIP ATEN, Morgan Multimedia, EDATER, <http://atlas.parcsnationaux.org/pyrenees/>.
- Móczár L. 1977.** Das Nest von *Bombus alticola* Kreichbaumer (Hymenoptera: Apidae). *Acta Biologica Szeged* **23**: 133-138.
- Monsevicius V. 1995.** A check-list of wild bee species (Hymenoptera: Apoidea) of Lithuania with data to their distribution and bionomics, p. 7-144 in: *New and Rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1994-1995*. Institute of Ecology Lithuanian Entomological Society, Vilnius, 184 p.
- Mosse F. 2005.** *A la découverte des Réserves Naturelles de France*. Edition Nathan, Paris, 391 p.
- Müller A. 2006.** A scientific note on *Bombus inexpectatus* (Tkalcu, 1963): evidence for a social parasitic mode of life. *Apidologie* **37**: 408-409.
- Obeso J.R. 1992.** Geographic distribution and community structure of bumblebees in the northern Iberian peninsula. *Oecologia* **89**(2): 244-252.
- Oertli S., Müller A., Dorn S. 2005.** Ecological and seasonal patterns in the diversity of a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *European Journal of Entomology* **102**:53-63.
- Ornosa Gallego C. 1984.** *La subfamilia Bombinae (Hym., Apidae) de la fauna española*. Thèse de doctorat, Universidad Complutense de Madrid, 333 p.
- Patenaude A. 2007.** *Diversity, composition and seasonality of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in a northern mixed-grass prairie preserve*. Master of Science, University of Manitoba, 253 p.
- Pekkarinen A. 1984.** Resource partitioning and coexistence in bumblebees (Hymenoptera, Bombinae). *Annales Entomologici Fennici* **50**:97-107.
- Pekkarinen A., Teräs I., Viramo J., Paatela J. 1981.** Distribution of bumblebees (Hymenoptera, Apidae: *Bombus* and *Psithyrus*) in eastern fennoscandia. *Notulae Entomologicae* **61**: 71-89.
- Pepin N.C., Kidd D. 2006.** Spatial temperature variation in the Eastern Pyrenees. *Weather* **61**: 300-310.
- Pérez J. 1890.** Catalogue des Mellifères du Sud-Ouest. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux* **44**: 133-200.
- Pittoni B. 1937.** Die Hummelfauna des Kalsbachtals in Ost-Tirol. *Festschrift für Prof. Embrik Strand* **3**: 64-122.
- Pittoni B. 1942.** Die borealpinen Hummeln und Schmarotzerhummeln (Hymen., Apidae, Bombinae). I. Teil. *Izvestiya na Tsarskite prirodonauchni instituti v Sofiya* **15**: 155-218.
- Ponchau O., Iserbyt S., Verhaeghe J.-C., Rasmont P. 2006.** Is the caste-ratio of the oligolectic bumblebee *Bombus gerstaeckeri* Morawitz (Hymenoptera: Apidae) biased to queens? *Annales de la Société entomologique de France* (n.s.) **42**(2): 207-215.
- Pouvreau A. 1973.** Les ennemis des Bourdons. Etude d'une zocénose: le nid de Bourdons. *Apidologie* **4**(2): 103-148.
- R Development Core Team R 2005.** *A language and environment for statistical computing 2.1.1*. R Foundation for statistical computing (<http://www.r-project.org>).
- Rasmont P. 1986.** *Pyrobombus jonellus* (Kirby) (Hymenoptera: Apidae, Bombinae) dans la péninsule ibérique et les Pyrénées. *Entomologische Berichten* **46**(12): 185-189.
- 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.
- Rasmont P. 1989.** Centres de richesse et centres de pauvreté de la faune des Bourdons de France (Hymenoptera, Apidae). Théorie d'Inouye contre théorie de Ranta & Vepsäläinen. p. 215-255 in: **Beaufort J. de, Maurin H. (eds), L'utilisation des Inventaires informatisés d'Invertébrés pour l'Identification et la Surveillance d'espaces de grand intérêt faunistique**, Paris, novembre 1987, 275 p.
- Rasmont P., Barbier Y., Pauly A. 1990.** Faunistique comparée des Hyménoptères Apoïdes de deux terrils du Hainaut occidental. *Notes fauniques de Gembloux* **21**: 39-58.
- Rasmont P., Delmas R., Leclant F. 1987.** *Contribution de la Banque de Données fauniques de Gembloux à la cartographie des Bourdons et des Xylocoptes (Hymenoptera : Apidae, Anthophoridae) de l'Aveyron (France : Massif Central)*. Website, [http://www.zoologie.umh.ac.be/hymenoptera/biblio/030\\_1987\\_Rasmont\\_Bourdons\\_Aveyron\\_compact.pdf](http://www.zoologie.umh.ac.be/hymenoptera/biblio/030_1987_Rasmont_Bourdons_Aveyron_compact.pdf)
- 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., Ruijter A. de (ed.), Proceedings of the first Specialists' Meeting on "Insect Pollination in Greenhouses"**, Soesterberg, 29 September to 3 October, Utrecht, Universiteit Utrecht, 220 p.
- Rasmont P., Flagothier D. 1996.** *Biogéographie et choix floraux des bourdons (Hymenoptera, Apidae) de la Turquie*. N.A.T.O. – O.T.A.N. Tu-Pollination project, rapport préliminaire. Université de Mons-Hainaut, Çukurova Üniversitesi, Mons, Adana, 69 + 3 p.
- Rasmont P., Mersch P. 1988.** Première estimation de la dérive faunique chez les Bourdons de la Belgique (Hymenoptera, Apidae). *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique* **118**(2): 141-147.
- Rasmont P., Parat J.C. 2002.** Hyménoptères: Sociétés secrètes, p. 158-159. in: **Duperey A. (ed.), Le Limousin côté nature**, Espaces naturels du Limousin, St-Gence, 216 p.
- Rasmont P., Pauly A., Terzo M., Patiny S., Miché D., Iserbyt S., Barbier Y., Haubruge E. 2005.** *The survey of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Belgium and France*. Rapport d'activité FAO, 18 p.
- Reinig W.F. 1970.** Ökologische Studien an mittel- und südosteuropäischen Hummeln (*Bombus* Latr., 1802; Hym., Apidae). *Mitteilungen der münchener entomologischen Gesellschaft* **60**: 1-56.
- Reinig W.F., Rasmont P. 1988.** Beitrag zur Kenntnis der Bergwaldhummel *Alpigenobombus wurfleini* (Radoszkowski, 1859)(Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Spixiana* **11**(1): 37-67.
- Ricciardelli d'Albore G. 1997.** Bioecologia dei bombi (*Bombus* Latr. e *Psithyrus* Lep.: Hymenoptera, Apidae) nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini (Italia Centrale). *Ape Nostra Amica* **4**:26-35.
- Sakagami S.F., Nishijima Y. 1973.** Two heterospecific colonies found in Japanese bumblebees, *Bombus schrencki* and *Bombus pseudobaicalensis* (Hymenoptera, Apidae). *Journal of the Faculty of Science Hokkaido, Obihiro Zootechanical University* **7**(4): 628-631.
- Siegel S., Castellan N.J. 1988.** *Nonparametric statistics for the Behavioral Science*. McGraw-Hill Book Company, Singapore, 399 p.
- Teräs I. 1976.** Flower visits of bumblebees, *Bombus* Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer. *Annales Zoologica Fennici* **13**: 200-232.
- Terzo M., Urbanova K., Valterova I., Rasmont P. 2005.** Intra and interspecific variability of the cephalic labial glands' secretions in male bumblebees: the case of *Bombus (Thoracobombus) ruderarius* (Müller) and *B. (Thoracobombus) sylvorum* (L.) [Hymenoptera, Apidae]. *Apidologie* **36**: 85-96.
- Tkalcu B. 1974.** Beitrag zur Kenntnis der Hummelfauna der französischen Basse-Alpes (Hymenoptera, Apoidea, Bombinae). *Acta Rerum naturalium Musei nationalis Slovenici Bratislava* **20**: 167-186.
- Tomozoi B. 2003.** Faunistical and ecological data of the genres *Bombus* Latr. and *Psithyrus* Lep. (Apoidea) from the Ceahlau National Park. *Studii si Comunicari, Complexul Muzeal de Stiintele Naturii „Jon Borcea“ Bacau* **18**: 201-206.
- Voveikov G.S. 1953.** Estestvennaya smena samok vo cem'ya shhmelej (Hym. Bomb.). *Russkoe entomologicheskoe obozrenie* **33**: 174-184 (en russe).
- Walter H., Lieth H. 1960.** *Klimadiagramm-Weltatlas*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 437 p.

- Wcislo W.T. 1987.** The roles of seasonality, host synchrony, and behaviour in the evolutions and distributions of nest parasites in Hymenoptera (Insecta), with special reference to bees (Apoidea). *Biological Reviews* **62**(4): 515-543.
- Wcislo W.T., Cane J.H. 1996.** Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annual Review of Entomology* **41**: 195-224.
- Williams P. H. 1994.** Phylogenetic relationships among bumble bees (*Bombus* Latr.) a reappraisal of morphological evidence. *Systematic Entomology* **19**: 327-344.
- Williams P.H. 1998.** An Annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of descriptions (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of The Natural History Museum, Entomology* **67**: 79-152.
- Williams P.H., Araújo M., Rasmont P. 2007.** Predicting vulnerability among species and sites for British bumblebees (*Bombus* spp.). *Biological Conservation* **138**: 493-505.
- Yarrow I. H. H. 1970.** Is *Bombus inexpectatus* (Tkalcu) a workerless, obligate parasite? (Hymenoptera, Apidae). *Insectes Sociaux* **17**: 95-112.
- Zhang T., Barry R.G., Knowles K., Ling F., Armstrong R.L. 2003.** Distribution of seasonally and perennially frozen ground in the Northern Hemisphere. p. 1289-1294 in: **Phillips M., Springman S. H., and Arenson L.U. (eds.)**, *Permafrost: Proceedings of the Eighth International Conference on Permafrost*, 21-25 July 2003, Zurich, 1380 p.