

7.3 Cortège des bourdons

Rédaction : David Genoud

Les bourdons sont des espèces 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), mais d'autres sont strictement alpines, boréales ou montagnardes (à partir de 1700m d'altitude, par exemple pour *Bombus mendax* dans les Pyrénées). Avec l'augmentation des températures prévues, les espèces de plaine devraient migrer vers les zones de moyennes montagnes tandis que les secondes ne pourront pas indéfiniment augmenter leur aire de répartition vers des altitudes plus élevées (RASMONT *et al.*, 2015). Dans ce contexte, les espèces de plaine, présentant souvent des traits fonctionnels généralistes (langues souvent courtes ou moyennes, forte densité de colonie, colonies plus peuplées), pourraient rentrer en compétition avec les espèces de montagne à densité plus faible et aux fortes exigences nutritives.

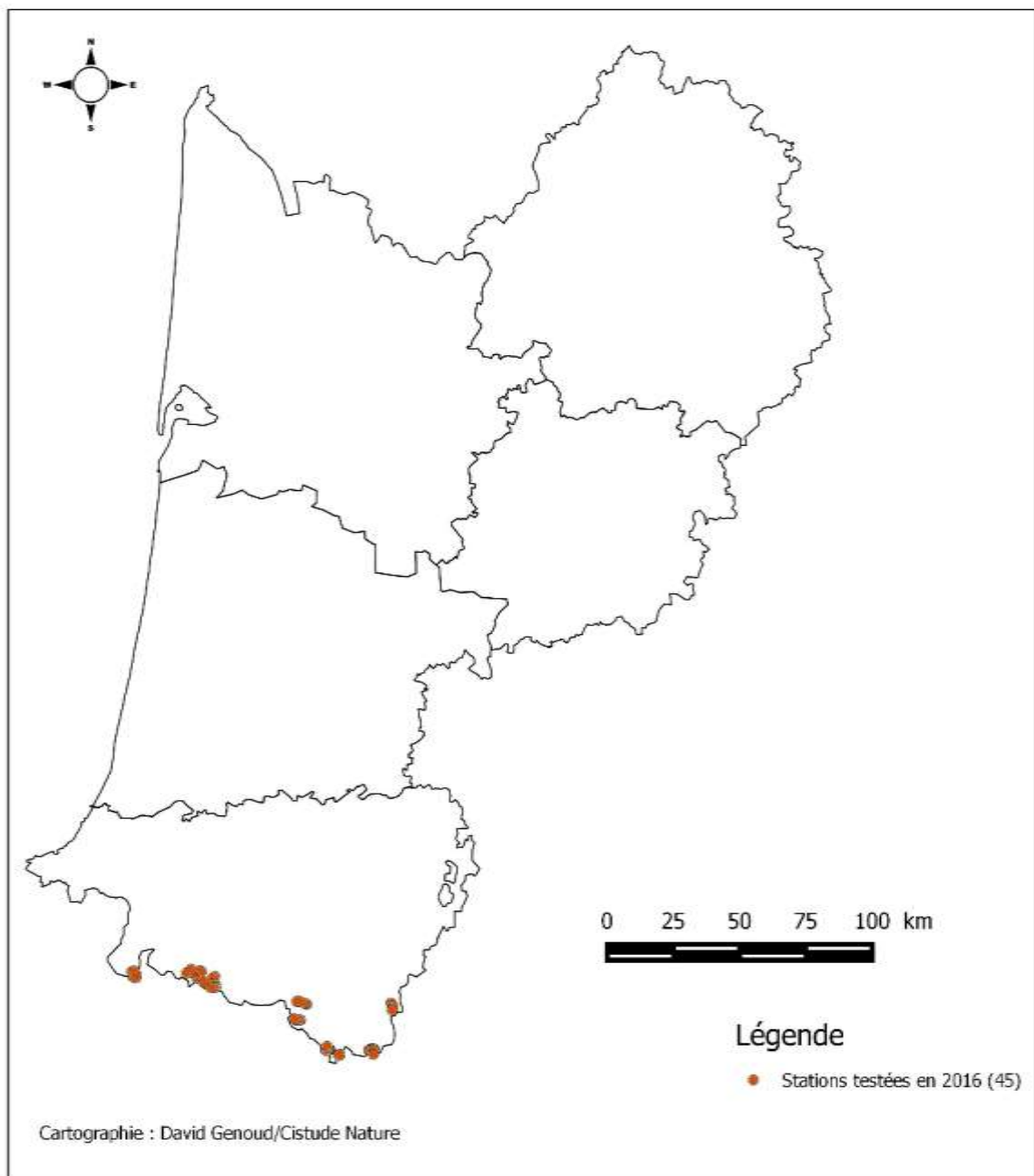
7.3.1 Plan d'échantillonnage

- *Sélection des sites*

Pour évaluer l'effet du réchauffement climatique sur les cortèges et populations de bourdons il convenait alors 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 peut-être une meilleure réponse aux facteurs climatiques locaux en intégrant dans l'analyse la variabilité de la réponse à la fois au gradient altitudinal et au gradient climatique transversale de la chaîne des Pyrénées (influence océanique à l'ouest vs influence alpine à l'est).

Le choix des stations est conditionné par (Fig. 110, Tab. XLIX):

- L'accessibilité,
- La possibilité de proposer, dans un rayon de 2h30 de marche « aller », un gradient altitudinal satisfaisant,
- Des milieux réellement attractifs au moins à une période de passage dans l'année pour les bourdons (patchs fleuris), sans chercher une homogénéité particulière. (différents types de formation sur la station),
- Une stabilité « espérée » des habitats semi-naturels,
- Une répartition depuis l'ouest montagnard jusqu'au cœur alpin chaque secteur distinct représentant une sous-unité d'analyse de l'évolution taxonomique, climatique, éco-morphologique à long terme.



Sites d'études de suivis des bourdons montagnards

Fig. 110. Situation géographique des zones prospectées de l'habitat montagnard dans la cadre du suivi des espèces « bourdons ».



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

N° site	Dénomination	Critère 1	Critère 2	Critère(s) de sélection initial	Critère(s) de non sélection	altitude	Station météo	remarques
57	Linux5 - Hayra	Altitude	Diversité floristique milieu ouvert	Diversité floristique		867	oui	
55	Linux3 - Burdincurutchet a	Habitats	Données historiques	Habitats et données		1054	oui	Cortège landicole cible
54	Linux2 - Linux parking	Altitude	Diversité floristique	Diversité floristique		1168	oui	
53	Linux1 - Achistoy	Habitat	Données historiques	Habitats et données		1189	non	Cortège landicole cible
56	Linux4 - col d'Auzarai	Altitude	Données historiques	Habitats et données		962	non	Pas d'échantillonnage en 2016 Cortège landicole cible Pas de suivi en 2017
49	Occabé5 - Tourbière Achilondo	Habitats	conservation	ZH-Tourbière	Peu fleurie, pas de bourdons en 2016 Site excentré Doublon Sourzay	988	non	1 échantillonnage en 2016 Abandonné en 2017
46	Occabé4 - Sourzay	Habitats	Données historiques	ZH-Tourbière		1131	oui	Cortège landicole cible
44	Occabé3 - sommet d'Occabé	Altitude		Sommet	Site excentré Peu fleurie	1457	non	1 échantillonnage en 2016 Abandonné en 2017
43	Occabé2 - (col d') Horaaté	Habitats	Données historiques Altitudes	Habitats et données		1311	oui	Cortège landicole cible
42	Occabé1 - Orgaté	Altitude	Données historiques	Données historiques		936	oui	


 les sentinelles du climat

N° site	Dénomination	Critère 1	Critère 2	Critère(s) de sélection initial	Critère(s) de non sélection	altitude	Station météo	remarques
NUL L	Iraty5-lande basse Chalet Forestier de soule	Données historiques	Altitude	Lande à Ericacées Suivi cortège landicole cible	Micro-milieu Franchissement rivière parfois impossible Station recouvrant 2 tranches altitudinales	1000	non	Abandonnée en 2017
41	Iraty4-Mürkhülleta	Exposition		Exposition et habitats		1180	oui	Abandonnée en 2017 Suivi complémentaire apiformes
37	Iraty3 - Ibarrondoa	Accès	Habitats	Habitats		1340	oui	
36	Iraty2-Odeizügagna	Altitude		Flore (Cirsium eriophorum)		1525	oui	
34	Iraty1-Rocher d'Organbidexka	Altitude	Données historiques	Données historiques		1395	oui	Cortège landicole cible
18	Azun5-Pas d'Azun	Altitude	Habitats	Habitats		1865	oui	Cortège landicole cible
19	Azun4- Cabane du Cap de la Baitch	Altitude	Habitats	Altitude		1670	non	
17	Azun3-Cabane d'Ardinet	Altitude		Altitude		1533	oui	Abandonné en 2017
16	Azun2- l'Abérouat Couloir avalanche	Diversité floristique	Altitude Accessibilité	Diversité floristique (dont Eryngium bourgatii)		1477	oui	
15	Azun1-Bois d'Arce	Altitude		Altitude		1311	non	



les sentinelles du climat

N° site	Dénomination	Critère 1	Critère 2	Critère(s) de sélection initial	Critère(s) de non sélection	altitude	Station météo	remarques
14	Ansabère4	Accessibilité			Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun	1548	non	Visité en 2016 — non retenu
13	Ansabère3	Accessibilité			Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun	1366	non	Visité dge-en 2016 — non retenu
12	Ansabère2	Accessibilité			Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun	1231	non	Visité en 2016 — non retenu
11	Ansabère1	Accessibilité			Pas une meilleure accessibilité que l'Abérouat/Azun	1187	non	Visité en 2016 — non retenu
7	Aspe5-Col du Somport	Altitude	Accessibilité Habitats	Habitats et accessibilité		1635	oui	Cortège landicole cible
10	Aspe4-Peyrenère	Habitats	Accessibilité	Habitats et accessibilité		1448	oui	
8	Aspe3-Anglus	Habitats	Accessibilité	Intérêt printanier (prairie mésophile variée et attractive au printemps)		1275	non	
1	Aspe2-Cabane de Thézy	Accessibilité	Données historiques		Présence estivale de 80 ruches à moins de 100 m. Dominance Fougère-Aigle	1221	non	Abandonné en 2017
4	Aspe1-Amont Passerelle d'Espélunguère	Flore	Habitats	Intérêt floristique (Aconitum spp.)		1420	oui	
20	Ossau-Pourtalet5-Cabane de l'Araïlle	Altitude	Accessibilité		Trop fréquenté, Peu fleurie Report sur Ossau-Pourtalet4	1777	Oui (Suivi Marmotte)	Abandonné en 2017



les sentinelles du climat

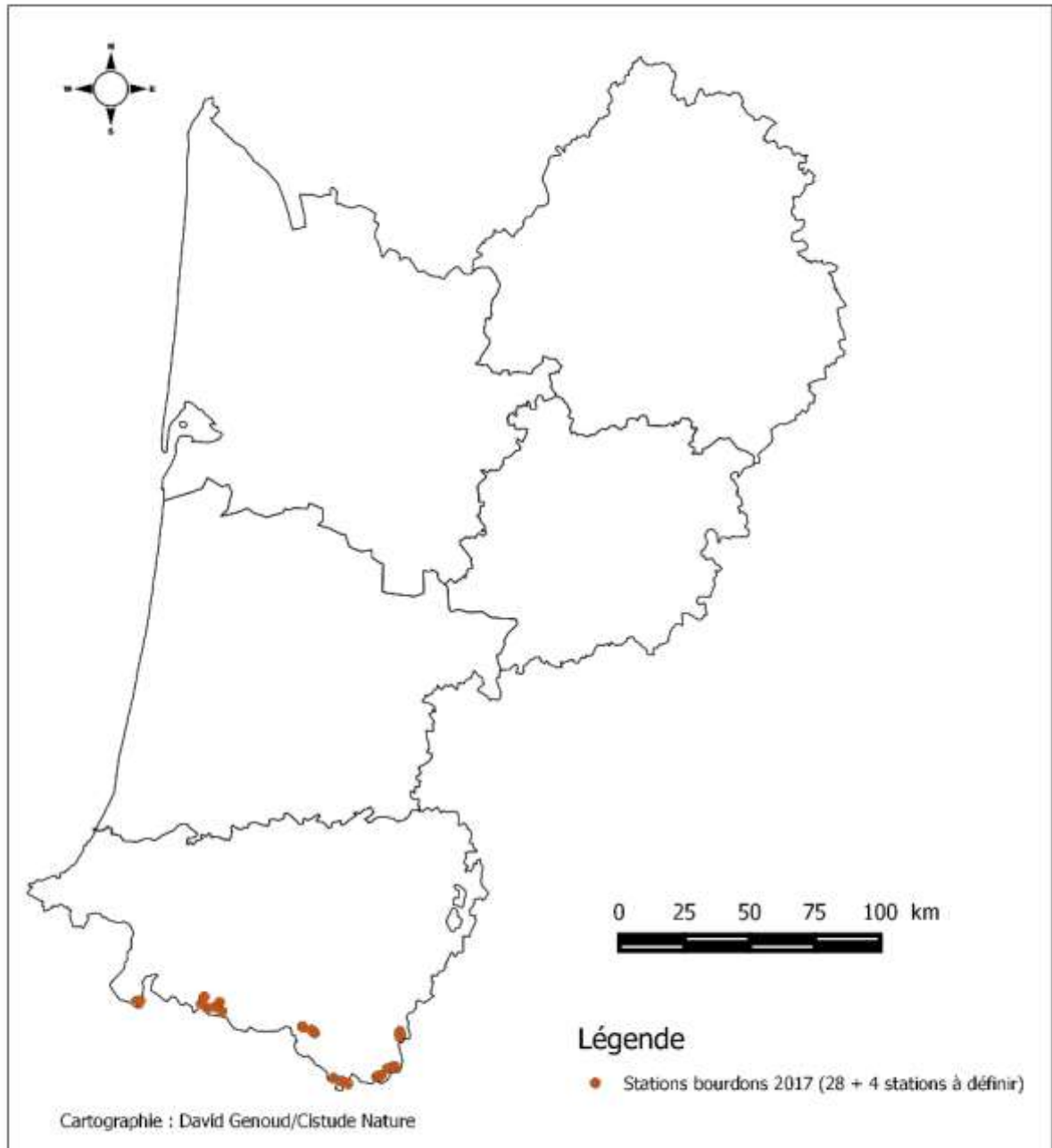
N° site	Dénomination	Critère 1	Critère 2	Critère(s) de sélection initial	Critère(s) de non sélection	altitude	Station météo	remarques
21	Ossau-Pourtalet4-bas couloir de l'Araille	Accessibilité		Idem 5 mais plus intéressant		1746	non	
23	Ossau-Pourtalet3-ZH de Tourmont	Habitat		Idem 2 mais plus intéressant		1687	non	
22	Ossau-Pourtalet2-Cabanne de Tourmont	Accessibilité	Altitude		Reposoir à végétation instable Report sur Ossau -Pourtalet3	1647	non	Abandonné en 2017 Suivi complémentaire apiformes
25	Ossau-Pourtalet1-Pont de Peyrelue	Habitat	Accessibilité	Diversité floristique, habitats		1594	oui	
NUL L A étab lir	Arriious5-au-dessus du lac	Altitude	Habitat	Altitude		2302	oui	
NUL L A étab lir	Arriious4-Replat intermédiaire d'Arriious	Habitat	Altitude	Habitat et altitude		2084	non	Cortège landicole cible
NUL L A étab lir	Arriious3-Cabane d'Arriious Amont	Habitat Flore	Altitude	Habitat, diversité floristique		1970	oui	



N° site	Dénomination	Critère 1	Critère 2	Critère(s) de sélection initial	Critère(s) de non sélection	altitude	Station météo	remarques
NUL L A étab lir	Arrious2- pâtures d'Arrious	Altitude	Flore		Doublon tranche altitudinale Faible diversité floristique	1720	non	Abandonné en 2017
NUL L A étab lir	Arrious1-ZH RD ru d'Arrious	Altitude	Flore Habitat	Habitat, diversité floristique		1640	oui	
33	Anglas5-Lac	Altitude		Altitude, diversité floristique (Rhododendron, Eryngium bourgatii)		2059	oui	
32	Anglas4-Sous Cascade d'Anglas	Habitat		Landes à Ericacées		1805	non	Cortège landicole cible
NUL L A étab lir	Anglas3-- Cabane de Coste de Goua	Habitat		Landes à Ericacées		1714	non	Cortège landicole cible
31	Anglas2-Sur Plaa de Batch	Habitat		Landes à Ericacées		1585	oui	Cortège landicole cible
30	Anglas1- reposoir de Saxe-Cardet	Altitude	Diversité floristique		Reposoir, avec flore nitrophile et altitude hétérogène entre deux tranches	1395	oui	Possible suppression en 2017

- *Description des sites choisis*

28 stations ont été sélectionnées et 4 stations sont à définir (Fig. 111, Tab. L)



Sites d'études de suivis des bourdons montagnards

Fig. 111. Situation géographique des sites d'études validés de l'habitat montagnard dans la cadre du suivi des espèces « bourdons ».



Tab. L. Caractéristiques des sites de l'habitat montagnard dans la cadre du suivi des espèces « bourdons »

Dép.	Commune	Dénomination	Statut	Code statut	Propriétaire Gestionnaire	Accord	Station météo 2016	Structure de suivi et nom de l'observateur
64	Aldudes	Linux5 - Hayra	N2000	FR7212012	—	Non	oui	David Genoud
64	Aldudes	Linux3- Burdincurutcheta	N2000	FR7212012	—	Non	oui	David Genoud
64	Aldudes	Linux2-Linux parking	N2000	FR7212012	—	Non	oui	David Genoud
64	Aldudes	Linux1-Achistoy	N2000	FR7212012	—	Non	non	David Genoud
64	Lecumberry	Occabé4-Sourzay	N2000	FR7212015	CG64/CEN	Oui	oui	David Genoud
64	Lecumberry	Occabé2-(col d'Horaaté)	N2000	FR7212015	—	Non	oui	David Genoud
64	Lecumberry	Occabé1-Orgaté	N2000	FR7212015	—	Non	oui	David Genoud
64	Larrau	Iraty4- Mürkhüilleta (RCA)	N2000	FR7212015	—	Non	oui	David Genoud
64	Larrau	Iraty3 -Ibarrondo	N2000	FR7212015	—	Oui	oui	David Genoud
64	Larrau	Iraty2- Odeizügagna	N2000	FR7212015	—	Non	oui	David Genoud
64	Larrau	Iraty1-Rocher 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 Cap de la Baitch	N2000 ?		—	Non	non	David Genoud
64	Lées-Athas	Azun3-Cabane d'Ardinet (RCA)	N2000 ?		—	Non	oui	David Genoud
64	Lescun	Azun2-l'Abérouat Couloir avalanche	N2000 ?		—	Non	oui	David Genoud
64	Lescun	Azun1-Bois d'Arce	N2000 ?		—	Non	non	David Genoud
64	Urdos	Aspe5-Col du Somport	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Urdos	Aspe4-Peyrenère	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Urdos	Aspe3-Anglus	PNP/N 2000	FR7210087	—	Non	non	David Genoud
64	Etsaut	Aspe1-Amont Passerelle d'Espélunguère	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Laruns	Ossau- Pourtalet4-bas couloir de l'Araille	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud



Dép.	Commune	Dénomination	Statut	Code statut	Propriétaire Gestionnaire	Accord	Station météo 2016	Structure de suivi et nom de l'observateur
64	Laruns	Ossau-Pourtalet3-ZH de Tourmont	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	non	David Genoud
64	Laruns	Ossau-Pourtalet2-Cabanne de Tourmont (RCA)	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	non	David Genoud
64	Laruns	Ossau-Pourtalet1-Pont de Peyrelue	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Laruns	Arriious5-au-dessus du lac	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Laruns	Arriious4-Replat intermédiaire d'Arriious	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	non	David Genoud
64	Laruns	Arriious3-Cabane d'Arriious Amont	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Laruns	Arriious1-ZH RD ru d'Arriious	PNP/N 2000	FR7210087	—	Oui	oui	David Genoud
64	Eaux-Bonnes	Anglas5-Lac	N2000	FR7210087	—	Non	oui	David Genoud
64	Eaux-Bonnes	Anglas4-Sous Cascade d'Anglas	N2000 ?		—	Non	non	David Genoud
64	Eaux-Bonnes	Anglas3--Cabane de Coste de Goua	N2000 ?			Non	non	David Genoud
64		Anglas2-Sur Plaa de Batch	N2000 ?			non	oui	David Genoud

• **Définition et positionnement des points d'échantillonnage**

Les stations d'échantillonnage sont définies selon leur attractivité printanière et automnale dominante et ce selon la présence de formations végétales susceptibles d'apporter une ressource conséquente aux bourdons (Landes à Myrtille (*Vaccinium myrtillus*) et *Vaccinium spp.*, Landes à Rhododendron (*Rhododendron ferrugineum*), landes à Callune (*Calluna vulgaris*), mégaphorbiaies, repositoires à bétails à *Cirsium eriophorum*,...). Ces stations se situent sur un transect de cheminement (marche ou véhicule) d'altitude variable selon les massifs. Ce transect regroupe 4 ou 5 stations étagées entre 800 et 2500 m. d'altitude (selon le gradient altitudinale proposé par le massif) (Fig. 112, Fig. 113, Tab. LI).

Chaque station est par la suite prospectée à raison de 4 passages de 20 minutes sur la période de vol des bourdons (avril-septembre) en essayant le plus possible d'échantillonner toutes les stations à toutes les altitudes aux périodes sans neige (fin mai – début septembre). Seules les stations de hautes altitudes (+ de 2000 m.) ne peuvent être échantillonnées (présence du manteau neigeux) lors du 1^{er} passage qui a lieu fin mai-début juin.



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

Dénomination du site	surface (en m ²)	Altitude (en m)	habitat	penne/exposition
Lindux5 - Hayra	1000	867	Lisière pré-bois pâturés	nord
Lindux3 - Burdincurutcheta	1000	1054	Lande atlantique à Ajoncs et Ericacées	est
Lindux2-Lindux parking	750	1168	Lisière pré-bois pâturés	—
Lindux1-Achistoy	250	1189	Pelouse à Nard et Landes atlantiques à Ajoncs et Ericacées	sud
Occabé4-Sourzay	1500	1131	Lande tourbeuse à Ajonc nain et Ericacées	est
Occabé2-(col d') Horaaté	1500	1311	Lande atlantique à Calluna vulgaris et ajoncs	sud
Occabé1-Orgaté	1500	936	Lande mésophile-thermophile à asphodèles, Ericacées et fougère-aigle	sud
Iraty4-Mürkhüilleta (RCA)	150	1180	Lande xero-thermophile à asphodèles et Genista hispanica occidentalis	sud
Iraty3 -Ibarrondoa	2500	1340	Pâturage nitrophile à Cirsium eriophorum Callune et Daphne laureola	ouest
Iraty2-Odeizügagna	1500	1525	Reposoir à Cirsium eriophorum	ouest
Iraty1-Rocher d'Organbidexka	1500	1395	Lande atlantique à Ajoncs et Calluna vulgaris	Sud-ouest
Azun5-Pas d'Azun	1000	1865	Lande montagnarde à Arctostaphylos uva-ursi	—
Azun4- Cabane du Cap de la Baïtch	1000	1670	Pelouse pâturée à Ajonc	sud
Azun3-Cabane d'Ardinet (RCA)	250	1533	Pelouse pâturée (non définie)	sud
Azun2-l'Abérouat Couloir avalanche	1000	1477	Eboulis à Eryngium bourgatii, Cirsium eriophorum	sud
Azun1-Bois d'Arce	1000	1311	Lisière pré-bois humides à Cirsium et Rubus sp.	sud
Aspe5-Col du Somport	1000	1635	Landes à Ericacées	—
Aspe4-Peyrenère	1000	1448	Pelouse à nard et gazon écorché à Sedum et pâturage mésophile	sud
Aspe3-Anglus	1500	1275	Pâturage mésophile pauvre à Cirsium eriophorum	—
Aspe1-Amont Passerelle d'Espélunguère	1500	1420	Pelouse à fétuque et mégaphorbiaie à Mentha et Aconitum sp.	Sud-est
Ossau-Pourtalet4-bas couloir de l'Araille	1500	1746	Pelouse rudéralisée (reposoir occasionnel)	nord



les sentinelles du climat

Dénomination du site	surface (en m ²)	Altitude (en m)	habitat	penne/exposition
Ossau-Pourtalet3-ZH de Tourmont	2500	1687	Pelouse et tourbière de pente à <i>Bartsia alpina</i> et <i>Swertia perennis</i>	Nord-ouest
Ossau-Pourtalet2-Cabanne de Tourmont (RCA)	350	1647	Reposoir à <i>Sysimbre</i> des Pyrénées	—
Ossau-Pourtalet1-Pont de Peyrelue	1000	1594	Pelouse montagnarde maigre (non définie)	ouest
Arriious5-au-dessus du lac	1500	2302	Pelouse montagnarde (non définie)	sud sud-est
Arriious4-Replat intermédiaire d'Arriious	1500	2084	Pelouse et landes montagnarde à <i>Rhododendron</i> et <i>Callune</i>	nord
Arriious3-Cabane d'Arriious Amont	1000	1970	Landes écorché à <i>Callune</i> , <i>linaire</i> alpine	sud
Arriious1-ZH RD ru d'Arriious	1000	1640	Tourbière de pente dégradée à <i>Cirsium</i> spp., <i>Succisa pratensis</i>	sud
Anglas5-Lac	1250	2059	Pelouse et éboulis à <i>Rhododendron</i> et <i>Eryngium bourgatii</i>	Sud sud-est
Anglas4-Sous Cascade d'Anglas	1500	1805	Pelouse à nard et lande à <i>Ericacées</i>	est
Anglas3--Cabane de Coste de Goua	1000	1714	Landes à <i>Ericacées</i> (<i>Vaccinum myrtillus</i> & <i>Calluna vulgaris</i>) & <i>Rhododendron</i>	est
Anglas2-Sur Plaa de Batch	1000	1585	Landes à <i>Ericacées</i> (<i>Vaccinum myrtillus</i> & <i>Calluna vulgaris</i>)	est



Fig. 112. Un exemple de situation des transects de l'habitat montagnard dans le cadre du suivi des espèces « bourdons » sur photographie aérienne.

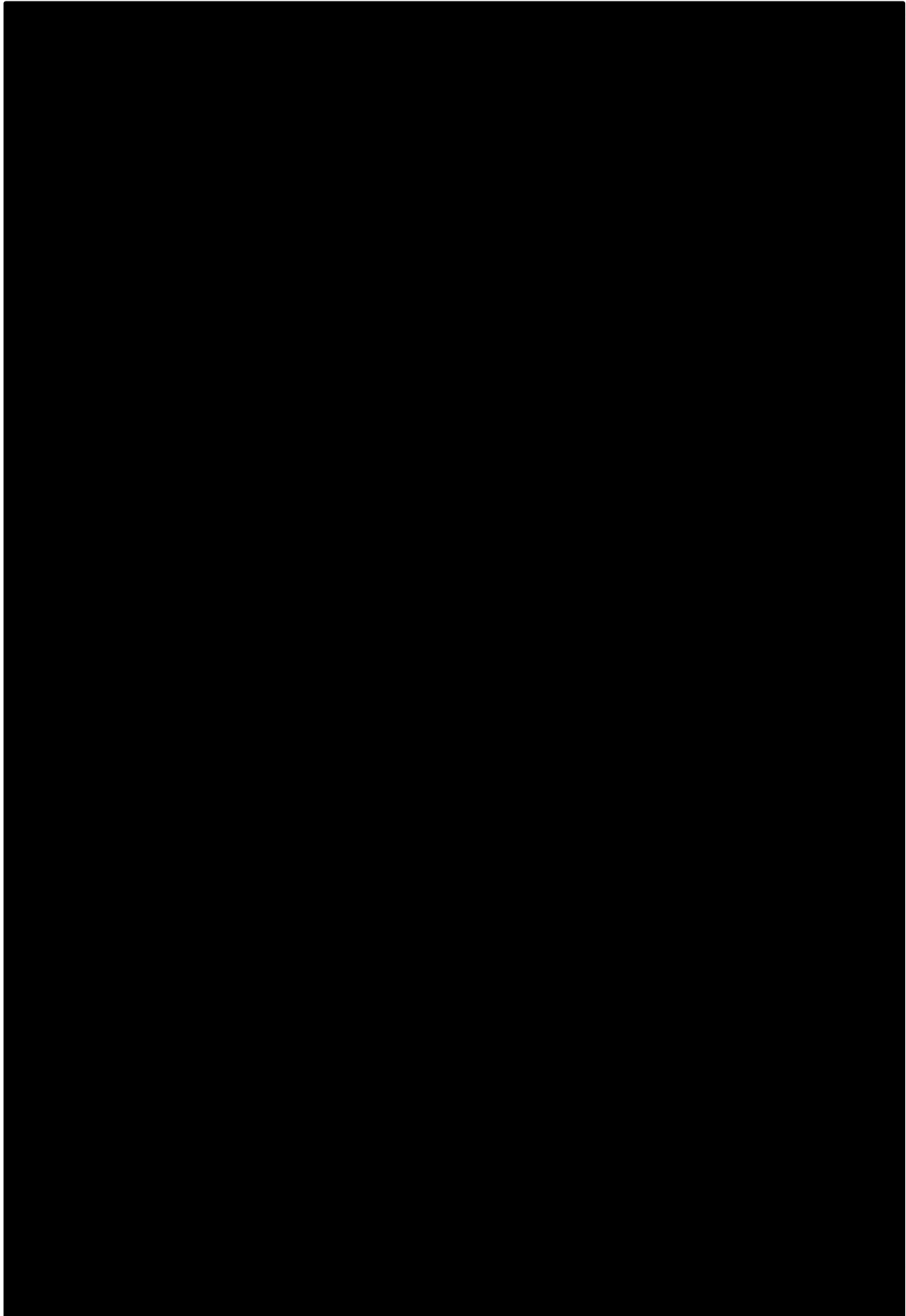


Fig. 113. Un exemple de situation des transects de l'habitat montagnard dans la cadre du suivi des espèces « bourdons » sur carte topographique.

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

Chaque spécimen contacté est capturé au filet ou directement dans un pilulier par un seul observateur au cours de l'étude (avec un taux d'échec variable selon l'heure et les facteurs climatiques (vent principalement) et conservé en pilulier de râpure de liège imbibé d'Acétate d'Éthyle (pour conserver une grande souplesse et bon état physique) pour identification ultérieure en laboratoire sous binoculaire (caste, espèce) et mesures biométriques (longueur de l'aile, longueur de langue, longueur inter-scutellaire, longueur totale). Les différentes espèces de bourdons peuvent présenter une grande similarité de pattern/habitus tout en possédant une écologie et des traits fonctionnels très différents. De plus il s'agit d'aculéates (hyménoptères à aiguillons) au venin à composition assez similaire à celui de l'Abeille domestique *Apis mellifera* (nombreux composés allergènes) pouvant provoquer des douleurs violentes et des chocs anaphylactiques. L'identification comme les mesures morphologiques passent par une capture létale et une conservation obligatoire.

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

La méthode, dont le temps d'échantillonnage normalisé à d'autres études (FRANÇOIS *et al.*, à paraître) est défini pour 20 minutes brutes avec arrêt du chronomètre ou ajout d'un temps supplémentaire par spécimen collecté (15 secondes pour mettre un spécimen en pilulier).

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

Au total 39 placettes ont été définies sur le territoire d'étude soit 13 heures d'échantillonnage pour chaque passage et 52 heures d'échantillonnage sur la saison auxquels il faut ajouter les marches d'approches et de retour, les transits entre les différents secteurs et vallées, les préparatifs et le reconditionnement du matériel biologique pour chaque demi-journée d'échantillonnage (5 placettes), la gestion des stations météorologiques en place (maintenance, collecte des enregistrements). Chaque session d'échantillonnage (passage) nécessitent 5 jours complets d'intervention sur le terrain.

- **Conditions météorologiques requises**

Les bourdons volent dès 8°C de température. Le matin dès que le jour pointe les premiers individus s'activent sur les fleurs jusqu'au crépuscule. Le jour l'activité des bourdons est importante tant que les températures n'excèdent pas 25–28 °C (LOKEN, 1973 ; MICHENER, 2007 ; VON HAGEN & AICHORN, 2014 ; RASMONT *et al.*, 2015). Ils supportent un vent modéré voire fort mais ce dernier limite davantage leur déplacement. Le déplacement est alors souvent plus rasant, rapide et saccadé et peu contrôlé, notamment au décollage. Dans ces situations ventées leur détectabilité et la capturabilité deviennent beaucoup plus aléatoires. Températures trop élevées et vent fort sont donc à éviter lors de l'échantillonnage ainsi que les conditions trop humides (pluie/brouillard/bruine) (Tab. LII).

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 avec une période d'activité moins marquée aux heures chaudes. Pour s'adapter aux contraintes d'accès (marche aller-retour) la période journalière d'échantillonnage a été définie entre 8 h 30/9 h 00 (selon l'exposition, l'ensoleillement, la température) et 19 h 00.



Tab. LII. 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		-	-	-	-
Vitesse du vent	<20 km/h	+	++	+++	-/+
	>20-25 km/h	-	-	-	-
Horaire		8h - 17 h	8 h - 17 h	6h 30 - 21 h 30	6 h 30 - 11 h 00 18 h 30 - 21 h 30

- *Nombre de campagne de relevés*

Le nombre de campagne d'échantillonnage a été fixé à 4 sur la période préalablement définie. La question de réduire à 3 passages a été discuté mais cette réduction paraît peu compatible avec un échantillonnage approprié (échange et comm. pers. Colin FONTAINE, MNHN-CNRS), afin 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*

En 2016 lors des échantillonnages-test les heures de début de relevé ont été systématiquement consignées sur un carnet de saisie. La fiche de relevé définitive sera établie en 2017 sur la base du choix définitif des stations (cf. discussion) et en collaboration avec le CBNSA [relevé évolutif de la végétation (recouvrement/phénologie de floraison des différentes formations et peuplements végétaux)].

7.3.2 Analyses et statistiques

Analyse 2016 :

En 2016, 8 secteurs géographiques (Aldudes, Occabé, Iraty, Lescuns, Somport, Arrious, Pourtalet, Anglas) et 44 stations ont été testés de manière non homogène (1 à 3 passages selon les sites). Il paraît peu pertinent d'intégrer dès cette année des analyses sur la diversité tant le travail est resté hétérogène. En 2017 ne seront retenues au maximum que 33 stations (+ 3 stations Réseau Complémentaires Apiformes (RCA)⁶) pour 7 secteurs afin de ne conserver que les stations les plus représentatives (situation géographique, gamme d'altitude, intérêt de la station pour les bourdons) (Fig. 114-Fig. 116).

Toutefois, ces premiers échantillonnages ont permis de capturer 469 spécimens pour 38 stations avec au moins une donnée et une moyenne de 2 passages par stations (6 bourdons

⁶ Stations présentant un intérêt de suivi pour les autres abeilles (voire les bourdons) dans un contexte atypique (non stabilité de l'habitat, perturbations, formation originale)

par station et par passage). Ce sont 227 données de bourdons et 27 espèces contactées pour 36 espèces connues sur l'ensemble de la chaîne des Pyrénées et 30 espèces connues sur le périmètre du PNP (ISERBYT, 2009).

Les premières analyses montrent une sur-représentativité des bourdons à certaines altitudes liée à une sur-représentativité des stations sur certaines tranches d'altitudes. On observe également les premiers spectres altitudinaux généraux des bourdons dans les Pyrénées mais aussi des taxons indicateurs des landes à Ericacées (espèces oligolectiques sur Ericacées) qui constituent un **cortège landicole cible** particulièrement intéressant à suivre (*Bombus jonellus*, *Bombus magnus*).

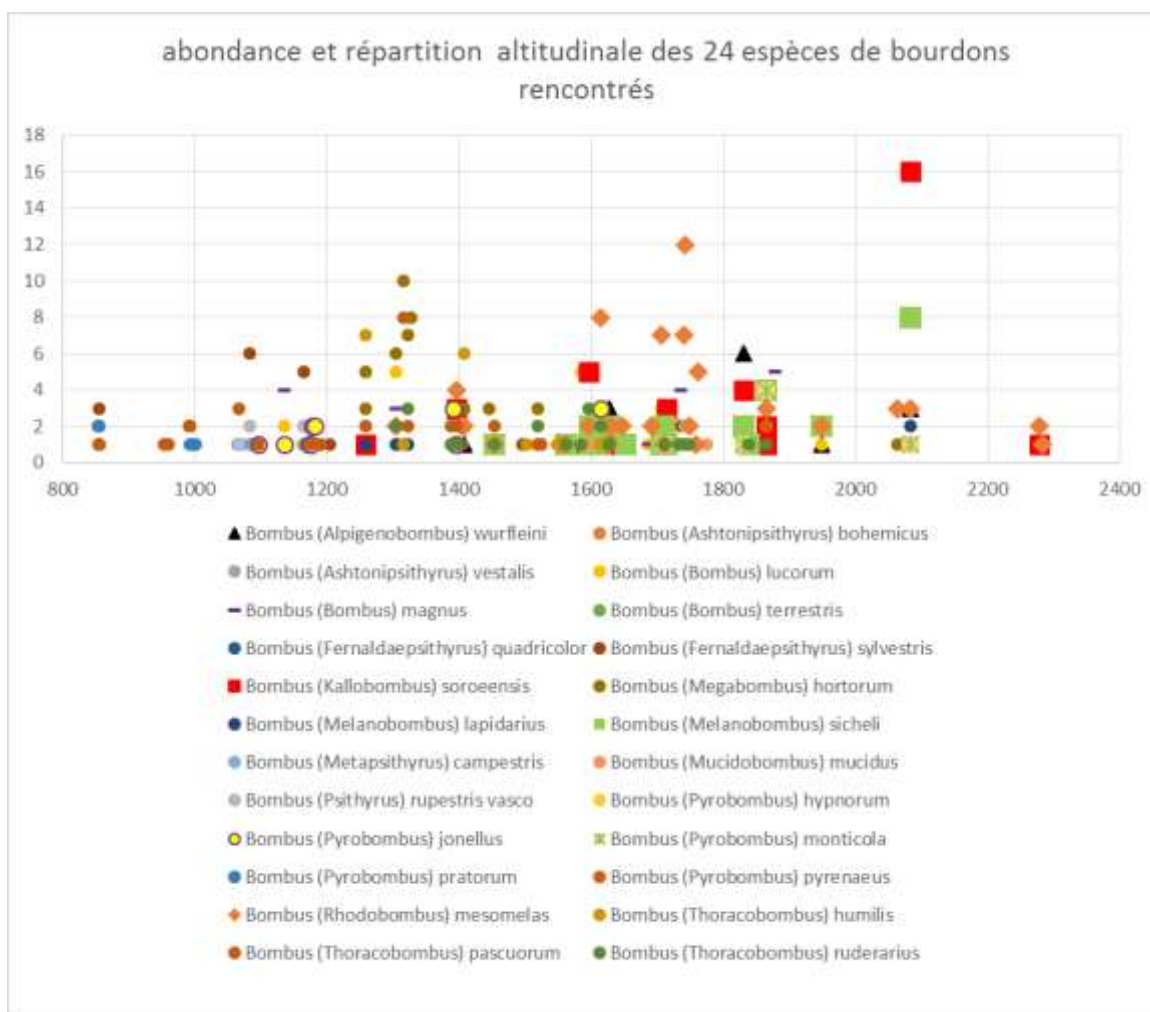


Fig. 114. Abondance et répartition des bourdons lors de l'échantillonnage 2016

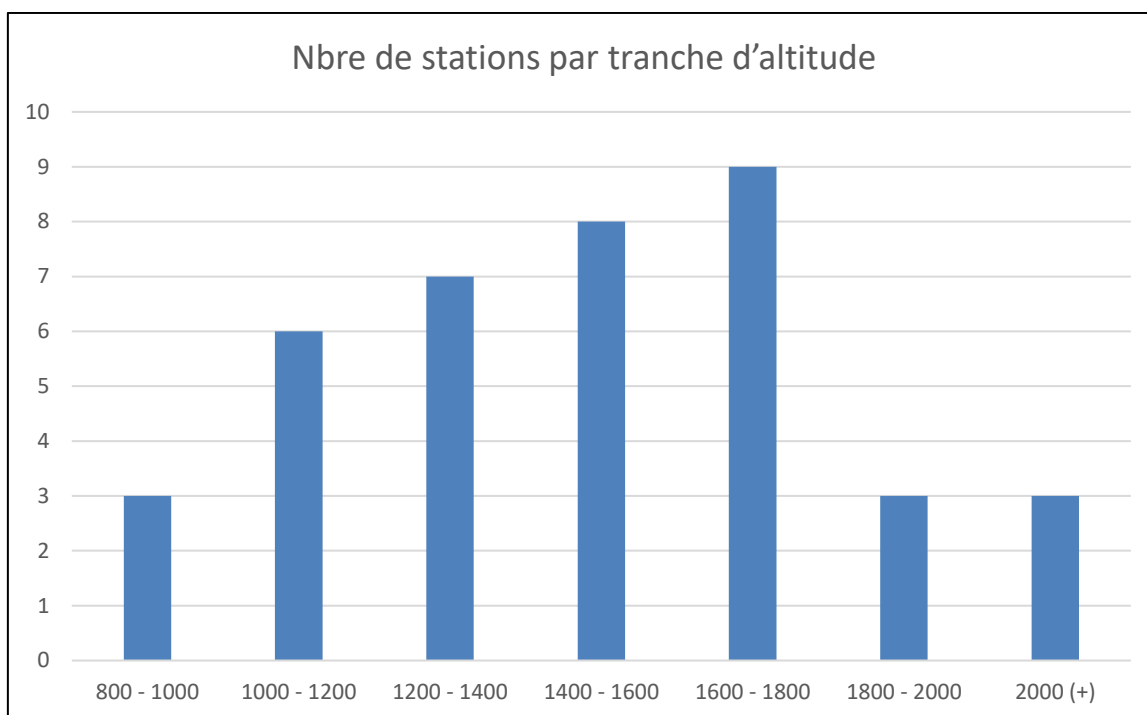


Fig. 115. Nombre de stations échantillonnées, par tranches altitudinales

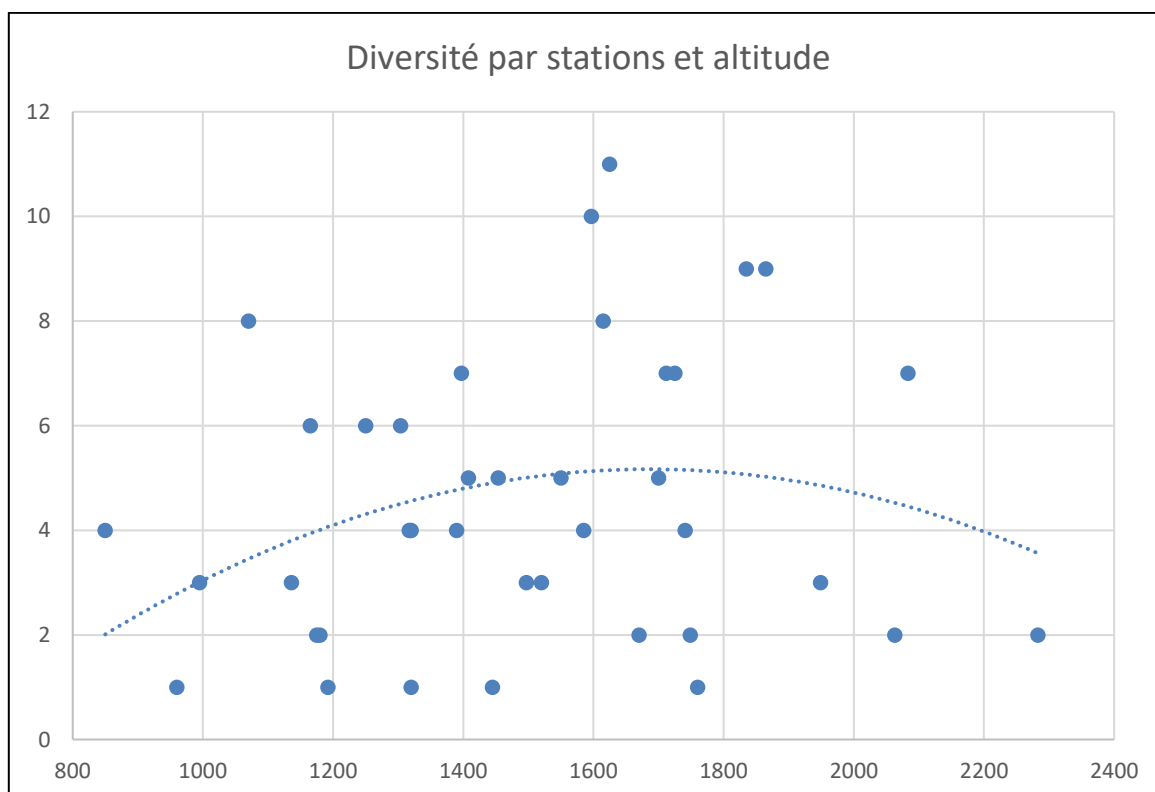


Fig. 116. Diversité stationnelle et altitude

En 2017 des ajustements se feront avec la suppression de certaines stations comprises entre 1000 et 1200 m. (1 station), 1200-1400 m. (1 ou 2 stations), 1400- 1600 m. (2 ou 3 stations),



1600 – 1800 m. (3 ou 4 stations). Deux nouvelles stations au-dessus de 1800 mètres d'altitude seront intégrées (Aspe-Somport et Ossau-Pourtalet) ainsi que 2 stations au-dessus de 2000 mètres d'altitude (Azuns et Anglas) (Fig. 117).

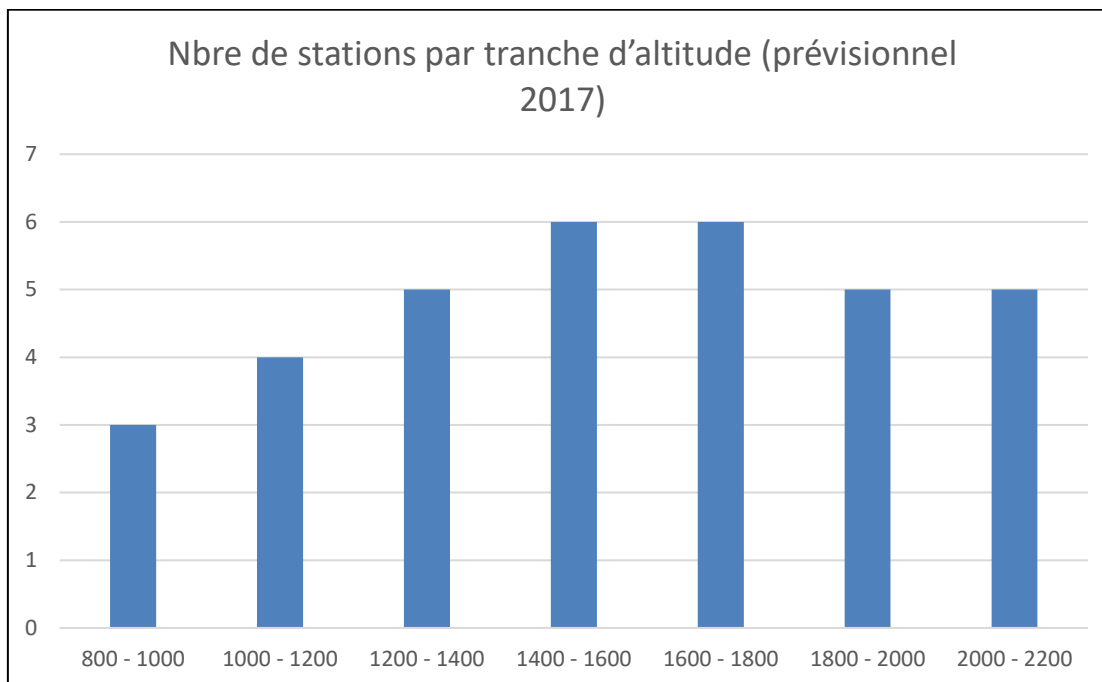


Fig. 117. Nombre de stations par tranches altitudinales de 200 m. (prévisionnel 2017)

Se pose aussi la question d'un éventuel biais d'échantillonnage lié au passage horaire systématique à une heure identique sur la plupart des stations. La possibilité de faire un tirage automatique des ordres de passage est envisagée mais elle créera une vraie contrainte organisationnelle et temporelle liée à la logistique et le timing d'accès aux différents secteurs. La distance, la disposition spatiale et la densité temporelle du monitoring laissent peu de place à des plages de temps d'attentes avec des transferts de vallées quasi minutés.

Analyse 2017 : à partir de 2017 le monitoring débutera son fonctionnement en routine. Il permettra donc des premières analyses de biodiversité sur la base d'un échantillonnage normé.

Analyse historique :

L'exploitation des données historiques est possible suite à des inventaires ciblés et spécifiques sur le PNP (Iserbyt, 2009). Toutefois il faut voir dans quelle mesure ces données seront exploitables pour la modélisation des tendances évolutives. Il en est de même pour un jeu de données original et inédit (données personnelles David Genoud) établi entre 2004 et 2009 sur la partie occidentale du massif (secteurs Aldudes et Iraty).

7.3.3 Résultats exploratoires

Les résultats attendus à l'avenir 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, Indice de diversité spécifique
- 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 pyrénéens et sous-massifs, PNP (bibliographie existante) et inter-massifs européens (bibliographie)
- variations altitudinales des cortèges (intra-annuelles (saisonniers) et interannuelles, exposition)
- Analyse données historiques (1970-1980-2000) 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

7.3.4 Discussion et perspectives de suivi

La première phase exploratoire en 2016 montrent que plusieurs aspects méthodologiques et du monitoring sont à clarifier et valider d'ici la prochaine campagne (gamme d'altitude et nombre de stations, heure d'échantillonnage). Ces adaptations seront donc à faire en 2017 afin d'installer l'échantillonnage dans une routine de monitoring. Les choix de nouvelles stations à hautes altitudes sont en partie faits mais le retrait des stations les moins pertinentes restent à faire sur la base de l'analyse de la diversité stationnelle relevée en 2016.

Scientifiquement des références bibliographiques de Suède, Suisse, Europe et Amérique du Nord (BOMMARCO *et al.*, 2012 ; PRADERVAND *et al.*, 2014 ; KERR *et al.*, 2015 ; MILLER-STRUTTMANN *et al.*, 2015) nous indiquent que l'on est sur une voie encore exploratoire mais déjà testée et pertinente avec notamment, à moyen terme, le développement d'un outil de modélisation de l'évolution des bourdons dans les Pyrénées (appréhension des mécanismes de remplacement et d'extinction).

Nous pourrions également intégrer progressivement des variables climatiques enregistrées (intégration de modèles climatiques, intégration à des modèles d'extinction/répartition). À termes d'autres intégrations et analyses (plusieurs paramètres éco-morphologiques, traits biologiques) pourront être effectués

Enfin il paraît fondamental de mettre en place certaines analyses statistiques en routine avec les (différents) autres programmes « cortèges » (lépidoptères p. ex.) pour de futures méta-analyses des réponses des différents groupes faunistiques ou variations de réponses selon les cortèges ou les groupes taxonomiques au réchauffement climatique.