

## 7.3 Cortège des bourdons

**Auteur : David Genoud**

---

Les bourdons sont des reliques glaciaires. Il s'agit d'un groupe taxonomique qui réagit à l'évolution des températures, mais à des degrés divers selon les taxons. Certains taxons acceptent des conditions thermiques chaudes (espèces de plaine), tandis que d'autres sont strictement alpines, boréales ou montagnardes (à partir de 1700 m d'altitude, par exemple pour *Bombus mendax* dans les Pyrénées). Avec le changement climatique, les espèces de plaine devraient migrer vers les zones de moyennes montagnes (WALTHER *et al.*, 2002 ; PARMESAN, 2006). Les bourdons alpins, boréaux ou montagnards, quant à eux, ne pourront pas indéfiniment augmenter leur aire de répartition, s'ils doivent migrer en altitude (RASMONT *et al.*, 2015). En effet dès l'étage alpin (2300–2500 m.), les disponibilités en surface d'habitats sont extrêmement réduites en raison de la pente, des contraintes topographiques, de l'exposition et des contraintes climatiques (RAHBEK, 1995 ; KÖRNER, 2000 ; MAYOUX, 2004)(Rabbek, 1995 ; Körner, 2000, Mayoux, 2004) . Au-dessus de la limite des arbres, la disponibilité en habitat est en moyenne divisée par deux tous les 167 m de dénivelé (KÖRNER, 2000). La topographie hétérogène entraîne une fragmentation naturelle élevée des habitats, caractéristique en montagne, et qui a pour effet d'isoler spatialement les communautés (plantes, insectes).

Dans ce contexte, les espèces de plaine, présentant souvent des traits fonctionnels généralistes (langues souvent courtes ou moyennes, forte densité de colonie, colonies plus populeuses), pourraient rentrer en compétition avec les espèces de montagne présentant des traits fonctionnels plus spécialisés (densité plus faible, fortes exigences nutritives), et confrontées à des conditions météorologiques nouvelles et/ou atypiques, à des phénomènes de fragmentation des habitats accrus, à des perturbations (asyn)chroniques des relations plantes-pollinisateurs et à l'impact des changements globaux sur les systèmes de reproduction.

### 7.3.1 Matériel et méthode

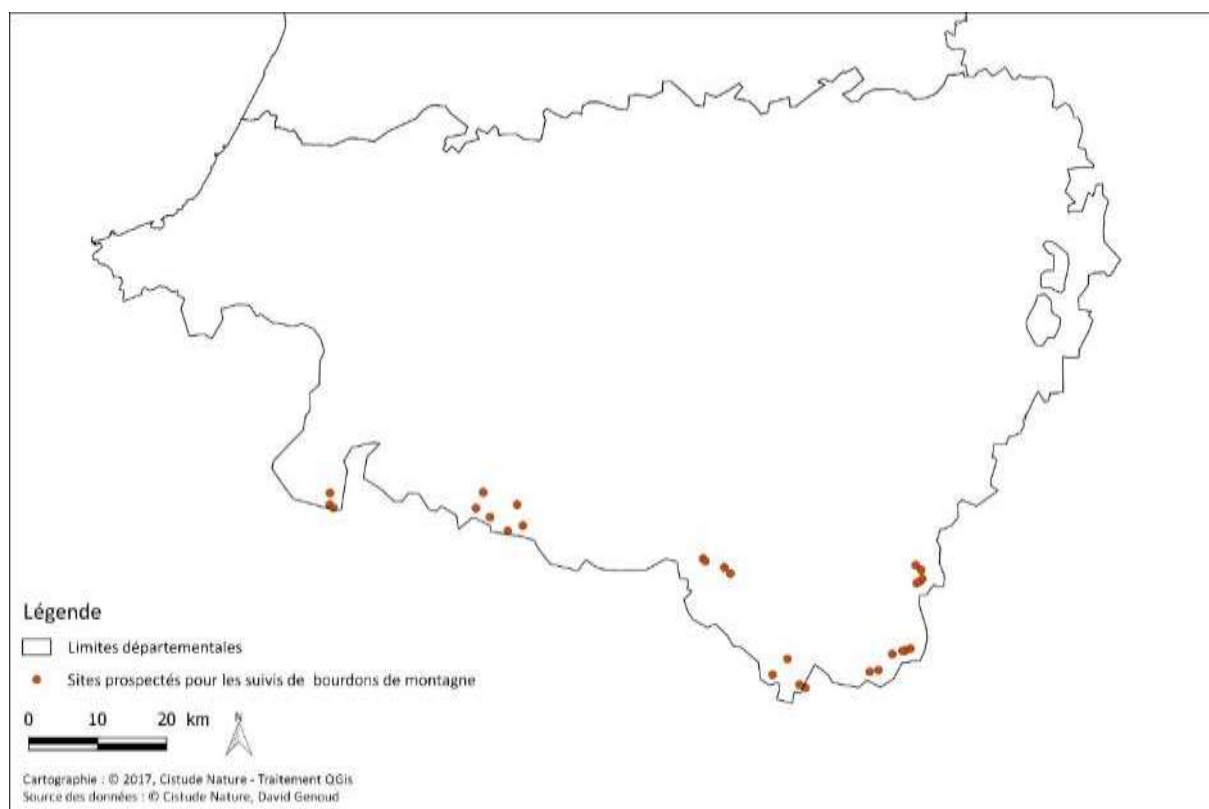
#### • *Sélection des sites*

Pour évaluer l'effet du réchauffement climatique sur les cortèges et les populations de bourdons, il convient de cibler un échantillonnage varié de stations aux étages montagnards et alpins (900 – 2000 m). Cet échantillonnage a été réévalué sur une tranche altitudinale de 800 à 2500 m pour observer une plus large évolution du cortège et aussi une plus large amplitude de la réponse aux facteurs climatiques locaux, tout en intégrant dans l'analyse la variabilité de la réponse au gradient climatique transversal de la chaîne des Pyrénées (influence océanique à l'ouest vs influence alpine à l'est) (LE TREUT, 2013).

Un site est défini par le terme station. Le choix des stations est conditionné par (Fig. 224) :

- L'accessibilité,
- L'optimisation du temps de déplacement : possibilité de proposer, dans un rayon de 1h30 de marche-aller, un gradient altitudinal satisfaisant,
- Des milieux réellement attractifs pour les bourdons, au moins à une période de passage dans l'année : patchs fleuris d'espèces à ressource abondante (nectar + pollen) comme *Aconitum spp.*, *Cirsium eriophorum*, *Scabiosa spp.*, *Centaurea spp.*, les Ericacées, etc., sans chercher une homogénéité particulière (différents types de formations végétales sur la station),

- Une stabilité « espérée » des habitats semi-naturels, par dans leur gestion (pâturage anthropique (ovins, bovins, caprins, équins) ou naturel (herbivores sauvages), et dans les contraintes bioclimatiques propres à ces étages montagnards à alpins (vent, gel, coulées de neige),
- Une répartition depuis l'ouest montagnard jusqu'au cœur alpin, chaque secteur distinct représentant une sous-unité d'analyse de l'évolution taxonomique, climatique, écomorphologique à long terme.



Sites prospectés pour les suivis du cortège de bourdons de montagne.

**Fig. 224. Situation géographique des zones prospectées en 2016 de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons ».**

Le Tab. CVI regroupe l'ensemble des stations testées en 2016 et 2017. La colonne "remarque" précise en rouge les stations abandonnées en 2016 ou 2017, en violet les sites retenus pour leur caractère landicole (cortège spécifique de bourdons), en vert les nouveaux sites intégrés en 2017.

Tab. CVI. Critères de sélection des sites de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons »

| N° site | Dénomination                                 | Critère 1           | Critère 2                           | Critère(s) de sélection initial                    | Critère(s) de non sélection  | altitude | remarques   |
|---------|--|---------------------|-------------------------------------|--|--|----------|---|
| 57      | Linux5 – Hayra                               | Altitude            | Diversité floristique milieu ouvert | Diversité floristique                              |  | 867      |   |
| 55      | Linux3–Burdincurutcheta                      | Habitats            | Données historiques                 | Habitats et données                                |  | 1054     | Cortège landicole cible   |
| 54      | Linux2–Linux parking                         | Altitude            | Diversité floristique               | Diversité floristique                              |  | 1168     |   |
| 53      | Linux1–Achistoy                              | Habitat             | Données historiques                 | Habitats et données                                |  | 1189     | Cortège landicole cible<br>Abandonné en 2017                          |
| 56      | Linux4–col d'Auzarai                         | Altitude            | Données historiques                 | Habitats et données                                |  | 962      | Pas d'échantillonnage en 2016<br>Cortège landicole cible<br>abandonné |
| 49      | Occabé5–Tourbière Achilondo                  | Habitats            | conservation                        | ZH–Tourbière                                       | Peu fleurie, pas de bourdons en 2016<br>Site excentré<br>Doublon<br>Sourzay                              | 988      | 1 échantillonnage en 2016<br>Abandonné en 2017                        |
| 46      | Occabé4–Sourzay                              | Habitats            | Données historiques                 | ZH–Tourbière                                       |  | 1131     | Cortège landicole cible   |
| 44      | Occabé3 – sommet d'Occabé                    | Altitude            |                                     | Sommet   | Site excentré<br>Peu fleurie   | 1457     | 1 échantillonnage en 2016<br>Abandonné en 2017                        |
| 43      | Occabé2–(col d') Horaaté                     | Habitats            | Données historiques<br>Altitudes    | Habitats et données                                |  | 1311     | Cortège landicole cible   |
| 42      | Occabé1–Orgaté                               | Altitude            | Données historiques                 | Données historiques                                |  | 936      |   |
| NULL    | Iraty5–lande basse Chalet Forestier de soule | Données historiques | Altitude                            | Lande à Ericacées<br>Suivi cortège landicole cible | Micro–milieu<br>Franchissement rivière parfois impossible<br>Station recouvrant 2 tranches altitudinales | 1000     | Abandonnée en 2017  |



| N° site | Dénomination                           | Critère 1             | Critère 2                 | Critère(s) de sélection initial                 | Critère(s) de non sélection                         | altitude | remarques                       |
|---------|--|-----------------------|---------------------------|---|---|----------|---------------------------------|
| 41      | Iraty4-<br>Mürkhülleta                 | Exposition            |                           | Exposition et habitats                          |   | 1180     | Suivi complément aire apiformes |
| 37      | Iraty3 -<br>Ibarrondo                  | Accès                 | Habitats                  | Habitats  |   | 1340     |                                 |
| 36      | Iraty2-<br>Odeizügagna                 | Altitude              |                           | Flore (Cirsium eriophorum)                      |   | 1525     | Abandonnée en 2017              |
| 34      | Iraty1-Rocher d'Organbidexka           | Altitude              | Données historiques       | Données historiques                             |   | 1395     | Cortège landicole cible         |
| 18      | Azun5-Pas d'Azun                       | Altitude              | Habitats                  | Habitats  |   | 1865     | Cortège landicole cible         |
| 19      | Azun4-<br>Cabane du Cap de la Baitch   | Altitude              | Habitats                  | Altitude  |   | 1670     |                                 |
| 17      | Azun3-<br>Cabane d'Ardinet             | Altitude              |                           | Altitude  |   | 1533     | Abandonné en 2017               |
| 16      | Azun2-<br>l'Abérouat Couloir avalanche | Diversité floristique | Altitude<br>Accessibilité | Diversité floristique (dont Eryngium bourgatii) |   | 1477     |                                 |
| 15      | Azun1-Bois d'Arce                      | Altitude              |                           | Altitude  |   | 1311     |                                 |
| 14      | Ansabère4                              | Accessibilité         |                           |   | Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun | 1548     | Visité en 2016 – non retenu     |
| 13      | Ansabère3                              | Accessibilité         |                           |   | Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun | 1366     | Visité en 2016 – non retenu     |
| 12      | Ansabère2                              | Accessibilité         |                           |   | Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun | 1231     | Visité en 2016 – non retenu     |
| 11      | Ansabère1                              | Accessibilité         |                           |   | Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun | 1187     | Visité en 2016 – non retenu     |
| 7       | Aspe5-Col du Somport                   | Altitude              | Accessibilité<br>Habitats | Habitats et accessibilité                       |   | 1635     | Cortège landicole cible         |

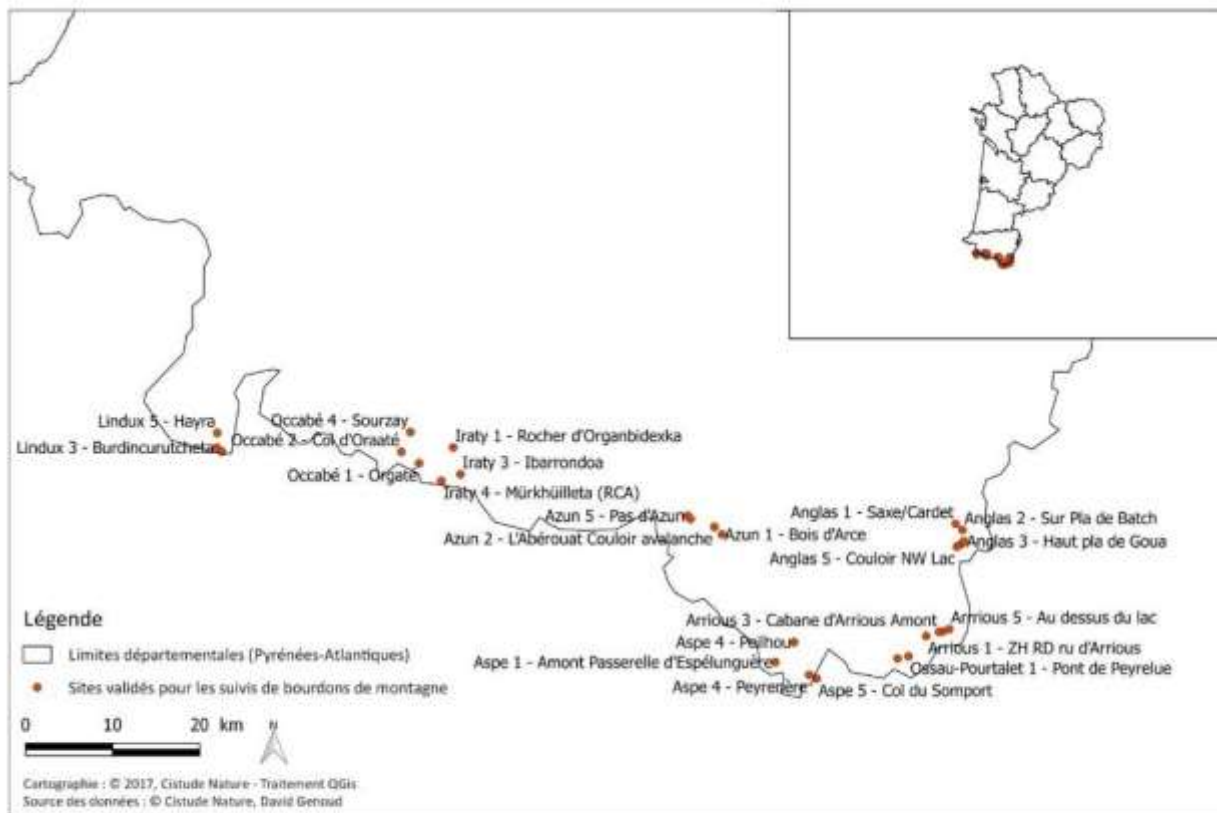
| N° site        | Dénomination                              | Critère 1     | Critère 2           | Critère(s) de sélection initial  | Critère(s) de non sélection  | altitude | remarques  |
|----------------|---|---------------|---------------------|--|--|----------|--|
| 10             | Aspe4–Peyrenère                           | Habitats      | Accessibilité       | Habitats et accessibilité  |  | 1448     |  |
| 8              | Aspe3–Anglus                              | Habitats      | Accessibilité       | Intérêt printanier (prairie mésophile variée et attractive au printemps) |  | 1275     | Abandonnée en 2017                                   |
| 1              | Aspe2–Cabane de Thézy                     | Accessibilité | Données historiques |  | Présence estivale de 80 ruches à moins de 100 m. Dominance Fougère–Aigle | 1221     | Abandonné en 2017                                    |
| 4              | Aspe1–Amont Passerelle d’Espéluenguère    | Flore         | Habitats            | Intérêt floristique (Aconitum spp.)                                      |  | 1420     |  |
| 20             | Ossau–Pourtalet5–Cabane de l’Araïlle      | Altitude      | Accessibilité       |  | Trop fréquenté, Peu fleurie Report sur Ossau–Pourtalet4                  | 1777     | Abandonné en 2017                                    |
| 21             | Ossau–Pourtalet4–bas couloir de l’Araïlle | Accessibilité |                     | Idem 5 mais plus intéressant   |  | 1746     |  |
| 23             | Ossau–Pourtalet3–ZH de Tourmont           | Habitat       |                     | Idem 2 mais plus intéressant   |  | 1687     | Abandonnée en 2017                                   |
| 22             | Ossau–Pourtalet2–Cabane de Tourmont       | Accessibilité | Altitude            |  | Reposoir à végétation instable Report sur Ossau – Pourtalet3             | 1647     | Abandonné en 2017<br>Suivi complément aire apiformes |
| 25             | Ossau–Pourtalet1–Pont de Peyrelue         | Habitat       | Accessibilité       | Diversité floristique, habitats  |  | 1594     |  |
| NULL A établir | Arriious5–au-dessus du lac                | Altitude      | Habitat             | Altitude   |  | 2302     |  |
| NULL A établir | Arriious4–Replat intermédiaire d’Arriious | Habitat       | Altitude            | Habitat et altitude  |  | 2084     | Cortège landicole cible                              |



| N° site              | Dénomination                              | Critère 1        | Critère 2                | Critère(s) de sélection initial   | Critère(s) de non sélection  | altitude | remarques  |
|----------------------|---|------------------|--------------------------|---|--|----------|--|
| NULL<br>A<br>établir | Arrious3-<br>Cabane<br>d'Arrious<br>Amont | Habitat<br>Flore | Altitude                 | Habitat,<br>diversité<br>floristique  |  | 1970     |  |
| NULL<br>A<br>établir | Arrious2-<br>pâtures<br>d'Arrious         | Altitude         | Flore                    |   | Doublon<br>tranche<br>altitudinale<br>Faible<br>diversité<br>floristique                     | 1720     | Abandonné<br>en 2017                                   |
| NULL<br>A<br>établir | Arrious1-ZH<br>RD ru<br>d'Arrious         | Altitude         | Flore<br>Habitat         | Habitat,<br>diversité<br>floristique  |  | 1640     |  |
|                      | Anglas6-Lac                               | Altitude         | Flore,                   | Altitude  |  | 2254     | Nouvelle<br>station 2017                               |
| 33                   | Anglas5-Lac                               | Altitude         |                          | Altitude,<br>diversité<br>floristique<br>(Rhododendron,<br>Eryngium<br>bourgatii) |  | 2059     |  |
| 32                   | Anglas4-Sous<br>Cascade<br>d'Anglas       | Habitat          |                          | Landes à<br>Ericacées   |  | 1805     | Cortège<br>landicole<br>cible                          |
| NULL<br>A<br>établir | Anglas3--<br>Cabane de<br>Coste de Goua   | Habitat          |                          | Landes à<br>Ericacées   |  | 1714     | Cortège<br>landicole<br>cible<br>Abandonnée<br>en 2017 |
| 31                   | Anglas2-Sur<br>Plaa de Batch              | Habitat          |                          | Landes à<br>Ericacées   |  | 1585     | Cortège<br>landicole<br>cible                          |
| 30                   | Anglas1-<br>reposoir de<br>Saxe-Cardet    | Altitude         | Diversité<br>floristique |   | Reposoir, avec<br>flore<br>nitrophile et<br>altitude<br>hétérogène<br>entre deux<br>tranches | 1395     |  |

• *Description des sites choisis*

Les sites validés sont représentés en Fig. 225.



Sites validés pour les suivis du cortège de bourdons de montagne.

Fig. 225. Situation géographique des sites d'études validés de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons ».

Le Tab. CVII reprend l'ensemble des stations strictement retenues pour la période 2017–2021, leurs principales caractéristiques et leur dénomination.

Tab. CVII. Caractéristiques des sites définitivement retenus de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons »

| Dép. | Commune    | Dénomination                 | Statut | Code statut | Propriétaire Gestionnaire | Accord | Station météo 2016 | Structure et nom de l'observateur |
|------|------------|------------------------------|--------|-------------|---------------------------|--------|--------------------|-----------------------------------|
| 64   | Aldudes    | Lindux5 – Hayra              | N2000  | FR7212012   | –                         | Non    | oui                | David Genoud                      |
| 64   | Aldudes    | Lindux3–<br>Burdincurutcheta | N2000  | FR7212012   | –                         | Non    | oui                | David Genoud                      |
| 64   | Aldudes    | Lindux2–Lindux<br>parking    | N2000  | FR7212012   | –                         | Non    | oui                | David Genoud                      |
| 64   | Lecumberry | Occabé4–Sourzay              | N2000  | FR7212015   | CG64/CEN                  | Oui    | oui                | David Genoud                      |
| 64   | Lecumberry | Occabé2–(col<br>d'Horaaté)   | N2000  | FR7212015   | –                         | Non    | oui                | David Genoud                      |
| 64   | Lecumberry | Occabé1–Orgaté               | N2000  | FR7212015   | –                         | Non    | oui                | David Genoud                      |



| Dép. | Commune     | Dénomination  | Statut        | Code statut | Propriétaire<br>Gestionnaire | Accord | Station<br>météo<br>2016 | Structure et<br>nom de<br>l'observateur |
|------|-------------|---|---------------|-------------|------------------------------|--------|--------------------------|---|
| 64   | Larrau      | Iraty4-<br>Mürkhülleta (RCA)  | N2000         | FR7212015   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Larrau      | Iraty3 -Ibarrondoa  | N2000         | FR7212015   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Larrau      | Iraty1-Rocher<br>d'Organbidexka                                     | N2000         | FR7212015   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Lées-Athas  | Azun5-Pas d'Azun  | N2000         | FR7212008   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Lées-Athas  | Azun4- Cabane du<br>Cap de la Baitch                                | N2000 ?       |             | -                            | Non    | non                      | David Genoud                            |
| 64   | Lescun      | Azun2-l'Abérouat<br>Couloir avalanche                               | N2000 ?       |             | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Lescun      | Azun1-Bois d'Arce   | N2000 ?       |             | -                            | Non    | non                      | David Genoud                            |
| 64   | Urdos       | Aspe5-Col du<br>Somport   | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Urdos       | Aspe4-Peyrenère   | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Etsaut      | Aspe1-Amont<br>Passerelle<br>d'Espélunguère                         | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Ossau-<br>Pourtalet4-bas<br>couloir de l'Araille                    | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Ossau-Pourtalet1-<br>Pont de Peyrelue                               | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Arriious5-<br>au-dessus du lac                                      | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Arriious4-Replat<br>intermédiaire<br>d'Arriious (chemin<br>de Sobe) | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | non                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Arriious3-Cabane<br>d'Arriious Amont                                | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Laruns      | Arriious1-ZH RD ru<br>d'Arriious                                    | PNP/N20<br>00 | FR7210087   | -                            | Oui    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Eaux-Bonnes | Anglas6-Haut Lac  | N2000         | FR7210087   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Eaux-Bonnes | Anglas5-Lac   | N2000         | FR7210087   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Eaux-Bonnes | Anglas4-Sous<br>Coste de Goua<br>Haut                               | N2000         | FR7210087   | -                            | Non    | non                      | David Genoud                            |
| 64   | Eaux-Bonnes | Anglas2-Sur Plaa<br>de Batch  | N2000         | FR7210087   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |
| 64   | Eaux-Bonnes | Anglas1-reposoir<br>de Saxe-Cardet                                  | N2000         | FR7210087   | -                            | Non    | oui                      | David Genoud                            |



• *Définition et positionnement des points d'échantillonnage*

Les stations d'échantillonnage sont définies selon leur attractivité floristique printanière et automnale dominante (Fig. 226, Annexe 50), et donc selon la présence de formations végétales susceptibles d'apporter une ressource conséquente aux bourdons (Landes à Myrtille *Vaccinium myrtillus* et *Vaccinum spp.*, Landes à Rhododendron *Rhododendron ferrugineum*, landes à Callune *Calluna vulgaris*, mégaphorbiaies, reposoirs à bétails à *Cirsium eriophorum*, etc.). En effet, ces espèces à floraisons massives offrent une opportunité majeure pour la couverture des besoins nutritifs de nombreux insectes pollinisateurs en situation d'habitat/patchs fragmentés (ESCARAVAGE & WAGNER, 2004 ; ISERBYT, 2009).

Ces stations favorables se situent sur un transect d'altitudes variables selon les massifs. Ce transect regroupe 4 ou 5 stations étagées entre 800 et 2500 m d'altitude (selon le gradient altitudinal proposé par le massif concerné).

Chaque station est prospectée à raison de 4 passages de 20 minutes pendant la période de vol des bourdons (avril–septembre), en essayant d'échantillonner toutes les stations à toutes les altitudes pendant les périodes sans neige (fin mai – 1<sup>ère</sup> décade de septembre). Seules les stations de hautes altitudes (+ de 2000 m) ne peuvent pas être échantillonnées (présence du manteau neigeux) lors du 1<sup>er</sup> passage. Elles ne sont de toute façon pas fréquentées par les bourdons (pas d'observations sur les stations enneigées testées en 2016).

Pour 2017, 28 stations ont été sélectionnées (Tab. CVIII).

Le tableau page suivante reprend l'ensemble des codifications et informations relatives aux stations (altitude, critère de sélection, synergie et maintenance stations météorologiques, cortèges ciblés (en violet : cortège landicole) et l'inclusion ou non dans le Parc National des Pyrénées (en rouge).



Fig. 226. Un exemple de situation des transects de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons » sur photographie aérienne.



Tab. CVIII. Caractéristiques des stations de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons »

| Nbre de sites | N° site | Dénomination               | Critère 1  | Critère 2                           | Critère(s) de sélection initial | altitude | Station météo et Numéro                          | remarques                  | Périmètre PNP |
|---------------|---------|----------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------|--|----------------------------|---------------|
| 1             | 57      | LIN1-Hayra                 | Altitude   | Diversité floristique milieu ouvert | Diversité floristique           | 867      | Oui<br>10953471                                  |                            | Non           |
| 2             | 55      | LIN2-Burdincurutcheta      | Habitats   | Données historiques                 | Habitats et données             | 1054     | oui<br>Changement 2017 (dégradation)<br>20114869 | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 3             | 54      | LIN3-Linux (parking)       | Altitude   | Diversité floristique               | Diversité floristique           | 1168     | Oui<br>10957006                                  |                            | Non           |
| 4             | 46      | IRA6-Sourzay               | Habitats   | Données historiques                 | ZH-Tourbière                    | 1131     | Oui<br>10953474                                  | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 5             | 43      | IRA5-Oraaté (Col d')       | Habitats   | Données historiques<br>Altitudes    | Habitats et données             | 1311     | Oui<br>10953472                                  | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 6             | 42      | IRA4-Orgaté                | Altitude   | Données historiques                 | Données historiques             | 936      | Oui<br>10953485                                  |                            | Non           |
| 7             | 41      | IRA3-Mürkhülleta           | Exposition |                                     | Exposition et habitats          | 1180     | oui<br>Changement 2017 (dégradation)<br>20106407 |                            | Non           |
| 8             | 37      | IRA2-Ibarrondoua           | Accès      | Habitats                            | Habitats                        | 1340     | Oui<br>10953478                                  |                            | Non           |
| 9             | 34      | IRA1-Rocher d'Organbidexka | Altitude   | Données historiques                 | Données historiques             | 1395     | oui<br>(léger déplacement 2017)<br>10953488      | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 10            | 18      | MAN4-Pas d'Azuns           | Altitude   | Habitats                            | Habitats                        | 1865     | Oui<br>10953487                                  | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 11            | 19      | MAN3-Cap de la Baitch      | Altitude   | Habitats                            | Altitude                        | 1670     | oui 2017<br>10957031                             |                            | Non           |



les sentinelles du climat

| Nbre de sites | N° site        | Dénomination            | Critère 1             | Critère 2                 | Critère(s) de sélection initial                         | altitude | Station météo et Numéro                          | remarques                  | Périmètre PNP |
|---------------|----------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---|----------|--|----------------------------|---------------|
| 12            | 16             | MAN2-Abérouat avalanche | Diversité floristique | Altitude<br>Accessibilité | Diversité floristique (dont <i>Eryngium bourgatii</i> ) | 1477     | oui (refuge Abérouat)<br>10957011                |                            | Non           |
| 13            | 15             | MAN1-Bois d'Arce        | Altitude              |                           | Altitude  | 1311     | oui 2017<br>20106425                             |                            | Non           |
| 14            | 7              | ASP1-Somport (Col du)   | Altitude              | Accessibilité<br>Habitats | Habitats et accessibilité                               | 1635     | Oui<br>10956997                                  | Cortège<br>landicole cible | OUI           |
| 15            | 10             | ASP2-Peyrenère          | Habitats              | Accessibilité             | Habitats et accessibilité                               | 1448     | oui<br>Changement 2017 (dégradation)<br>10953484 |                            | OUI           |
| 16            | 4              | ASP3-Espéluenguère      | Flore                 | Habitats                  | Intérêt floristique (Aconitum spp.)                     | 1420     | Oui<br>10957018                                  |                            | OUI           |
| 17            | ?              | ASP4-Peilhou (Lacau)    | Altitude et flore     | Accessibilité             | Intérêt floristique type prairiale pâtures hautes       | 961      | oui 2017<br>20114881                             |                            | NON           |
| 18            | 21             | OSS6-Araille            | Accessibilité         |                           | Idem ancienne station 5 mais plus intéressant           | 1746     | oui 2017<br>20114883                             |                            | OUI           |
| 19            | 25             | OSS5-Peyrelue           | Habitat               | Accessibilité             | Diversité floristique, habitats                         | 1594     | Oui<br>10957012                                  |                            | OUI           |
| 20            | NULL A établir | OSS4-Lac d'Arrious      | Altitude              | Habitat                   | Altitude  | 2282     | oui (commune suivi lézard et marmotte)           |                            | OUI           |
| 21            | NULL A établir | OSS3-Sente de Sobe      | Habitat               | Altitude                  | Habitat et altitude                                     | 2084     | oui (2017)<br>20114883                           | Cortège<br>landicole cible | OUI           |



| Nbre de sites | N° site              | Dénomination                                | Critère 1        | Critère 2             | Critère(s) de sélection initial   | altitude | Station météo et Numéro                           | remarques                  | Périmètre PNP |
|---------------|----------------------|---|------------------|-----------------------|---|----------|---|----------------------------|---------------|
| 22            | NULL<br>A<br>établir | OSS2-Cabane d'Arrious (Amont)               | Habitat<br>Flore | Altitude              | Habitat, diversité floristique  | 1970     | oui (commune suivi lézard et marmotte)            |                            | Non           |
| 23            | NULL<br>A<br>établir | OSS1-ZH Soques                              | Altitude         | Flore<br>Habitat      | Habitat, diversité floristique  | 1640     | Oui<br>10953486                                   |                            | Non           |
| 24            | NULL<br>A<br>établir | ANG5-Haut-Anglas                            | Altitude         | Flore, exposition     | Altitude  | 2254     | oui (commune suivi lézard et marmotte) plus basse |                            | Non           |
| 25            | 33                   | ANG4-Lac Anglas                             | Altitude         |                       | Altitude, diversité floristique<br>( <i>Rhododendron</i> ,<br><i>Eryngium bourgatii</i> ) | 2059     | oui (commune suivi lézard et marmotte)            |                            | Non           |
| 26            | 32                   | ANG3-Haut de Goua                           | Habitat          |                       | Landes à Ericacées  | 1805     | oui 2017<br>20106427                              | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 27            | 31                   | ANG2-Plaa de Batch                          | Habitat          |                       | Landes à Ericacées  | 1585     | Oui<br>10953470                                   | Cortège<br>landicole cible | Non           |
| 28            | 30                   | ANG1-reposoir de Saxe-Cardet (Bois de Saze) | Altitude         | Diversité floristique |   | 1395     | Oui<br>10957009                                   |                            | Non           |



- **Méthode de relevés et détermination des espèces**

Chaque spécimen de bourdon contacté est capturé au filet ou directement dans un pilulier par un seul observateur au cours de l'étude. Le taux d'échec de la capture varie de 0 à 75 % par échantillonnage. Il est plus important dans les formations végétales hautes (landes à rhododendron principalement), dans les pentes fortes (30 à 60%). La combinaison des deux premiers facteurs, diminuant la mobilité de l'observateur, accentue ce taux d'échec. Le vent n'est responsable que de quelques échecs. Le taux d'échec moyen sur une saison est de 10,44 %.

Tous les spécimens sont conservés en pilulier de râpure de liège imbibé d'acétate d'éthyle. Ce mode de conservation assure une grande souplesse et un bon état physique des spécimens pour l'identification ultérieure en laboratoire sous binoculaire (caste, espèce), et pour les mesures biométriques (longueur de l'aile, longueur de langue, longueur inter-scutellaire, longueur totale). L'identification comme les mesures morphologiques passent nécessairement par une capture létale et une conservation obligatoire<sup>1</sup>. En effet, des espèces différentes peuvent présenter une grande similarité de pattern/habitus, ou de morphotypes.

La plante butinée, l'habitat et la flore exploitée sont relevés.

La station est parcourue de manière homogène (vitesse de déplacement 2–4 km/h selon présence de fleurs et de bourdons).

Le temps d'échantillonnage d'une station, normalisé par rapport à d'autres études (FRANÇOIS *et al.*, à paraître ; WESTPHAL *et al.*, 2008 ; NIELSEN *et al.*, 2011), est de 20 minutes, avec arrêt du chronomètre ou ajout d'un temps supplémentaire par spécimen collecté (15 secondes pour mettre un spécimen en pilulier).

Au total, en 2017, 28 stations ont été définitivement sélectionnées sur le territoire d'étude. Le temps d'échantillonnage par passage est donc 9h20 pour toutes les stations, soit 37h20 sur la saison. A cette durée, s'ajoutent le temps des marches d'approches et de retour, des transits entre les différents secteurs et vallées, des préparatifs et du reconditionnement du matériel biologique pour chaque demi-journée d'échantillonnage (1/2 journée = environ 5 stations échantillonnées). Chaque passage d'échantillonnage nécessite donc 5 jours complets d'intervention (préparation, trajet, terrain).

- **Conditions météorologiques requises**

Les bourdons volent dès 8°C. Leur activité reste importante tant que les températures n'excèdent pas 25–28°C (LOKEN, 1973 ; MICHENER, 2007 ; VON HAGEN & VON AICHORN, 2014 ; RASMONT *et al.*, 2015). Ils supportent un vent modéré voire fort, même s'il limite davantage leur déplacement. Dans des situations ventées, la détectabilité et la capturabilité des bourdons deviennent beaucoup plus aléatoires. Températures trop élevées et vent fort sont donc à éviter lors de l'échantillonnage. Les conditions humides sont à proscrire (pluie/brouillard/bruine).

Au cœur de l'été, la tranche d'activité des bourdons s'étale de 6 h 30 du matin à plus de 20 h 30 (Obs. pers. David Genoud et Comm. Pers. Pierre Rasmont, Loken, 1973) avec une période d'activité moins marquée aux heures chaudes.

---

<sup>1</sup> Conservation dans la râpure + acétate et/ou congélation à -18°C à court terme (quelques semaines) pour éviter tout risque de dégradation (pourrissement, moisissures)

En fonction de ces données, les conditions météorologiques suivantes avaient été définies (Tab. CIX).

**Tab. CIX. Conditions météorologiques requises pour les suivis**

|                            |                      | Température |              |                    |   |
|----------------------------|----------------------|-------------|--------------|--------------------|---|
|                            |                      | < 12°C      | 12°C – 16 °c | 16°C – 27 °c       | >28 °c                                      |
| Nébulosité                 | beau                 | +           | ++           | +++                | -/+   |
|                            | couvert (75 – 100 %) | +           | +            | ++                 | +   |
| Pluie et autres météorites |                      | -           | -            | -                  | -   |
| Vitesse du vent            | <20 km/h             | +           | ++           | +++                | -/+   |
|                            | >20–25 km/h          | -           | -            | -                  | -   |
| Horaire                    |                      | 8h – 17 h   | 8 h – 17 h   | 6h 30 – 21 h<br>30 | 6 h 30 – 11<br>h 00<br>18 h 30 –<br>21 h 30 |

Pour autant, en 2017, nous nous sommes retrouvés régulièrement dans des conditions de tranches d'échantillonnage réduites et peu performantes (Tab. CX).

**Tab. CX. Dates d'échantillonnage 2017**

| Passages  | Date                   | Actions   |
|-----------|------------------------|---|
| Passage 1 | 5–9 juin 2017          | Echantillonnage 1 incomplet + gestion stations météo (déplacement, ajout, remplacement) |
| Passage 2 | 20–21 juin 2017        | Fin échantillonnage 1   |
| Passage 3 | 3–7 juillet 2017       | Echantillonnage 2   |
| Passage 4 | 7– 10 août 2017        | Echantillonnage 3 partiel (mauvais temps)   |
| Passage 5 | 13 – 15 août 2017      | Fin échantillonnage 3   |
| Passage 6 | 4 – 7 septembre 2017   | Echantillonnage 4   |
| Passage 7 | 22 – 24 septembre 2017 | Fin échantillonnage passage 4   |

Toutefois, les 2 premières années de suivi ont permis de dresser plusieurs constats :

- L'activité des bourdons reste faible avant 9 h 00, en particulier sur les stations de haute-altitude et au-delà de 17h00/17h30.
- Les matinées fraîches sont fréquentes (par exemple, passage 1 : -5°C relevé à 8 h 30 à 2300 m), même en période estivale (passages 4, 6 et 7).

Une réévaluation des conditions météorologiques requises a donc semblé nécessaire (Tab. CXI).

**Tab. CXI. Conditions météorologiques requises pour les suivis en période estivale — réévaluation 2017**

|                            | Température          |          |               |               |                  |                                       |
|----------------------------|----------------------|----------|---------------|---------------|------------------|---------------------------------------|
|                            | < 8°C                | 8 – 12°C | 12°C – 16 °c  | 16°C – 27 °c  | >28 °c           |                                       |
| Nébulosité                 | beau                 | -        | -/+           | ++            | +++              | -/+                                   |
|                            | couvert (75 – 100 %) | -        | -             | +             | ++               | +                                     |
| Pluie et autres météorites |                      | -        | -             | -             | -                | -                                     |
| Vitesse du vent            | <20 km/h             | -        | -/+           | ++            | +++              | -/+                                   |
|                            | >20-25 km/h          | -        | -             | -             | -                | -                                     |
| Horaire                    |                      | -        | 9 h 30 – 17 h | 8 h – 17 h 30 | 8 h 30 – 20 h 00 | 6 h 30 – 11 h 00<br>18 h 30 – 21 h 30 |

• **Nombre de campagne de relevés**

Le nombre de campagnes d'échantillonnage a été fixé à 4 sur la période préalablement définie. La réduction à 3 passages a été discutée en 2016 (MALLARD, 2016b) mais elle paraît peu compatible avec un échantillonnage approprié (échange et comm. pers. Colin FONTAINE, MNHN-CNRS), permettant de conserver un bon monitoring du pattern phénologique de chaque espèce. Ce nombre de 4 passages est donc un minimum pour assurer une bonne représentativité phénologique de tous les taxons.

• **Fiche de relevés**

Comme en 2016, lors des échantillonnages-tests, les heures de début de relevé ont été systématiquement consignées sur un carnet de saisie (Annexe 51). La fiche de relevé définitive a été établie en fin de saison 2017 en collaboration avec le CBNSA [relevé évolutif de la végétation (recouvrement/phénologie de floraison des différentes formations et peuplements végétaux)], suite à une journée technique sur le terrain « *Bombus* » (vallée d'Ossau) et des journées techniques du programme les sentinelles du climat (suivi lépidoptères) (Annexe 52).

• **Analyses et statistiques**

En 2017, 7 secteurs géographiques (Aldudes (ALD), Iraty qui inclut l'ancien secteur "Occabé" (IRA), Lescuns (MAN = Massif d'Anie), Somport (ASP), Arrious (OSS), Pourtalet (OSS), Anglas(ANG), comprenant 28 stations, ont été suivis de manière homogène (4 passages par sites). Ils sont situés sur 9 communes des Pyrénées (Banca, Borce, Eaux Bonnes, Larrau, Laruns, Lecumberry, Léas-Athas, Lescun, Urdos) réparties ainsi : 1 commune dans les Aldudes, 2 en Iraty, 4 en Aspe, 2 en Ossau.

Les gammes d'altitude sont comprises entre 855 m (forêt d'Hayra – Banca) et 2254 m au-dessus du Lac d'Anglas (Eaux-Bonnes), et 2282 m au-dessus du Lac d'Arrious (Laruns).

Un rééquilibrage global des gammes d'altitude échantillonnées a été tenté de manière théorique dès l'hiver 2016-2017 (Fig. 227-Fig. 228). Toutefois, même si ce rééquilibrage a été évalué et préparé de manière précise et ciblée (choix de stations) (MALLARD, 2016b), il s'est trouvé parfois irréalisable sur le



terrain (accès impossible à plusieurs sites de hautes altitudes (> 1800 m), ou démultiplication du temps d'accès).

Il faut relativiser l'importance de cette approche et de cette analyse puisque ce n'est pas tant l'étude globale du jeu de données de l'ensemble des stations qui est visée, mais la « photographie » de ces variations d'altitudes sur une période moyenne (abondances lissées) des peuplements et populations au sein d'un contexte, et l'analyse des facteurs/variables (climatiques, physiologiques, etc.) qui peuvent les affecter ou les modifier.

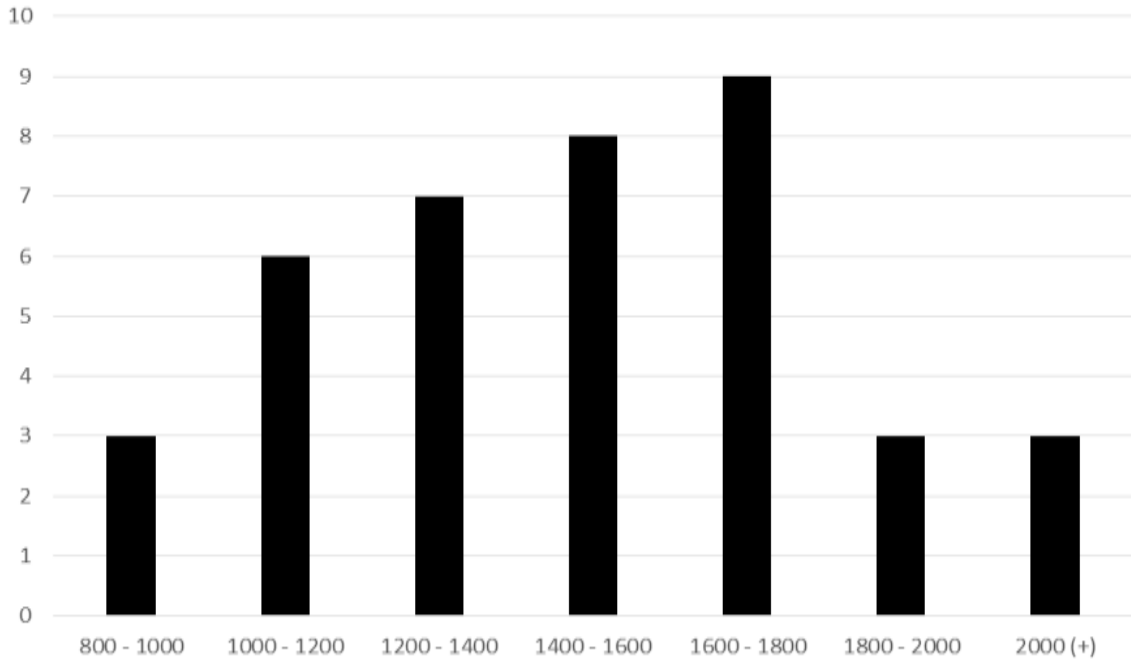
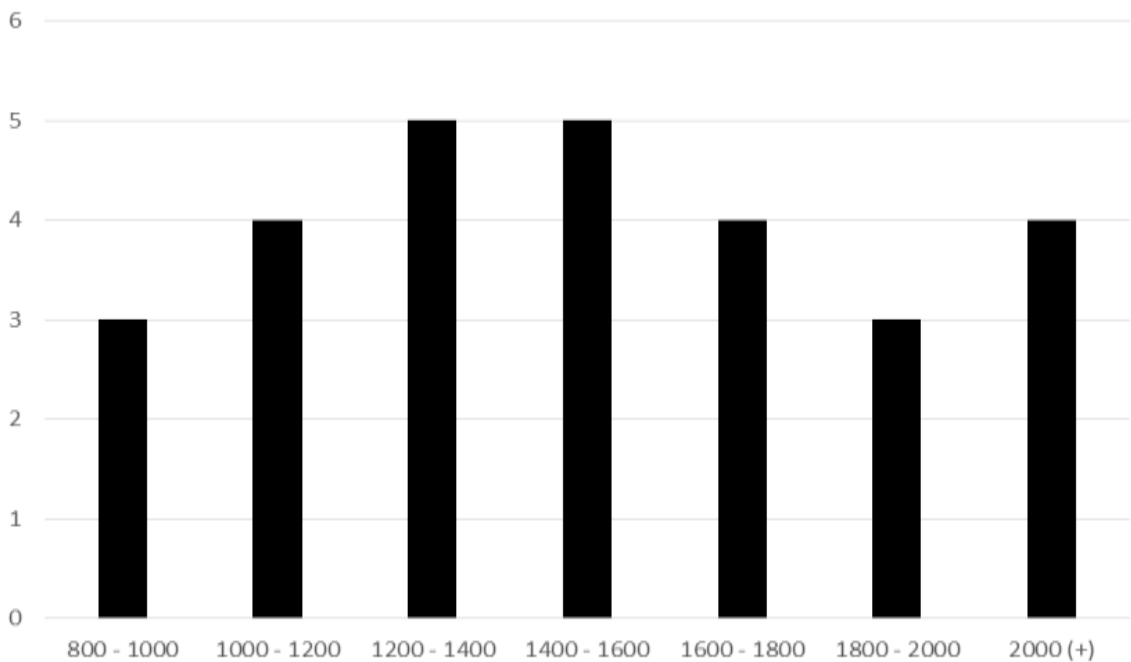


Fig. 227. Nombre de stations échantillonnées en 2016, par tranches altitudinales



**Fig. 228. Nombre de stations échantillonnées en 2017, par tranches altitudinales**

Le biais d'échantillonnage lié au passage systématique à une heure identique sur la plupart des stations (et donc certaines échantillonnées toujours à des heures précoces p. ex.), soulevé en 2016 (Comm. Pers., Colin Fontaine), n'a pas été résolu. Pour autant, la réduction de la plage horaire d'échantillonnage doit permettre d'éviter les biais liés aux passages aux heures extrêmes (très tôt ou très tard). La possibilité de faire un tirage automatique des ordres de passage n'est pas envisageable car elle crée une vraie contrainte organisationnelle et temporelle liée à la logistique et au timing d'accès aux différents secteurs et aux différentes altitudes.

A partir de 2017, le monitoring a débuté son fonctionnement en routine. Il permettra donc d'engager les premières analyses de biodiversité sur la base d'un échantillonnage normé.

### 7.3.2 Résultats exploratoires

- *Espèces échantillonnées*

Au total, 466 données d'abeilles sauvages ont été saisies pour 711 spécimens récoltés. S'y ajoutent 42 données de bourdons indéterminés non capturés pour 66 spécimens.

Sur ces 711 spécimens, 566 spécimens, correspondant à 411 données<sup>2</sup> saisies, sont des bourdons (+ 66 spécimens non capturés/identifiés = 10,44 % d'échec de capture). Les bourdons représentent donc presque de 82 % de l'effectif total échantillonné.

En 2017, 27 espèces ont été contactées dont 4 espèces « nouvelles » : *Bombus sylvarum*, *Bombus muscorum*, *Bombus flavidus* et *Bombus norvegicus* (Tab. CXII), contre 24 en 2016 (*Bombus hypnorum* : espèce non contactée en 2017).

La diversité moyenne par station est un peu supérieure à 6 espèces, avec une variabilité de 1 à 12 espèces par station. Cette diversité ne suit pas une loi (meilleur R<sup>2</sup> de 0,04 pour une loi polynomiale). La diversité est plus faible à basse et très haute altitude. Le rééquilibrage des stations en 2017 atténue cette tendance qui était plus prononcée en 2016 (Fig. 229).

---

<sup>2</sup> Cette notion de données apporte une idée de la fréquence des espèces mais elle doit être prise avec précaution car il ne s'agit pas de la fréquence relative des espèces. En effet, une ligne de saisie correspond à une espèce + une caste + une plante butinée ou à un spécimen en vol. De fait, sur une même station, chaque combinaison de caste et de plante peut être saisie pour une même espèce.

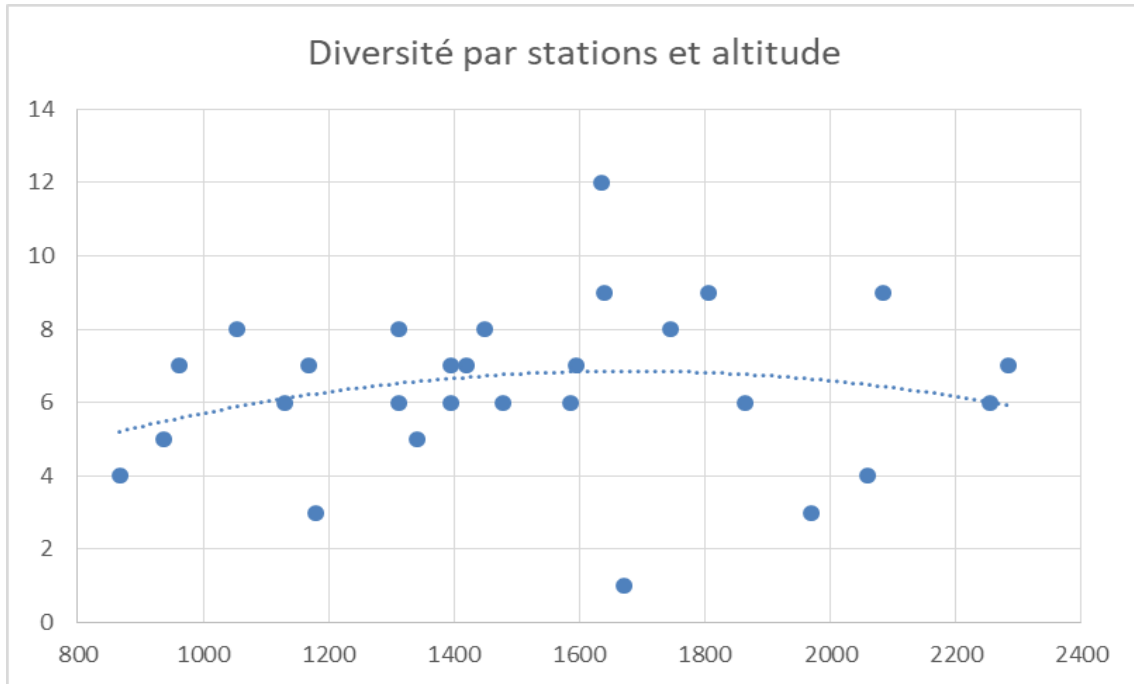


Fig. 229. Diversité stationnelle et altitude

Les stations basses de l'étage subalpin, si elles sont bien fleuries, semblent les plus riches et diversifiées (APS1-Col du Somport, OSS1-ZH du ruisseau de Soques, ANG3-Haut de Goua).

Les stations pauvres en bourdons sont souvent des stations où la floraison est éparse mais diversifiée et sans patchs attractifs (OSS2-cabane d'Arrious), ou les formations homogènes et peu attractives (dominance de fougère pour IRA3-Mürkhülleta et d'*Ulex gallii* et *Erica vagans* pour MAN3-Cap de Baïtch) avec des contraintes fortes (pâturage et écobuage sur MAN3, écobuage sur IRA3). Les stations à moins de 4 espèces peuvent aussi être considérées comme plus pauvres floristiquement.

Tab. CXII. diversité, occurrence, abondance et principaux traits (socialité, lectisme et biogéographique) des bourdons échantillonnés en 2017

| Espèces  | Occur. | Abond. | Groupe   | socialité | lectisme                      | remarques altitude   |
|--|--------|--------|--|-----------|-------------------------------|--|
| <i>Bombus (Alpigenobombus) wurfleini</i>       | 12     | 16     | montagnard-alpin - boréoalpine   | social    | Polylectique                  | apparaît vers 1300 m. voire très localement plus bas (1000 m.)                       |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) bohemicus</i>     | 3      | 3      | montagnard - montane   | parasite  | Sans objet                    | Au-dessus de 1200 m.   |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i>      | 1      | 2      | planitiaire à bas-montagnard - médioeuropéenne<br>planicole, collinéenne dans le sud         | parasite  | Sans objet                    | disparaît vers 1300 m.   |
| <i>Bombus (Bombus) lucorum</i>                 | 49     | 66     | planitiaire à bas montagnard - eurosibérienne  | social    | Polylectique                  | devient plus sporadique vers 1600 m.   |
| <i>Bombus (Bombus) magnus</i>                  | 24     | 63     | planitiaire à bas-montagnard – landicole atlantique  | social    | Oligolectique<br>Ericacées    | limite vers 1800 m.  |
| <i>Bombus (Bombus) terrestris</i>              | 12     | 16     | planitiaire à bas-montagnard – méditerranéenne<br>étendue                                    | social    | Polylectique                  | devient sporadique à partir de 1300 - 1600 m.  |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) flavidus</i>    | 2      | 3      | boréo-montane  | parasite  | Sans objet                    | apparaît au-dessus de 1300 m.  |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i>  | 1      | 1      | montagnard - eurosibérienne  | parasite  | Sans objet                    | apparaît au-dessus de 1200 m. (dans les Pyrénées)                                    |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i> | 4      | 8      | montagnard - médioeuropéenne   | parasite  | Sans objet                    | apparaît à 1200 m.   |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i>  | 6      | 8      | planitiaire à bas-montagnard - eurosibérienne  | parasite  | Sans objet                    | jusqu'à 1800 m.  |
| <i>Bombus (Kallobombus) soroensis</i>          | 43     | 78     | montagnard - médioeuropéenne   | social    | Polylectique                  | apparaît vers 900 m. (cité dès 520 m.)   |
| <i>Bombus (Megabombus) hortorum</i>            | 12     | 24     | planitiaire à montagnard – médioeuropéenne-<br>eurosibérienne                                | social    | Polylectique<br>Langue longue | disparaît vers 1600 m. mais jusqu'à 1800 m.  |
| <i>Bombus (Melanobombus) lapidarius</i>        | 11     | 14     | planitiaire-collinéen médioeuropéenne mais<br>montagnard en versant bien exposé des Pyrénées | social    | Polylectique                  | devient plus anecdotique au-dessus de 1200 m. mais jusqu'à 2200 m. dans les Pyrénées |
| <i>Bombus (Melanobombus) sichelii</i>          | 12     | 17     | montagnard-alpin – boréo-montane   | social    | Polylectique                  | apparaît vers 1200 m.  |
| <i>Bombus (Metapsithyrus) campestris</i>       | 2      | 9      | planitiaire à montagnard - eurosibérienne  | parasite  | Sans objet                    | disparaît vers 1300 m.   |



| Espèces                                  | Occur. | Abond. | Groupe  | socialité | lectisme                               | remarques altitude  |
|--|--------|--------|---|-----------|--|---|
| <i>Bombus (Mucidobombus) mucidus</i>     | 4      | 5      | montagnard-alpin -montane                                       | social    | Polylectique                           | apparaît vers 1300 m.   |
| <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>      | 6      | 7      | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | parasite  | Sans objet                             | montagnard dans la moitié sud de la France au-dessus de 1000 m. |
| <i>Bombus (Pyrobombus) jonellus</i>      | 11     | 23     | montagnard dans le sud de l'Europe – landicole                  | social    | Oligolectique non stricte<br>Ericacées | apparaît à 900-1000 m.  |
| <i>Bombus (Pyrobombus) monticola</i>     | 6      | 8      | montagnard-alpin -boréoalpine                                   | social    | Polylectique                           | apparaît à 1600 m.  |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pratorum</i>      | 2      | 2      | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | social    | Polylectique                           | disparaît à 1600 m. sporadique au-delà                          |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus</i>     | 3      | 3      | montagnard-alpin - montane                                      | social    | Polylectique                           | apparaît à 1600 m.  |
| <i>Bombus (Rhodobombus) mesomelas</i>    | 26     | 37     | montagnard-alpin - montane                                      | social    | Polylectique                           | apparaît à 1300 m. dans les Pyrénées (900-1000 m. dans le Jura) |
| <i>Bombus (Thoracobombus) humilis</i>    | 25     | 31     | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | social    | Polylectique                           | disparaît au-delà de 1800 m. (sporadique au-delà)               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) muscorum</i>   | 2      | 4      | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | social    | Polylectique                           | disparaît au-delà de 1300 m.                                    |
| <i>Bombus (Thoracobombus) pascuorum</i>  | 48     | 62     | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | social    | Polylectique                           | disparaît au-delà de 1500-1600 m. (rare à partir de 1300 m.)    |
| <i>Bombus (Thoracobombus) sylvarum</i>   | 1      | 1      | planitiaire à montagnard - eurosibérienne                       | social    | Polylectique                           | disparaît au-delà de 1500 m.                                    |
| <i>Bombus (Thoracobombus) ruderarius</i> | 39     | 55     | planitiaire à montagnard - eurosibérienne avec ssp. montagnarde | social    | Polylectique                           | sans doute jusqu'à 2000 m. et au-delà                           |
| <b>27</b>                                |        | 566    |   |           |  |   |



L'observation des abondances et diversités par passage montre une montée en charge progressive des abondances jusqu'à un pic estival en août, malgré des conditions météorologiques défavorables. Le déclin des abondances est marqué en septembre, mais sans doute moins prononcé en réalité sur le terrain, car il est largement influencé par les relevés non optimaux du 23-24 septembre (seulement 10 spécimens observés). La diversité suit les mêmes tendances : 18 espèces lors du premier passage, 19 lors du deuxième, 20 lors du troisième passage, et 18 espèces pour le dernier passage (Fig. 232-Tab. CXIII).

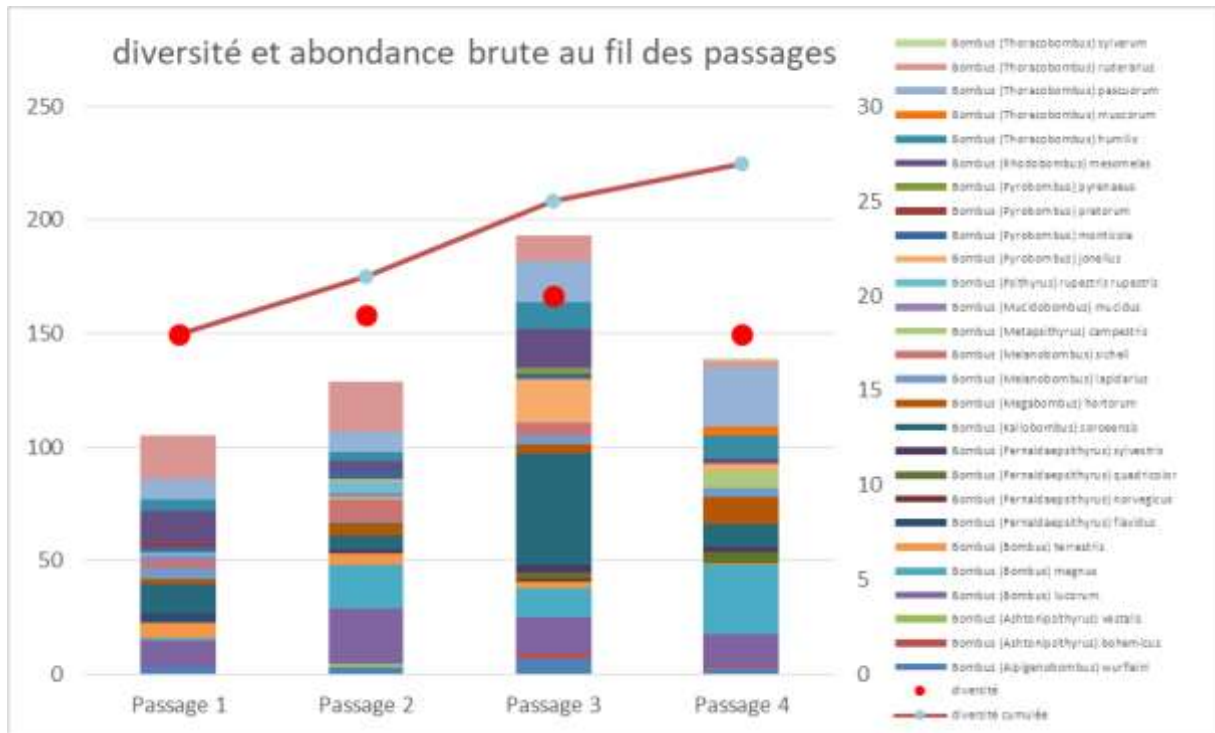


Fig. 232. Diversité et abondance brute au fil des passages

Les bourdons coucous sont bien représentés en diversité (8 espèces sur 27), mais jamais abondants (en jaune pâle dans Tab. CXIII).

Tab. CXIII. abondance relative des bourdons par sous-genre et espèces

| Espèces  | Abondance relative |
|--|--------------------|
| <i>Bombus (Alpigenobombus) wurfleini</i>       | 2,83               |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) bohemicus</i>     | 0,53               |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i>      | 0,35               |
| <i>Bombus (Bombus) lucorum</i>                 | 11,66              |
| <i>Bombus (Bombus) magnus</i>                  | 11,13              |
| <i>Bombus (Bombus) terrestris</i>              | 2,83               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) flavidus</i>    | 0,53               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i>  | 0,18               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i> | 1,41               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i>  | 1,41               |
| <i>Bombus (Kallobombus) soroeensis</i>         | 13,78              |
| <i>Bombus (Megabombus) hortorum</i>            | 4,24               |
| <i>Bombus (Melanobombus) lapidarius</i>        | 2,47               |
| <i>Bombus (Melanobombus) sicheli</i>           | 3,00               |
| <i>Bombus (Metapsithyrus) campestris</i>       | 1,59               |
| <i>Bombus (Mucidobombus) mucidus</i>           | 0,88               |
| <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>            | 1,24               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) jonellus</i>            | 4,06               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) monticola</i>           | 1,41               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pratorum</i>            | 0,35               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus</i>           | 0,53               |
| <i>Bombus (Rhodobombus) mesomelas</i>          | 6,54               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) humilis</i>          | 5,48               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) muscorum</i>         | 0,71               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) pascuorum</i>        | 10,95              |
| <i>Bombus (Thoracobombus) ruderarius</i>       | 9,72               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) sylvarum</i>         | 0,18               |

Le Tab. CXIV met en avant les abondances relatives des espèces par ordre décroissant. Sur la gamme d'altitude des 28 stations proposées, les bourdons montagnards (couleur violet clair) sont encore assez présents avec quelques planitiaires à large amplitude d'altitude (en bleu foncé) (*B. lucorum*, *B. magnus*) ou plus sténoèces (habitats, températures). A l'inverse, les espèces strictement alpines ou boréo-alpines (couleur violet foncé) sont peu abondantes.



Tab. CXIV. abondance relative des bourdons par ordre décroissant d'abondance

| Espèces  | Abondance relative |
|--|--------------------|
| <i>Bombus (Kallobombus) soroeensis</i>         | 13,78              |
| <i>Bombus (Bombus) lucorum</i>                 | 11,66              |
| <i>Bombus (Bombus) magnus</i>                  | 11,13              |
| <i>Bombus (Thoracobombus) pascuorum</i>        | 10,95              |
| <i>Bombus (Thoracobombus) ruderarius</i>       | 9,72               |
| <i>Bombus (Rhodobombus) mesomelas</i>          | 6,54               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) humilis</i>          | 5,48               |
| <i>Bombus (Megabombus) hortorum</i>            | 4,24               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) jonellus</i>            | 4,06               |
| <i>Bombus (Melanobombus) sicheli</i>           | 3,00               |
| <i>Bombus (Alpigenobombus) wurfleini</i>       | 2,83               |
| <i>Bombus (Bombus) terrestris</i>              | 2,83               |
| <i>Bombus (Melanobombus) lapidarius</i>        | 2,47               |
| <i>Bombus (Metapsithyrus) campestris</i>       | 1,59               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i> | 1,41               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i>  | 1,41               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) monticola</i>           | 1,41               |
| <i>Bombus (Psithyrus) rupestris rupestris</i>  | 1,24               |
| <i>Bombus (Mucidobombus) mucidus</i>           | 0,88               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) muscorum</i>         | 0,71               |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) bohemicus</i>     | 0,53               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) flavidus</i>    | 0,53               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus</i>           | 0,53               |
| <i>Bombus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i>      | 0,35               |
| <i>Bombus (Pyrobombus) pratorum</i>            | 0,35               |
| <i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i>  | 0,18               |
| <i>Bombus (Thoracobombus) sylvarum</i>         | 0,18               |

Fig. 233. Légende :

|  |   |
|--|---|
|  | Espèces planitaires à montagnardes pas ou peu au-delà de 1300 m.        |
|  | Espèces planitaires à montagnardes au-delà de 1300 et jusqu'à 1800 m.   |
|  | Espèces planitaires à montagnarde au-delà de 2000 m. (ssp. montagnarde) |
|  | Espèces montagnardes -alpines (montane)                                 |
|  | Espèces alpines ou boréo-alpines  |

- *Quelques exemples d'évolution des abondances de bourdons au fil de la saison*

Cette partie présente quelques cas de figure de l'évolution saisonnière des abondances de bourdons sur une station donnée.

### Station montagnarde atlantique à tendance landicole

La dispersion des femelles et des ouvrières de *Bombus magnus* est observée en fin de saison dans les landes en fleur, principale/unique zone de ressource à cette saison. Sur cette station, la disponibilité floristique est réduite dans le temps et en diversité (Fig. 234).

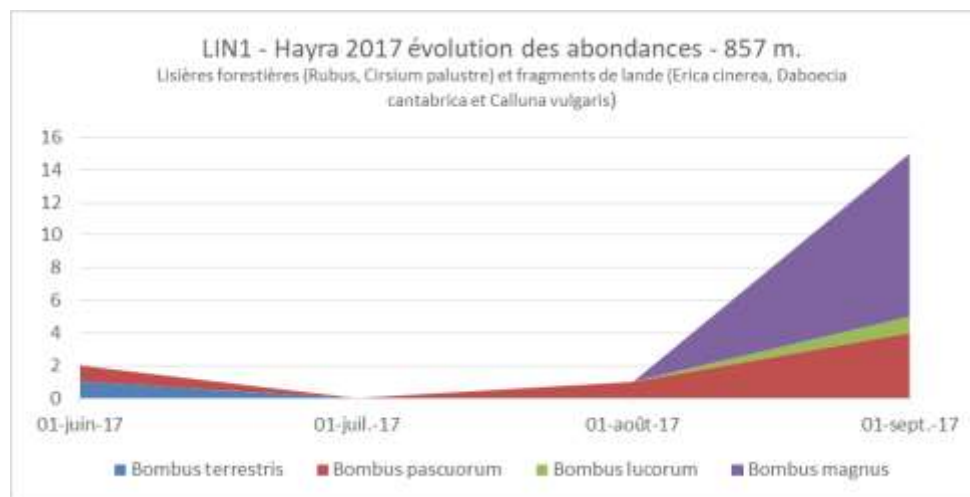


Fig. 234. Evolution des abondances station LIN1

### Station montagnarde avec prairie de fond de vallée

Il s'agit d'un exemple de station riche floristiquement en contexte de basse montagne et soumise à l'agropastoralisme. La richesse floristique de la station est inégale dans la saison avec le pâturage et la fauche (Fig. 235).

Une exploitation estivale par des montagnardes (*B. soroensis*, *B. wurfleini*) est observée.

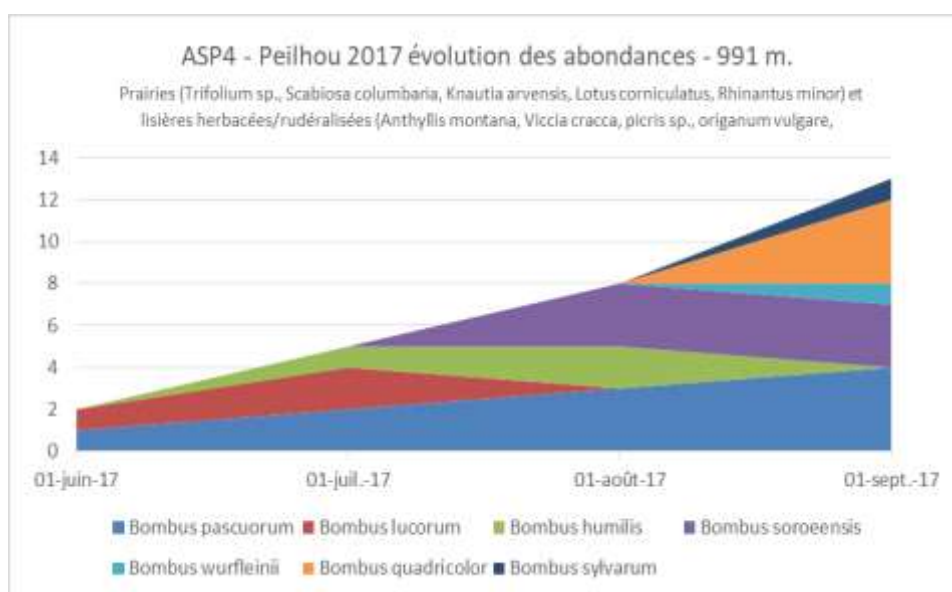
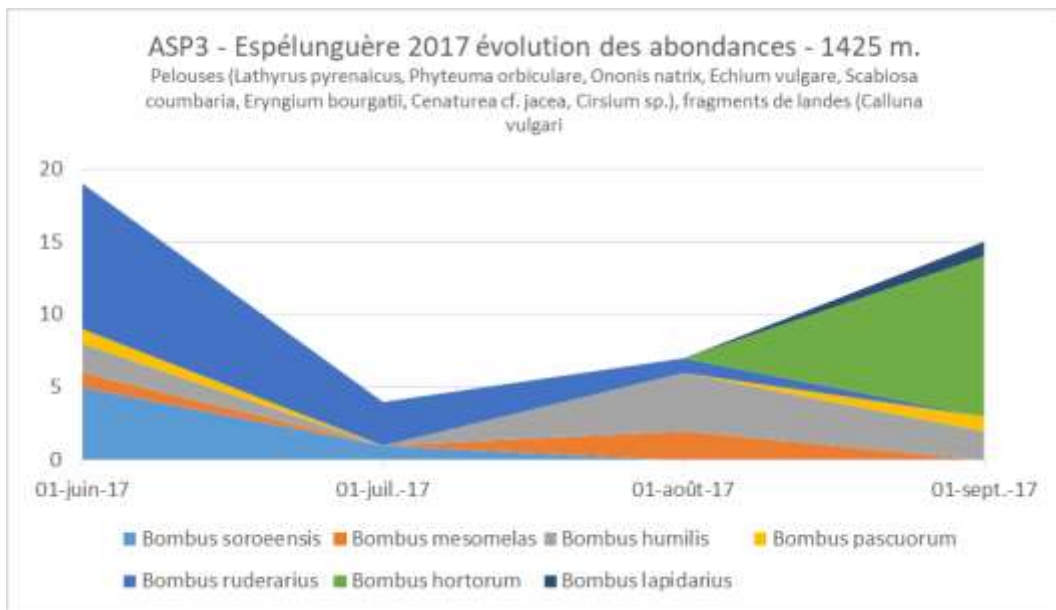


Fig. 235. Evolution des abondances station ASP4

### Station montagnarde (distante de 3,5 km de la précédente)

Les formations végétales présentes sont des pelouses, des prairies et des ourlets (lande et bord de ruisseau, avec bonne diversité floristique plus régulière dans la saison et patchs de fleurs (*Rubus idaeus*, *Calluna vulgaris*, *Aconitum napellus*). C'est un exemple de station riche floristiquement en contexte de moyenne montagne (Fig. 236).

Les patchs à *Rubus idaeus* sont attractifs en début de saison, avec un cortège nettement montagnard (apparition de *Bombus mesomelas*), et des espèces sténoèces (*B. humilis*, *B. lucorum*). En fin de saison, la dispersion nette des mâles de bourdons avec une attractivité forte d'*Aconitum napellus* sur les mâles de *Bombus hortorum* est observée.



**Fig. 236. Evolution des abondances station ASP3**

### Station montagnarde avec pelouse thermophile riche floristiquement

Sur cette station, un cortège montagnard marqué avec beaucoup de bourdons-coucous est observé (Fig. 237).

La station est peu attractive en début de saison (contrainte climatique, exposition à l'ouest et pas de patch floristique précoce). En été, avec le versant ouest qui constitue une zone ressource importante, le secteur est extrêmement important pour la survie des colonies mais aussi des reproducteurs.

Cette station présente les caractéristiques typiques d'un site sur lequel l'évolution du climat pourrait entraîner des perturbations potentielles importantes sur le trophisme (précocité floristique, perte de diversité floristique, chute de la disponibilité de la ressource : nectar et pollen).

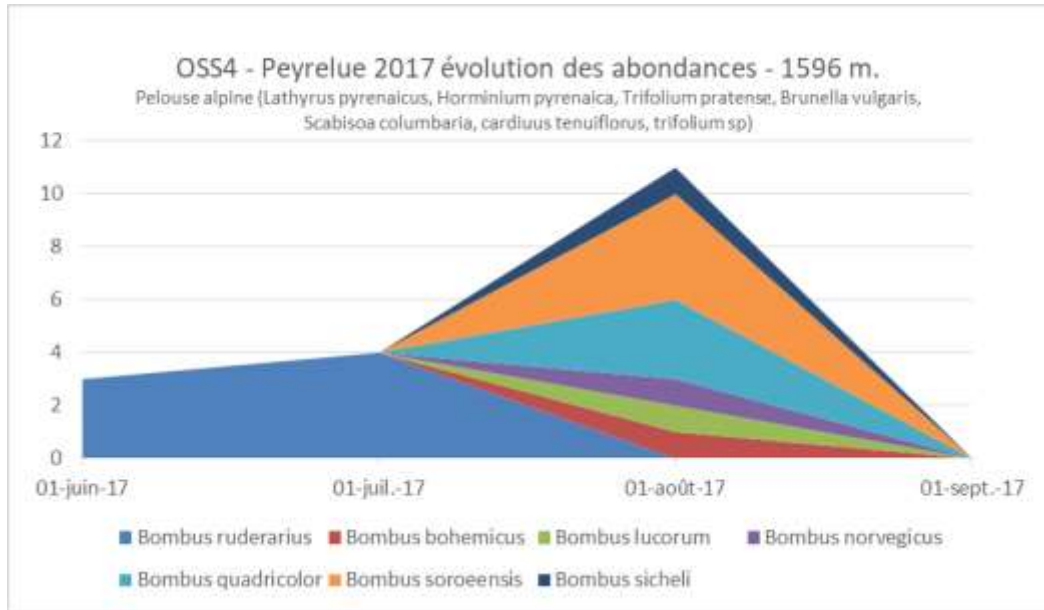


Fig. 237. Evolution des abondances station OSS4

**Station alpine versant sud richement fleurie**

La floraison est tardive. L'attractivité est restreinte dans la saison (juillet –août) avec, sans doute en partie, des déplacements pour le butinage depuis les altitudes infères (1800 – 2000 m.).

Le cortège de bourdons est nettement alpin, avec une espèce planitiaire sténoèce, une espèce montane tolérante (*B. soroensis*) et une espèce montane plus exigeante (*B. mesomelas*) (Fig. 238).

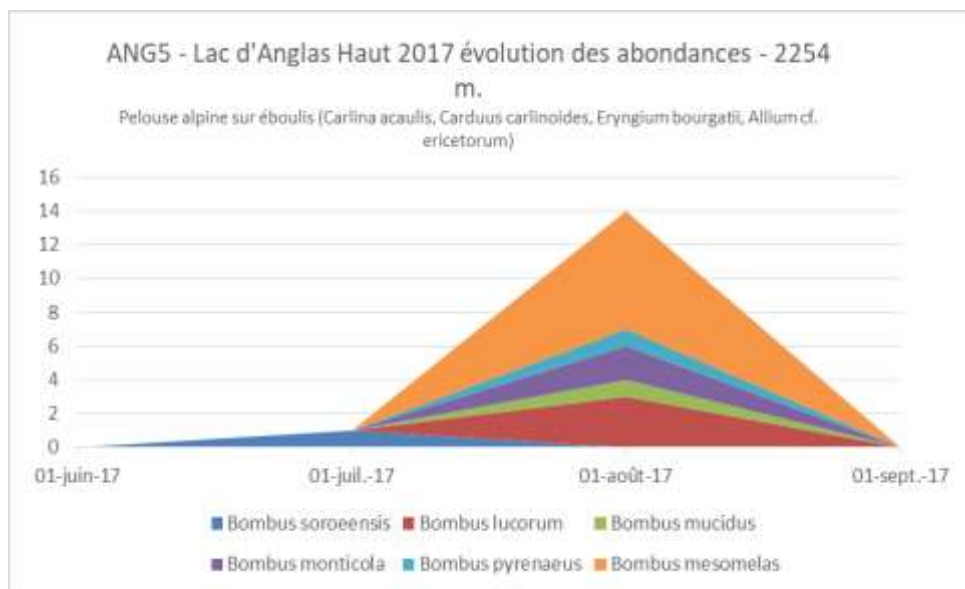


Fig. 238. Evolution des abondances station ANG5

### Station alpine avec lande à Rhododendron et *Vaccinum spp.*

Cette station est en partie en versant sud, sans doute plus froide que la précédente et plus pauvre floristiquement (moins attractive).

Son attractivité est plus précoce que la station précédente (*Rhododendron*, *Vaccinum myrtillus* et *V. uliginosum*). Mais, en fin de saison, en l'absence de fleurs, l'attractivité est nulle. Les bourdons sont absents, sauf quelques circulations d'une vallée à l'autre en hauteur (reproducteurs) (Fig. 239).

Le cortège est typiquement alpin (cf. stations précédentes).

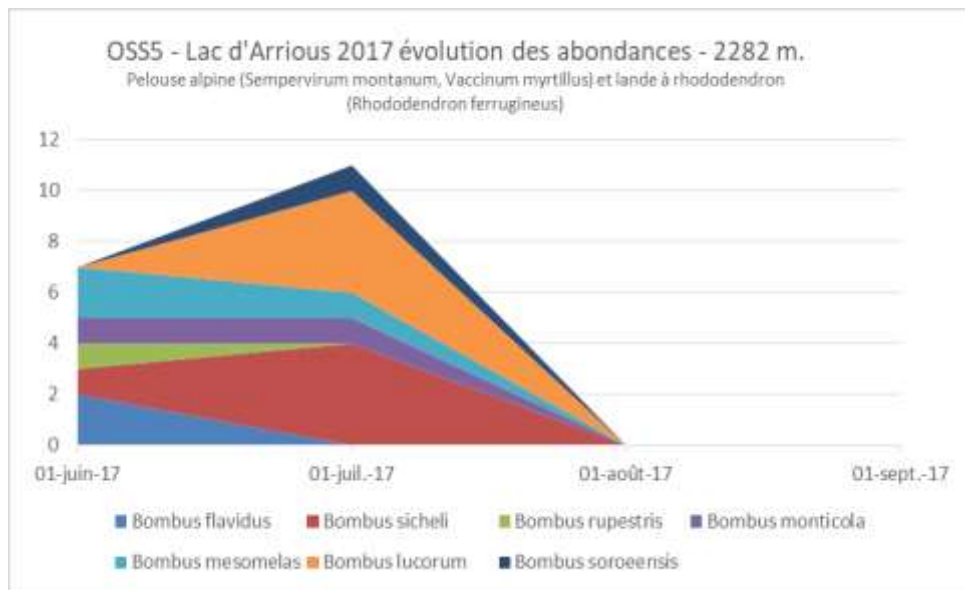


Fig. 239. Evolution des abondances station OSS5

- *Quelques exemples de gamme d'altitude et de phénologie de bourdons*

Quelques exemples de gammes d'altitude exploitées au fil de la saison par les bourdons (fréquence) sont présentés ici. Le traitement de ces informations, sur les abondances et cumulatives (inter-annuelles), est à approfondir. Mais il permet déjà d'affiner ce trait sans doute propre à chaque espèce.

L'ensemble des profils montre une courbe de tendance polynomiale.

Le cas de *Bombus pascuorum* est intéressant. En 2017, l'espèce a été notée au-delà de 1600 m sans présenter une réelle baisse de fréquence au-dessus de 1300 m (Fig. 240).

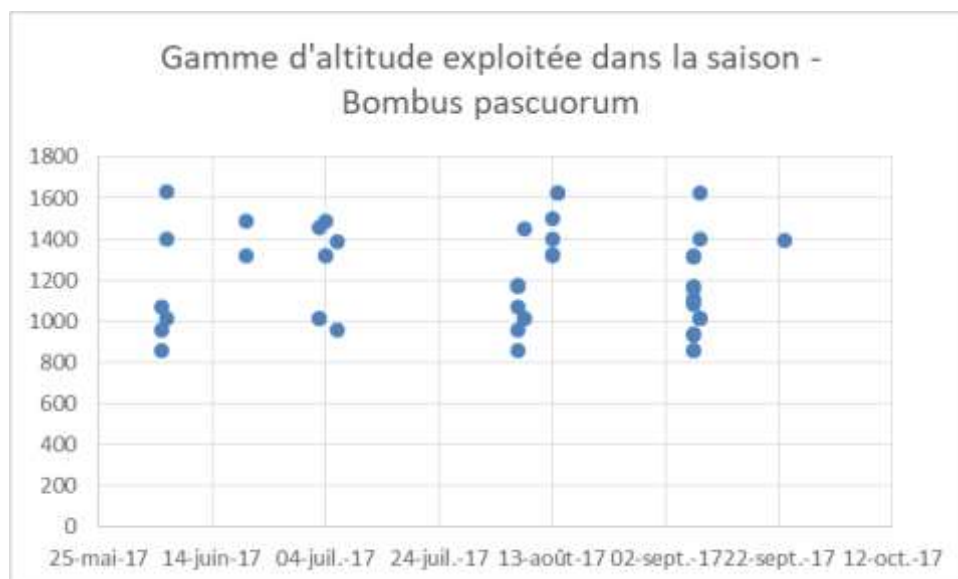


Fig. 240. Gamme d'altitude exploitée dans la saison par *Bombus pascuorum*

*Bombus lucorum*, donné comme plus sporadique au-dessus de 1600 m, exploite aisément les zones fleuries à plus de 2000 m (Fig. 241).

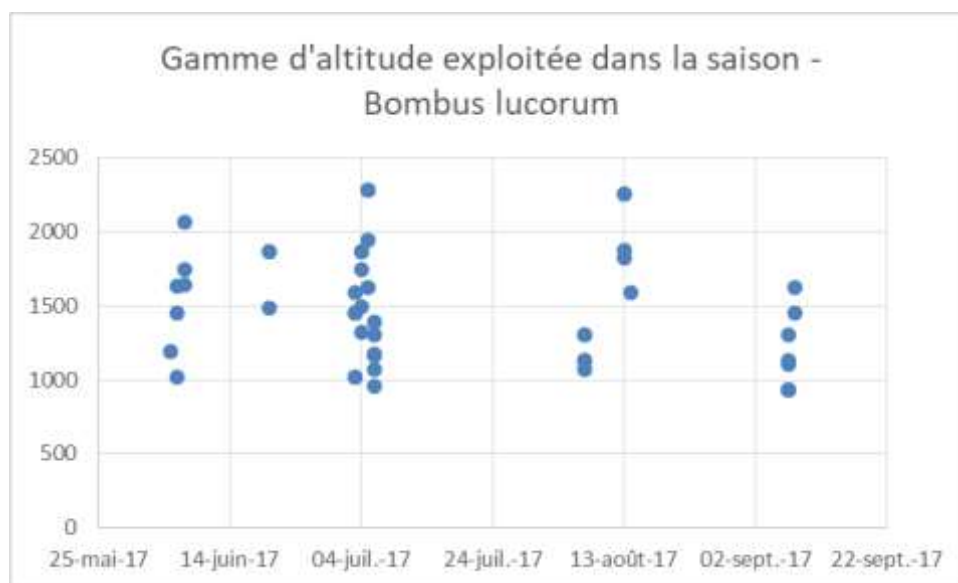


Fig. 241. Gamme d'altitude exploitée dans la saison par *Bombus lucorum*

*Bombus terrestris* est une espèce relativement marginale en montagne (Fig. 242).

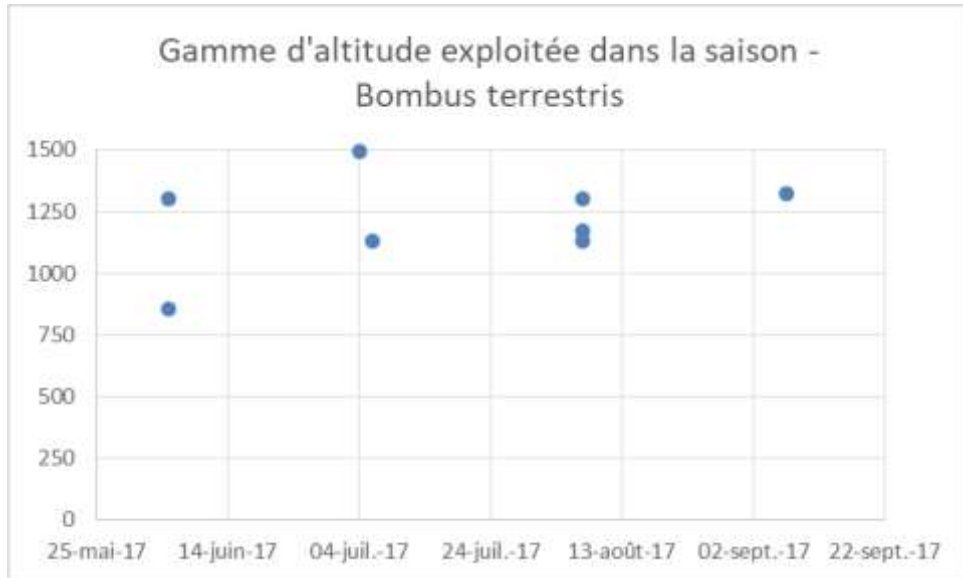


Fig. 242. Gamme d'altitude exploitée dans la saison par *Bombus terrestris*

Les gammes d'altitude de *Bombus monticola* et *Bombus sicheli* sont un peu différentes. *B. monticola* ne semble pas descendre en dessous de 1700 m, avec une remarquable stabilité de présence sur les stations de haute altitude. Il semble aussi plus précoce que *B. sicheli*. *B. sicheli* paraît plus commun, avec une plage de présence plus large puisque qu'il apparaît à 1300 m d'altitude (Fig. 243).

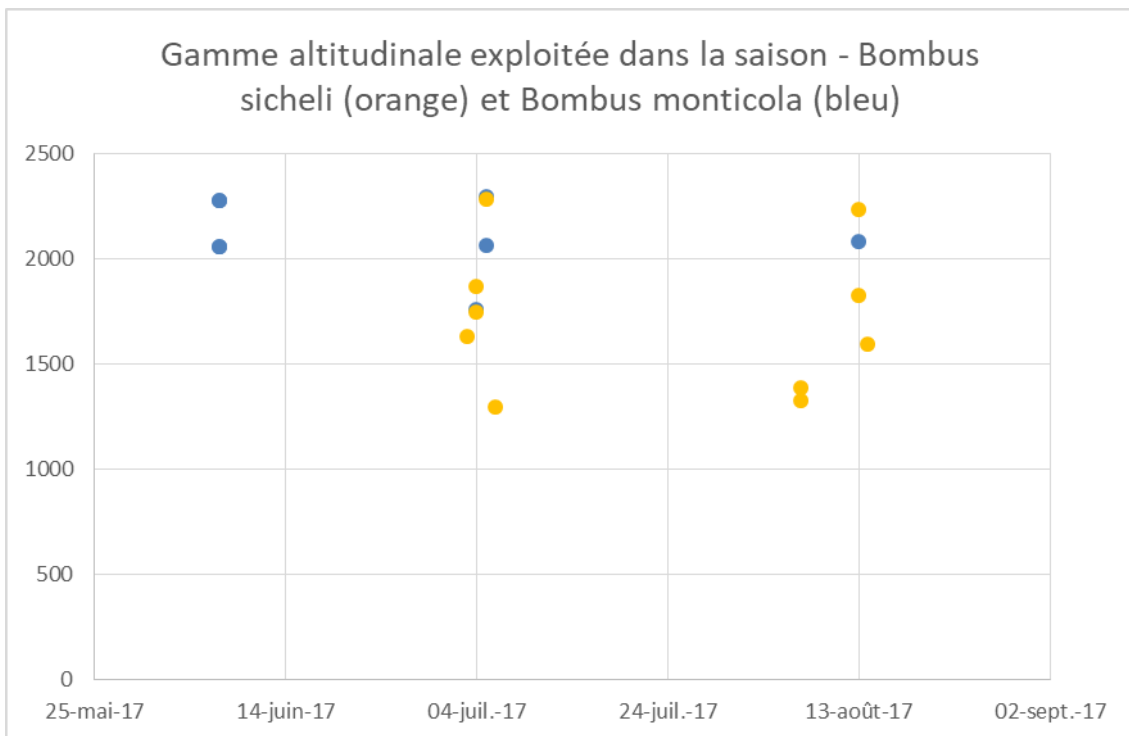


Fig. 243. Gamme d'altitude exploitée dans la saison par *Bombus sicheli*(en orange) et *Bombus monticola* (en bleu)



### 7.3.3 Discussion

Cette première phase de traitement et d'analyse reste incomplète, mais ce premier jeu de données ouvre des perspectives d'analyses sur la compréhension de l'écologie des espèces, du fonctionnement de ce groupe taxonomique encore relativement méconnu, sur l'autoécologie des espèces et l'écologie fonctionnelle dans ce contexte montagnard à alpin.

- **Données historiques : les espèces de bourdons sur la chaîne des Pyrénées**

L'analyse des données historiques, engagée au cours de l'hiver 2016 –2017 et à l'automne 2017, a permis dans un premier temps d'affiner la liste des espèces potentiellement présentes et leur statut d'abondance/rareté. Elle a aussi permis d'affiner considérablement les gammes d'altitude optimales de présence. Elle constitue une base pour le suivi de l'évolution des gammes d'altitude fréquentées par chaque espèce.

Le jeu de données des abeilles sauvages s'avère particulièrement intéressant. Au niveau biogéographique, il apporte des informations nouvelles avec plusieurs espèces rarissimes, nouvelles pour la région, qui peuvent être typiquement et strictement montagnardes (*Dufourea alpina*, *Halictus pyrenaicus*) ou, au contraire, des piémonts thermophiles ou zones méditerranéennes (*Halictus brunnescens*).

Dans ce jeu de données, les bourdons représentent la majeure partie des spécimens échantillonnés car ce groupe est ciblé dans les suivis et bien détectable. Ils constituent aussi la diversité et la biomasse dominante des abeilles sauvages sur les gammes de moyennes et hautes altitudes, en raison i) de leur caractère social et ii) de leur adaptation physiologique à la montagne (RASMONT *et al.*, 2015), que ce soit dans des habitats de type landes (ISERBYT, 2009) et/ou sur les patchs attractifs de fleurs.

En cumulé, sur ces deux dernières années, une diversité de 28 espèces a été observée. Pour rappel, 30 espèces sont connues sur le périmètre du Parc National des Pyrénées (PNP), et 35<sup>3</sup> sur le PNP + les zones adjacentes de la chaîne des Pyrénées (ISERBYT, 2009) (Fig. 244 tirée de ISERBYT, 2009).

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

| Auteurs   | Région considérée            | Nombre d'espèces |
|---|------------------------------|------------------|
| Benoist 1928, Pittoni 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 & Krzysztofuk 1996   | Wigry (Pologne)              | 28               |
| Datbe 1981  | Dombai (Caucase)             | 19               |
| Iserbyt (présent travail)   | Parc National des Pyrénées   | 30               |
| 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               |

Fig. 244. Diversité des bourdons enregistrée dans différentes régions montagneuses ouest-paléarctiques (d'après ISERBYT, 2009).

<sup>3</sup> *Bombus maxillosus* comptabilisé comme espèce à part entière dans le travail d'ISERBYT, 2009 est aujourd'hui considéré comme une forme ou au mieux comme sous-espèce de *Bombus barbutellus*



- *Comparaison stations / PNP*

Les espèces non contactées mais connues dans le Parc National des Pyrénées (PNP) sont :

- *Bombus mendax* (limite est de son aire dans le PNP – très rare en vallée d’Aspe (1 data) et en Ossau (9 datas). Les gammes d’altitudes étudiées sont comprises entre 867 m – 2283 m et ne permettent pas de détecter cette espèce. Il faudrait sans doute multiplier les relevés dans la gamme haute d’altitude, mais les probabilités de contacts sont très faibles à ces altitudes car les densités (toutes espèces confondues) sont très faibles. Multiplier les points d’échantillonnages c’est augmenter les contraintes de temps et accentuer les aléas météorologiques.
- Une autre espèce, subalpine et alpine, comme *B. mendax*, reste à détecter dans les Pyrénées à ces altitudes : *Bombus inexpectatus*.
- *Bombus barbutellus* (espèce parasite – une seule donnée en vallée d’Ossau),
- *Bombus gerstaeckeri* (oligolectique sur Aconit – limite Est de son aire dans le PNP à Luz–Ardiden – Fig. 245 tirée de ISEBYT, 2009),

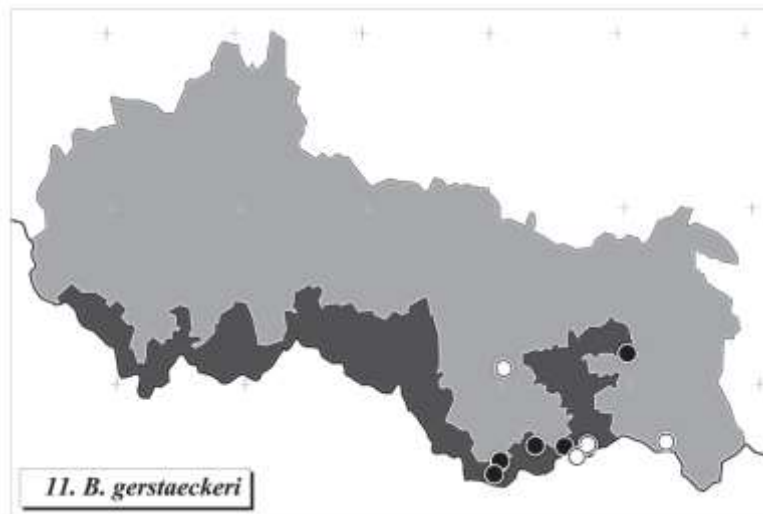


Fig. 245. Aire répartition de *Bombus gerstaeckeri* dans le PNP et ses zones périphériques (d’après ISEBYT, 2009)

- *Bombus subterraneus* (2 datas en Ossau – Fig. 246 tirée de ISERBYT, 2009).

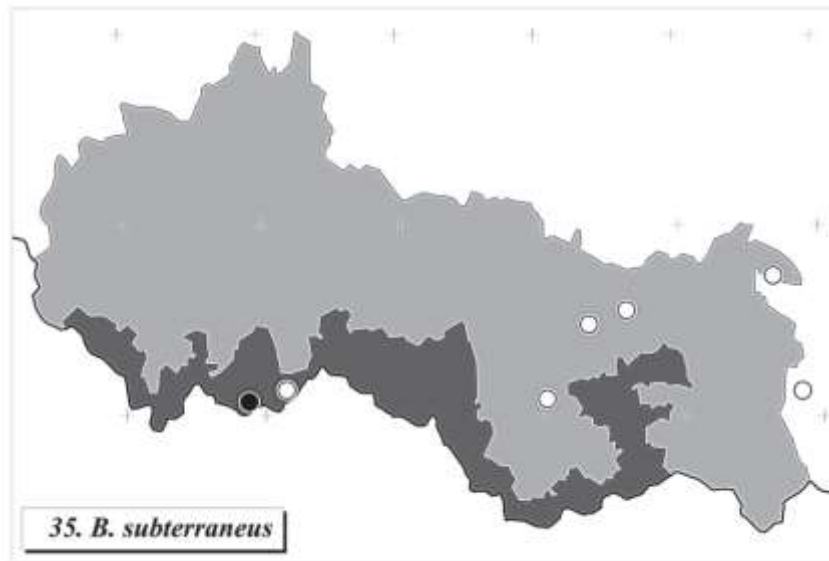


Fig. 246. Aire répartition de *Bombus subterraneus* dans le PNP et ses zones périphériques (d'après ISERBYT, 2009)

- *Bombus jonellus*, espèce landicole, n'était pas connue sur le PNP. Elle a été contactée en 2016 au Col du Somport (1 m.) en plus de ses stations « traditionnelles » du Pays-Basque (Aldudes, Iraty) où les observations sont annuelles (mais plus ou moins abondantes).

Les Pyrénées n'accueillent pas de bourdons « extrême »-alpins comme *Bombus alpinus*, et la gamme d'altitude visée permet d'échantillonner normalement l'ensemble de la faune pyrénéenne d'altitude (*Bombus mucidus*, *Bombus monticola*, *Bombus pyrenaicus*, *Bombus mesomelas*, *Bombus wurfleini*, *Bombus sichelii*, *Bombus soroensis*).

- *Comparaison stations / chaîne pyrénéenne*

Parmi les espèces présentes sur la chaîne des Pyrénées, certaines sont dans une situation de déclin tellement avancé qu'il est quasi illusoire de les contacter aujourd'hui. C'est le cas de :

- *Bombus cullumanus* : pas de données récentes depuis 20-30 ans en France ; anciennes citations de Canfranc, Camprodon (Espagne versant sud du Somport) ; pas de données dans le PNP,
- *Bombus confusus* (stations relictuelles collinéennes en Haute-Garonne – données personnelles David GENOUD), qui reste potentiellement présent en dessous de 2000 m (Ossau, Aspe) ; pas de données dans le PNP,
- *Bombus mocsayri* (espèce steppique montagnarde cantonnée au piémont ibérique des Pyrénées et à l'extrême est de la chaîne (1 seule donnée historique), au Causse du Larzac et à la région du Mont Ventoux) ; pas de données dans le PNP. Cette espèce pourrait être en devenir (colonisation depuis les versants ibériques ?).
- *Bombus subterraneus* en très fort déclin, relictuel dans le sud du Massif central, très localisé au cœur de ce massif et de l'arc jurassien. Comme *B. confusus* et *B. sylvarum*, son profil écobio-écologique correspond plus à des zones de pâtures hautes ou de fauches à des altitudes infères mais où les gradients de température lui conviennent sans doute peu (profil physiologique de type « sténoèce de milieu frais »). De fait, l'espèce est marginale dans les Pyrénées même à des

altitudes plutôt élevées, dans des contextes d'habitats et de floraison peu favorables pour cette espèce (pâturages ras intenses et sécheresse estivale).

La limite d'aire et facteurs d'habitats optimaux, le profil écologique, présence/abondance de l'hôte (pour les bourdons-coucou) conditionnent par eux-mêmes l'abondance/le statut de rareté de certaines espèces.

- **Données du suivi les sentinelles du climat**

- **Diversité et abondance des espèces échantillonnées**

La diversité moyenne par station présente un profil avec une plus faible diversité à basse et très haute altitude. Les stations basses de l'étage subalpin, si elles sont bien fleuries, semblent effectivement les plus riches et diversifiées.

Les stations pauvres en bourdons sont souvent des stations :

- soit où la floraison est éparse mais diversifiée et sans patchs attractifs,
- soit où les formations sont homogènes et peu attractives (dominance de Fougère aigle, d'*Ulex gallii* et d'*Erica vagans* p. ex.) avec des contraintes fortes (pâturage et écobuage, écobuage).

Ces contraintes induisent du dérangement, mais implique aussi un certain nombre de conditions pour optimiser à la fois l'échantillonnage (date compatible avec la floraison des espèces dominantes) et la présence des bourdons (faible attractivité temporaire des habitats adjacents).

Les stations à moins de 4 espèces peuvent aussi être considérées comme plus pauvres floristiquement. Mais là encore avec seulement 4 passages/an, un léger décalage phénologique de floraison peut considérablement réduire la diversité détectable de bourdons. C'est le cas de LIN1-Hayra, où les passages n'ont pas été synchrones avec la floraison des ronces *Rubus sp.* et de ANG4-Lac d'Anglas, où les relevés ont été asynchrones avec la floraison de *Eryngium bourgatii* contrairement aux relevés l'année 2016.

Certaines espèces dominent l'échantillonnage (*B. soroensis*, *pascuorum*, *lucorum*, *magnus* et *runderarius*). 2 espèces montanes (*B. ruderarius* et *B. soroensis*) sont observées et une espèce qui trouve son optimum en zone collinéenne et montane (*B. lucorum*) (faibles occurrences en plaine, notamment du Sud-Ouest (David Genoud données pers.). *B. magnus* est un landicole localement et temporairement très abondant sur certaines stations (tourbière de Sourzay, col d'Oraaté - Iraty), alors que *B. pascuorum* est une espèce dominante à large spectre (euryèce), expansive mais qui monte normalement peu en altitude (1600 m ?). Pour cette dernière, l'analyse temporelle et altitudinale de la répartition est à effectuer pour mieux comprendre sa répartition dans la gamme d'altitude. C'est à terme une espèce-cible particulièrement intéressante à suivre (tendance évolutive en altitude, tendance évolutive phénologique, etc.).

Pour les abondances relatives, les espèces montagnardes ou les espèces à optimum montagnard (*B. ruderarius*, *B. soroensis*) et les espèces de milieu frais (*B. lucorum*) dominent avec une espèce bas-alpine (*B. mesomelas*). Les espèces landicoles (*B. magnus*, *B. jonellus*) sont bien représentées, à la faveur des nombreux échantillonnages dans des landes montagnardes au Pays basque, avec une introgression dans le montagnard pyrénéen (Aspe et Ossau où ils sont plus/très rares et localisés) à la faveur des formations à Ericacées. Toutefois la limite altitudinale semble plafonner à 1850 m environ et ces deux landicoles semblent de prime-analyse éviter les formations à Rhododendron.

**Cette approche très générale demeure intéressante pour étudier l'évolution temporelle des cortèges, mais à affiner par gammes d'altitude pour suivre l'évolution de l'utilisation des gammes d'altitude pour chaque espèce.**

La courbe de diversité cumulée part d'une base de 18 espèces pour atteindre 27 espèces en septembre (2 espèces nouvelles pour le dernier passage). L'absence de seuil est liée, d'une part à la détection difficile des espèces peu populeuses, et d'autre part au fait que la détection de ces espèces « discrètes » est meilleure en fin d'été avec l'émergence (courant juillet/août selon les espèces) de la caste des mâles (bonnes abondances, forte dispersion et forte activité sur les plantes à fleurs).

Les bourdons coucous sont bien représentés en diversité mais jamais abondants. Là aussi l'évolution temporelle de leur représentativité (diversité et abondance) est un indicateur de l'évolution des populations. D'un point de vue phylogénétique, l'approche par sous-genre est à approfondir car, généralement, chaque sous-genre est composé d'espèces adaptées à des niches écologiques et des gammes d'altitude différentes. L'évolution dynamique de chaque espèce dans sa niche est donc particulièrement intéressante à suivre notamment pour essayer d'analyser la part climatologique et la part « évolution des habitats » dans l'effet sur la dynamique générale des populations.

Les abondances relatives mises en lien avec les groupes écotypiques sont un indicateur futur simple à mettre en place afin d'observer le « glissement » des groupes écotypiques ou des espèces. Cette analyse est sans doute à recouper notamment avec les mesures écophysiologiques pour observer les phénomènes d'adaptation des espèces au contexte évolutif du changement climatique (phénologie floristique, transformation des habitats et évolution des abondances floristiques, transhumances saisonnières spécifiques).

Sur la gamme d'altitude des 28 stations proposées, les bourdons montagnards sont encore assez présents avec quelques planitiaux à large amplitude d'altitude (*B. lucorum*, *B. magnus*) et plus sténoèces (habitats, températures). A l'inverse, les espèces strictement alpines ou boréo-alpines sont peu présentes mais c'est assez conforme à ce qui est connu dans les Pyrénées (ISERBYT, 2009). A savoir, même en ubac (= versant nord), le cortège alpin ou boréo-alpin est relativement marginalisé sur le massif pyrénéen. La proximité des plaines, la faible ampleur du massif (et sans doute son inertie thermique assez modeste), les faibles surfaces au-delà de 2500 m d'altitude, la latitude du massif, les effets de foehn, le caractère thermophile et rocailleux des soulans (=adrets = versant sud-est à ouest) sont autant de raisons qui expliquent cet état de fait.

Pour autant, à long terme, c'est bien cette modification des abondances des groupes écotypiques entre planitiaux plus strictes, planitiaux plus sténoèces, espèces montanes et espèces alpines/boréo-alpines qui est particulièrement intéressante à suivre et voir évoluer. La réduction des espèces montanes et alpines au profil des planitiaux est une hypothèse plausible.

- *Evolution saisonnière des abondances des espèces échantillonnées*

L'évolution saisonnière des abondances des bourdons s'avère intéressante pour comprendre le fonctionnement biologique et la phénologie des bourdons. A terme c'est sans conteste l'abondance inter-annuelle lissée sur le pas de temps de l'étude qui sera le plus pertinent à étudier/mesurer/suivre.

Sur l'ensemble des sites, un déclin des fréquences (et abondances) et l'abandon des stations hautes en fin de saison sont observés. Mais il faut relativiser ces résultats de fin de saison car ils sont sans doute largement faussés par le passage tardif du 23-24 septembre (seulement 10 spécimens observés).

- *Plusieurs espèces méritent une attention particulière*

Le cas de *Bombus pascuorum* est intéressant. Il est connu pour disparaître vers 1500–1600 m et est rare partir de 1300 m (ISERBYT, 2009). En 2017, l'espèce a été notée au-delà de 1600 m sans présenter une réelle baisse de fréquence entre 1300 et 1600 m.

*Bombus lucorum*, espèce donnée comme plus sporadique au-dessus de 1600 m (ISERBYT, 2009), exploite aisément les zones fleuries à plus de 2000 m. Il s'étale bien dans toute la gamme d'altitude échantillonnée, et semble s'adapter à toutes les gammes d'habitats et toute la flore. Les femelles (tôt le matin) et les ouvrières, notamment, montent exploiter les rhododendrons début juillet à plus de 2000 m d'altitude. Il faut toutefois nuancer cette analyse en scindant bien les castes. En effet, hors stations de rhododendron, les spécimens de haute-altitude sont des mâles qui se dispersent. C'est un bourdon précoce qui est très présent en juillet et qui décline par la suite (surtout observé par l'abondance des mâles identifiables à vue).

Il est intéressant d'observer comme *Bombus terrestris* est relativement marginal en montagne alors que c'est l'espèce dominante (avec *Bombus pascuorum*) en piémont et plaine. L'espèce est notée isolée à sa plus haute altitude dans le massif de l'Anie (L'aberouat – Lees-Athas –64). Les autres stations ne concernent que les massifs des Aldudes et d'Iraty. *B. terrestris* est une espèce banale et euryèce qui paraît être particulièrement intéressante à suivre dans le futur (colonisation du cœur du massif, et des étages montagnards-alpins ?).

Les gammes d'altitude de *Bombus monticola*, espèce boréo-alpine, et *Bombus sicheli*, espèce boréo-montane, sont un peu différentes, mais assez conformes à ce qui est connu pour *B. monticola* (absence en dessous de 1600 m.) et *Bombus sicheli* (apparition à partir de 1200 m.). Ces deux espèces sont particulièrement intéressantes. Elles sont toutes deux été trouvées en 2017 au-dessus de leur limite altitudinale la plus basse connue : simple hasard ou vraie tendance à ne plus fréquenter les gammes altitudinales les plus basses connues ?

- *Perspectives de suivi et d'analyse*

Le protocole semble montrer, à travers ces premiers résultats, sa pertinence et son efficacité pour l'échantillonnage du groupe taxonomique visé, mais aussi pour les approches dynamiques, phénologiques des espèces de bourdons et de leurs réponses à certains états biologiques (phénologie de floraison, abondance de floraison). Ces états biologiques sont largement guidés par l'évolution et la variabilité interannuelle de variables abiotiques relatives à la météorologie et à la climatologie (quantités de neige et date de retrait de la neige à différentes altitudes, températures moyennes mensuelles, volume de précipitations (sécheresse printanière, estivale, etc.), instabilité et perturbations saisonnières et choc thermique). Tous ces paramètres interfèrent sur les dynamiques des populations et du peuplement de bourdons en fonction de l'écologie de chaque espèce (espèces précoces ou tardives, espèces populeuses ou non, espèces thermo-tolérantes etc.) et de leurs capacités d'adaptation.

Toutefois, cette première année de suivi ne permet pas forcément d'approfondir considérablement ce travail pour plusieurs raisons :

- Une phase d'échantillonnage qui s'achève tardivement (24 septembre en 2017),

- une phase d'étalage, systématique, longue et minutieuse (pour l'exploitation future de traits écophysiological<sup>4</sup>) des quelques 500 spécimens capturés,
- une phase d'étiquetage et saisie après séchage (15 jours),
- une phase d'identification des bourdons (plusieurs journées),
- puis au moins pour cette 1<sup>ère</sup> année d'échantillonnage une double identification/validation de certains spécimens et contrôle de certaines identifications par au moins un tiers, ainsi que des comparaisons sur des spécimens séquencés pour au moins un groupe complexe.

La mise en place d'un traitement statistique des données plus développé en routine, notamment autour des indices de diversité (se pose la question de la pertinence des indices de diversité sur un groupe taxonomique restreint et des espèces sociales ? comm. pers. Mickael HENRY – INRA) et des facteurs abiotiques est à mettre en place (phénologie de floraison, abondance floristique, températures). En effet, ces différents facteurs n'ont pas été analysés en 2017, mais, sur l'aspect strictement floristique, les relevés stationnels de végétation précis seront réalisés sur plusieurs années avec le concours du Conservatoire Botanique des Pyrénées.

D'autres pistes d'analyses seront testées et développées au fil des ans et des analyses multivariées seront proposées (analyse annuelles et cumulatives). La diversité par gamme d'altitude, l'évolution du cortège et de l'abondance des groupe ecotypiques au sein des stations et des gammes d'altitude sont des approches permettant d'appréhender de la modélisation prédictive de présence des espèces.

Les résultats attendus à la fin du cycle de 5 années d'échantillonnage sont assez divers et sont basés sur l'analyse de la structure des communautés de bourdons en fonction des sites (secteurs), du gradient d'altitude, des variables météorologiques :

- indice d'abondance,
- indice de richesse spécifique (pertinence à discuter sur ce modèle « bourdons »),
- indice de diversité spécifique (pertinence à discuter sur ce modèle « bourdons »),
- assemblage des espèces (cortège par sites et évolution),
- homogénéité entre les répliques d'échantillonnage,
- homogénéité intra-stations (entre les stations et les sites) et intra massif pyrénéen et sous-massif, PNP (Iserbyt, 2009) et inter-massifs européens (bibliographie),
- variations altitudinales des cortèges (intra-annuelles (saisonniers) et inter-annuelles, exposition),
- analyse des données historiques (1970-1980-2000 (PNP et Université de Mons –Belgique (Iserbyt, 2009) et tendances évolutives (1970 – 2020),
- influence des variables environnementales – Modèle linéaire généralisé (GLM),
- mesure et analyse de l'évolution morphologique des bourdons (longueur de langue, largeur inter-tégulaire, longueur d'aile, taille des individus),
- analyse des traits biologiques et morphologiques au regard des indices établis.