

## 8.4 Cortèges des bourdons pyrénéens

*Auteurs : David Genoud*

---

Le suivi du cortège des bourdons pyrénéens en 2018 se situe dans la continuité de de l'année 2017. En 2017 le nombre de stations, leur localisation (géographique et altitudinale), la méthode et le temps d'échantillonnage avaient été validés et stabilisés (MALLARD, 2017b). Le suivi 2018 a été strictement reproduit (nombre de passage, date de passage, temps d'échantillonnage, relevé systématique relation fleur/spécimen (réseau pollinisateur) mais aussi avec ces mêmes aléas liés à l'altitude, le climat, la météorologie changeante, le niveau d'enneigement combinés à la distance et au temps d'accès.

Ce groupe taxonomique concerne un ensemble d'espèces relictuelles des périodes glaciaires avec un gradient varié de tolérance aux températures élevées mais une richesse spécifique plus importantes à l'étage montagnard (zones oro-méditerranéennes comprises) et alpin. A contrario, le cortège de plaine, notamment dans les régions chaudes (climat thermo-atlantique, climat méditerranéen), est très restreint (moins de 10-12 espèces) soit moins d'un quart de la diversité totale connue des bourdons de France (44 espèces) (RASMONT, 1988 ; RASMONT *et al.*, 1995 ; RASMONT *et al.*, 2017). A elle seule la chaîne des Pyrénées de l'est jusqu'à l'ouest accueille, historiquement, 37 espèces de bourdons, alors que le Parc National des Pyrénées héberge 30 des 37 espèces connues sur le massif (ISERBYT, 2009).

En 2018, les relevés ont toujours pour objectif de renforcer la connaissance des profils écologiques des espèces (gamme d'altitude fréquentées, la relation plante/fleurs) ainsi que la phénologie et la dynamique interannuelle des populations au regard des aléas climatiques saisonniers et/ou ponctuels. Cette année reste encore dans une phase de réalisation d'un état de référence (diversité sur le massif, diversité sur les sous-ensembles/entités géographiques, diversité stationnelle, diversité altitudinale) qui n'est pas réalisable de manière pertinente sur une seule année de suivi (malgré 4 passages d'échantillonnage /an). En effet, les contraintes météorologiques et climatiques peuvent considérablement influencer sur la détectabilité de la diversité et des abondances autant à l'instant t que sur les différentes saisons (asynchronismes plantes/pollinisateurs, température/pollinisateurs).

Les informations relatives à la méthodologie et aux particularités écologiques des bourdons sont renseignées dans le rapport du programme les sentinelles du climat Tome IV MALLARD (2017) (cf. § 7.3 page 426).

### 8.4.1 Complément au matériel et méthodes

L'échantillonnage, réévalué en 2017, n'a pas été modifié. Une tranche de suivi comprise en 800 et 2400 m d'altitude (environ 855 m – 2320 m) a été conservée. Aller au-delà en altitude est compliqué tant pour des raisons d'habitats (habitats souvent strictement minéraux) peu, pas et/ou très ponctuellement fleuris (=très faible détectabilité avec des individus très mobiles), d'accès, de temps d'accès, de sécurité et d'efficacité du relevé selon la plage thermique. Les stations sont toutes plus ou moins soumises à ces mêmes contraintes mais plus on s'élève en altitude plus ces facteurs sont limitants (notamment la plage horaire de vol en fonction de la température et donc de détection des bourdons).

- **Sélection des sites**

Le terme « station » évoque chaque site. Chaque station possède un code alphanumérique relatif à sa localisation géographique et un nom relatif à son « lieu-dit ».

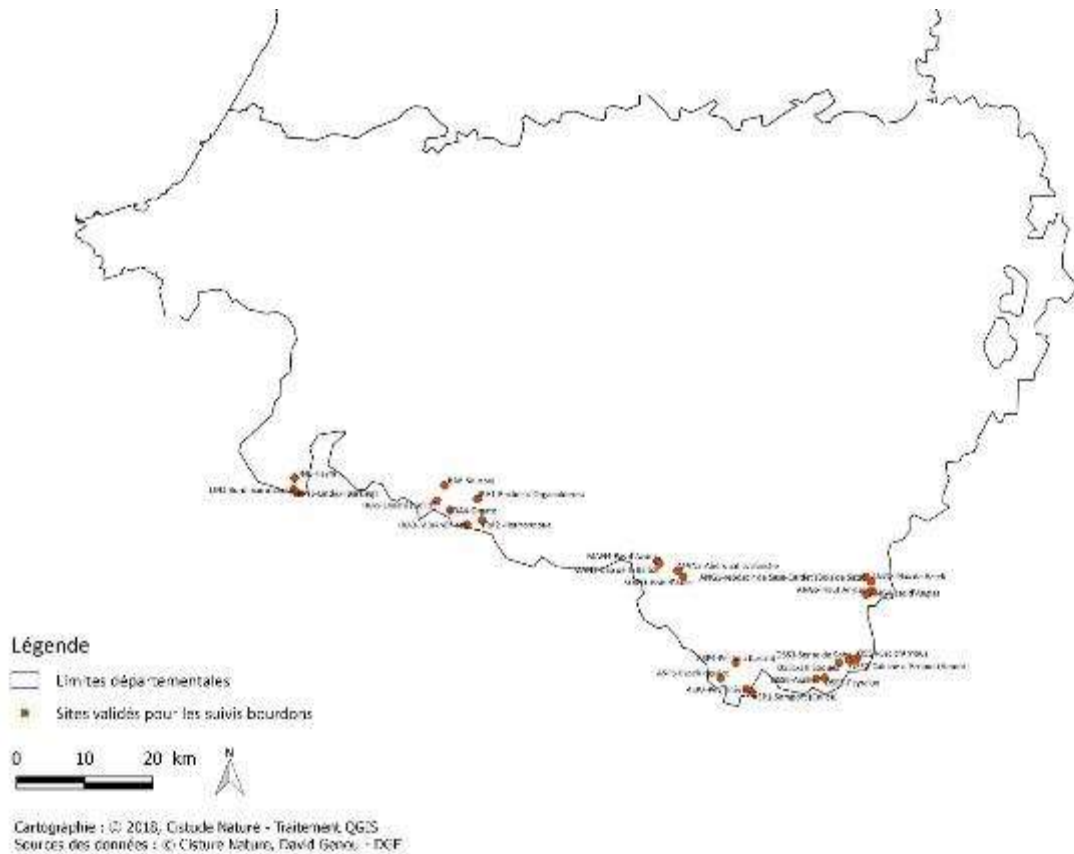
28 stations sont suivies depuis 2017.

Pour plus d'informations relatives au choix de sélection des sites on se référera à MALLARD (2017) (cf. § 7.3.1 page 426–427)

- **Description des sites choisis**

Pour rappel les sites échantillonnés sont identiques à ceux de l'année 2017 et ils le seront encore en 2019–2021 (Fig. 358, Tab. CLXXIII).

Les informations relatives à la description des sites sont décrites dans le rapport Tome IV MALLARD (2017) (cf. § 7.3 page 429–435).



**Fig. 358.** Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi 2018.

**Tab. CLXXIII. Caractéristiques des sites de suivis cortège de bourdons pyrénéens.**

Dép.	Commune	Nom du site	Superficie (m2)	Statut	Structure de suivi et nom de l'observateur	Latitude	Longitude
64	Eaux-Bonnes	ANG1 - Reposoir de Saxe-Cardet	618.2062		David Genoud		
64	Eaux-Bonnes	ANG2 - Plaa de Batch	498.2173	N2000	David Genoud		
64	Eaux-Bonnes	ANG3 - Coste de Goua Haut	97.0138	N2000	David Genoud		
64	Eaux-Bonnes	ANG4 - Anglas (lac d')	185.5114	N2000	David Genoud		
64	Eaux-Bonnes	ANG5 - Anglas haut	868.3745	N2000	David Genoud		
64	Urdos	ASP1 - Somport (Col du)	2023.9197	PNP/N2000	David Genoud		
64	Borce	ASP3 - Espéluenguère	3247.5401	PNP/N2000	David Genoud		
64	Urdos	ASP4 - Peillhou	1113.2829	PNP/N2000	David Genoud		
64	Urdos	ASP2 - Peyrenère	372.048	PNP/N2000	David Genoud		
64	Larrau	IRA1 - Organbidexka - Rocher d')	7808.5268	N2000	David Genoud		
64	Larrau	IRA2 - Ibarrondoua	8738.5394	N2000	David Genoud		
64	Larrau	IRA3 - Mürkhüilleta (Réseau Complémentaire Apiformes)	2946.7629	N2000	David Genoud		
64	Lecumberry	IRA4 - Orgaté	3446.1727	N2000	David Genoud		
64	Lecumberry	IRA5 - Oraaté (Col d')	3888.3773	N2000	David Genoud		
64	Lecumberry	IRA6 - Sourzay	4053.2806	N2000	David Genoud		
64	Aldudes	LIN1 - Hayra	1761.5193	N2000	David Genoud		
64	Aldudes	LIN2 - Burdincurutcheta	2041.6538	N2000	David Genoud		
64	Aldudes	LIN3 - Lindux (Col de)	1177.2571	N2000	David Genoud		
64	Lescun	MAN1 - Bois d'Arce	2033.6789	N2000 ?	David Genoud		
64	Lescun	MAN2 - Abérouat avalanche	448.2839	N2000 ?	David Genoud		
64	Lées-Athas	MAN3 - Cap de la Baitch	851.9249	N2000 ?	David Genoud		
64	Lées-Athas	MAN4 - Pas d'Azun	396.0043	N2000	David Genoud		
64	Laruns	OSS1 - ZH de Soques	320.7363	PNP/N2000	David Genoud		
64	Laruns	OSS2 - Cabane d'Arriious Amont	770.4924	PNP/N2000	David Genoud		
64	Laruns	OSS3 - Sente de Sode	345.3158	PNP/N2000	David Genoud		
64	Laruns	OSS4 - Arriious (Lac d')	2424.6916	PNP/N2000	David Genoud		
64	Laruns	OSS5 - Peyrelue	975.7265	PNP/N2000	David Genoud		

Dép.	Commune	Nom du site	Superficie (m <sup>2</sup> )	Statut	Structure de suivi et nom de l'observateur	Latitude	Longitude
64	Laruns	OSS6 – Araille (Combe de l')	3657.0319	PNP/N2000	David Genoud		

Total 57110.0903

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

Les stations sont constituées de placettes de taille variable mais qui se caractérisent toutes par une attractivité florale forte (patches de fleurs attractives) à au moins un passage dans la saison (Tab. CLXXIV). Certaines stations sont peu « productives » (faible diversité et/ ou faibles abondances de bourdons) mais peuvent être favorables à des espèces sténoèces. A l'inverse d'autres stations peuvent accueillir plusieurs espèces végétales attractives à différentes périodes de l'année (succession florale). Ces stations sont alors, généralement, plus richement pourvues en bourdons que ce soit en termes de diversité ou d'abondance. Les bourdons sont recherchés à vue ou au son et capturés sur fleurs ou plus occasionnellement en vol, sur la placette et sur les différentes zones attractives de la placette. La taille des placettes peut considérablement varier.

A la découverte d'un nid seul un spécimen est capturé pour identification. Lorsque les bourdons sont peu abondants les patches de fleur ou les fleurs sont systématiquement visités sous un format d'échantillonnage de type « transect ». Mais la même surface de placette est prospectée chaque année. Là aussi on peut noter une variabilité de l'abondance de la floraison ou de la dominance spécifique selon les années et bien sûr de l'attractivité selon les périodes.

Les informations relatives à la description des sites sont décrites dans le rapport Tome IV du programme les sentinelles du climat MALLARD (2017) (cf. § 7.3 page 435).

**Tab. CLXXIV. Caractéristiques des points d'échantillonnage des suivis cortège de bourdons pyrénéens.**

Dép.	Nom du site	Dénom. station	Altitude (en m)	Latitude Y1 (centroides)	Longitude X1 (centroides)
64	LIN1	Hayra	855		
64	LIN2	Burdincurutcheta	1081		
64	LIN3	Linux (Col de)	1167		
64	IRA6	Sourzay	1125		
64	IRA5	Oraaté (Col de)	1307		
64	IRA4	Orgaté	949		
64	IRA3	Mürkhüilleta	1171		
64	IRA2	Ibarrondoua	1321		
64	IRA1	Organbidexka (Rocher d')	1383		
64	MAN4	Pas d'Azuns	1875		
64	MAN3	Cap de la Baitch	1709		
64	MAN2	Aberouat avalanche	1501		
64	MAN1	Bois d'Arce	1321		
64	ASP1	Somport (Col du)	1625		
64	ASP2	Peyrenère	1462		
64	ASP3	Espélunguère	1390		
64	ASP4	Peilhou	1018		
64	OSS6	Araïlle (combe de l')	1745		
64	OSS5	Peyrelue	1625		
64	OSS4	Arrious (Lac d')	2320		
64	OSS3	Sente de Sobe	2071		

Dép.	Nom du site	Dénom. station	Altitude (en m)	Latitude Y1 (centroides)	Longitude X1 (centroides)
64	OSS2	Cabane d'Arrious Amont	1960		
64	OSS1	ZH de Soques	1626		
64	ANG5	Anglas haut	2235		
64	ANG4	Anglas (lac d')	2073		
64	ANG3	Coste de Goua haut	1842		
64	ANG2	Plaa de Batch	1589		
64	ANG1	Reposoir de Saxe-Cardet	1397		

En 2017 chaque bourdon était pointé précisément au GPS. En 2018, ce pointage précis a été abandonné. Il s'avère que sur la majorité des sites encaissés ou sous couvert nuageux l'imprécision du pointage est trop grande (écart de 10 à 70 m avec des bourdons au final pointés « hors placette »). De plus cela n'empêche pas la redondance des espèces sur un même point, or initialement l'idée du pointage précis était d'éviter cette redondance.

En 2018, les bourdons ont été pointés au moment de la saisie, après détermination, au plus près à proximité du patch de fleurs ciblés dans la placette (= secteurs de placette). Pour tous les bourdons d'une même placette, l'altitude moyenne de la placette a été utilisée (correction *a posteriori*) pour la base de donnée.

#### • Méthode de relevés et détermination des espèces

Les informations relatives à la méthode de relevés et de détermination des espèces sont décrites dans le rapport Tome IV du programmes les sentinelles du climat (MALLARD (2017) – cf. § 7.3.1 page 440).

L'ensemble des bourdons sont capturés puis conservés (pots avec râpure de liège + acétate d'Ethyle) par stations et plantes. S'ils sont abondants sur une plante plusieurs pots pour une même plante peuvent être nécessaires. Tous les spécimens sont conservés en l'état et au congélateur. Avec ce mode de létalité la plupart des bourdons (80 %) meurent les ailes étalées et souples et surtout la langue parfaitement extraite. Ils sont extraits de leurs pots en fin de saison. Cette année l'identification et la saisie a eu lieu du 16 au 21 octobre. Les bourdons retournent dans leurs pots respectifs après identification, saisie et éventuel reconditionnement (pour les pots où la densité de spécimens est trop importante). Dans cette condition ils peuvent aisément être re-manipulés pour de la morphométrie (non réalisée à ce jour).

Le taux d'échec de capture en 2018 s'élève à 8,44 % (10,44% en 2017). Quelques stations s'avèrent plus délicates à échantillonner ; globalement toutes celles avec présence de rhododendrons, à fleurs dispersées et/ou à forte pente : **ANG5 (pente, fleurs dispersées)**, **ANG3 (pente, rhododendron, lande)**, **ANG2 (pente Rhododendron, lande) sans doute la station la plus compliquée**, **OSS4** pour partie (zone à rhododendron), **OSS3 (pente, lande)**, **OSS2 (pente, flore dispersée)**, **MAN3 (pente, fleurs très dispersées)**.

**Selon les conditions météorologiques les campagnes d'échantillonnage ont duré entre 3 jours et 5 jours. Au total 6 semaines ont été consacrées sur le terrain à cette opération (maintenance des stations météorologiques comprises).**

#### • Conditions météorologiques requises

Les stations les plus hautes en altitude ; au-dessus de 1800 m mais plus généralement 2000 m sont régulièrement impraticables lors du 1<sup>er</sup> passage (fin mai –début juin). C'était le cas en 2016 (neige à

2000 m) mais ce n'était pas le cas en 2017 où seules les stations à plus de 2200 étaient plus délicates à pratiquer mais toutefois en partie déneigées (Tab. CLXXV) (MALLARD, 2016b ; MALLARD, 2017b).

En 2018 pour des raisons climatiques, d'enneigement et technique (organisation terrain commun avec Cistude Nature) le 1<sup>er</sup> passage a été plus tardif que les années précédentes. Il a eu lieu entre le 11 et le 14 juin (Tab. CLXXV), entrecoupé par un épisode pluvieux intense et une crue majeure des cours d'eau. Il s'est avéré impossible d'accéder aux stations au-dessus de 1600–1800 m avec de la neige dès 1800m et des sentiers impraticables (ruissellements intenses) ainsi qu'au secteur de Gourette (route effondrée pour accéder aux stations code ANG) et de l'Aberouat (route impraticable suite aux inondations sévères pour accéder aux stations code MAN).

Le second passage le 24 juin était quasi inefficace au-dessus de 2000–2100 m (limite de recouvrement du manteau neigeux à 2000 m).

Si les secteurs ASP (Aspe) IRA (Iraty), LIN (Lindux) ont pu bien être visités sur 4 passages, certains n'ont pu être parfaitement échantillonnés :

- ANG (Anglas–Gourette) : Passage 1 impraticable (neige 1800 + route effondrée), passage 2 impraticable en ANG5 puis partiellement pluie sur passage 4 compensé par un passage 5,
- MAN (Massif Anie) : passage 1 impraticable (neige 1800 + accès impraticable), puis blessure en passage 3 (passage non compensé),
- OSS (Ossau) : passage 1 pour partie impraticable (OSS2, OSS3, OSS4) puis limite impraticable en passage 2 sur OSS3 et OSS4, pour OSS1, OSS2, OSS3, OSS4, pluie sur passage 4 mais compensée 24 heures plus tard.

Au final le secteur MAN n'a pu faire l'objet que de 2 passages contraint par une inaccessibilité au site le 14 juin puis une blessure début août.

A l'inverse les épisodes de très fortes chaleurs (canicules) qui affectent ces vallées s'avèrent être également défavorables à la détection des bourdons aux heures les plus chaudes (11 heures – 17 h). Généralement, il est observé une nette reprise de l'activité de butinage au-delà de 16 h 30 (à 1600 m) voire 17 h 30 avec une pleine activité au-delà de 18 h 30 et jusqu'à 20 h30 même à 2200 m d'altitude.

**Tab. CLXXV. Dates des suivis 2018 du cortège bourdons pyrénéens.**

Nom du site	Passage 1		Passage 2		Passage 3		Passage 4		Observateur
	Date	Horaire	Date	Horaire	Date	Horaire	Date	Horaire	
ANG1	14/06/18	Inacc	24/06/18	13h00	02/08/18	14h00	31/08/18	13h47	David GENOUD
ANG2	14/06/18	Inacc	24/06/18	12h15	02/08/18	13h16	31/08/18	12h57	David GENOUD
ANG3	14/06/18	Inacc	24/06/18	11h45	02/08/18	13h32	31/08/18	12h12	David GENOUD
ANG4	24/06/18	Inacc	02/08/18	12h44	24/08/18	12h47	31/08/18	11h07	David GENOUD
ANG5	14/06/18	inacc	24/06/18	inacc	02/08/18	11h07	31/08/18	10h25	David GENOUD
ASP1	12/06/18	15h40	25/06/18	16h10	02/08/18	16h40	23/08/18	13h06	David GENOUD
ASP2	12/06/18	16h10	25/06/18	16h45	02/08/18	17h00	23/08/18	13h38	David GENOUD
ASP3	12/06/18	18h00	25/06/18	17h30	02/08/18	17h57	23/08/18	14h18	David GENOUD
ASP4	12/06/18	meteo	25/06/18	18h45	02/08/18	18h42	23/08/18	15h04	David GENOUD
IRA1	11/06/18	13h10	25/06/18	13h00	01/08/18	10h22	22/08/18	13h02	David GENOUD
IRA2	11/06/18	13h30	25/06/18	13h30	01/08/18	11h01	22/08/18	14h06	David GENOUD
IRA3	11/06/18	14h15	25/06/18	14h15	01/08/18	11h51	22/08/18	14h56	David GENOUD

Nom du site	Passage 1		Passage 2		Passage 3		Passage 4		Observateur
	Date	Horaire	Date	Horaire	Date	Horaire	Date	Horaire	
IRA4	11/06/18	14h45	25/06/18	14h50	01/08/18	12h32	22/08/18	15h32	David GENOUD
IRA5	11/06/18	15h30	25/06/18	15h30	01/08/18	13h00	22/08/18	16h28	David GENOUD
IRA6	11/06/18	16h10	25/06/18	16h15	01/08/18	13h40	22/08/18	17h11	David GENOUD
LIN1	11/06/18	10h55	25/06/18	12h20	31/07/18	13h05	22/08/18	11h34	David GENOUD
LIN2	11/06/18	10h20	25/06/18	13h00	31/07/18	13h42	22/08/18	11h03	David GENOUD
LIN3	11/06/18	11h45	25/06/18	13h45	31/07/18	14h09	22/08/18	10h38	David GENOUD
MAN1	13/06/18	Inacc	25/06/18	12h30	4/08/18	Bless	23/08/18	11h47	David GENOUD
MAN2	13/06/18	Inacc	25/06/18	11h15	4/08/18	Bless	23/08/18	10h10	David GENOUD
MAN3	13/06/18	Inacc	25/06/18	10h15	4/08/18	Bless	23/08/18	9h45	David GENOUD
MAN4	13/06/18	Inacc	25/06/18	8h45	4/08/18	Bless	23/08/18	9h13	David GENOUD
OSS1	13/06/18	17h30	25/06/18	16h30	03/08/18	16h36	25/08/18	16h42	David GENOUD
OSS2	13/06/18	Inacc	25/06/18	17h30	03/08/18	17h32	25/08/18	17h30	David GENOUD
OSS3	13/06/18	Inacc	25/06/18	18h10	03/08/18	18h10	25/08/18	15h20	David GENOUD
OSS4	13/06/18	Inacc	25/06/18	18h50	03/08/18	19h20	25/08/18	14h21	David GENOUD
OSS5	13/06/18	17h00	24/06/18	17h30	03/08/18	16h08	23/08/18	18h04	David GENOUD
OSS6	13/06/18	16h20	24/06/18	17h00	03/08/18	15h40	23/08/18	17h25	David GENOUD

#### • Fiche de relevés

Aucune fiche spécifique de relevé est utilisée. Les informations sur la phénologie de la flore, et l'heure sont saisies sur un carnet et directement sur les pots. Les stations font l'objet de photographies systématiques de l'état de la végétation. Une fiche de relevé phytosociologique est réalisée par le CBN lors de la caractérisation des stations par cet organisme.

Les informations relatives à la description des sites sont présentées dans le rapport Tome IV du programme les sentinelles du climat (MALLARD (2017), cf. § 7.3 page 441).

#### • Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont décrites dans le rapport Tome IV du programme les sentinelles du climat (MALLARD (2017), page 441-442).

Les données sont traitées sur la base de l'extraction de la saisie en ligne (plateforme biolovision) des données lors de la phase d'identification à l'automne. Cette extraction est retravaillée depuis un format CSV pour séparer des champs textes commun (station, heure, plante, ssp, sexe) mais aussi saisir une altitude unique moyenne sur chaque station d'échantillonnage. Le choix de la plateforme est lié à son caractère pratique, fiable et à une rapidité d'exécution notable auxquels s'y ajoute une extraction complète. Son défaut principal est le manque de champs adaptés mais l'outil est évolutif et amené donc à évoluer favorablement pour une saisie optimale. L'intérêt également de l'outil est de fournir un jeu de données extrait directement validable au niveau national dans la cadre de la convention MNHN-INPN/Observatoire des abeilles sur la validation des données apiformes au niveau national. Ce jeu de donnée une fois validé est susceptible d'intégrer directement la plateforme nationale INPN (L'injection des données est l'initiative et la responsabilité du MNHN-INPN).

Pour les analyses le logiciel Excel est plus particulièrement utilisé (traitement en tableaux croisés dynamiques), pour ces graphiques. Le Logiciel R vient également compléter Excel pour le travail d'analyses descriptives mais il est peu utilisé eu égard au volume de données disponibles et au peu de temps pour effectuer des analyses entre la période d'identification et de rendu du rapport annuel de synthèse.

Le choix de stations avait été ajusté en 2017 pour un meilleur équilibrage entre classe d'altitude. Une station se trouvant en limite du seuil 1000 m (ASP4 – Peilhou) a été cette année basculée sur la tranche supérieure. Avoir si à l'avenir les données sont traitées dans cette tranche ou ramenée à la tranche inférieure (station entre 994 et 1018 m). Les stations basses dominent notamment parce que les altitudes maximales atteintes sont faibles au Pays basque (LIN et INRA) ou encore en vallée d'Aspe (ASP) (Fig. 359).

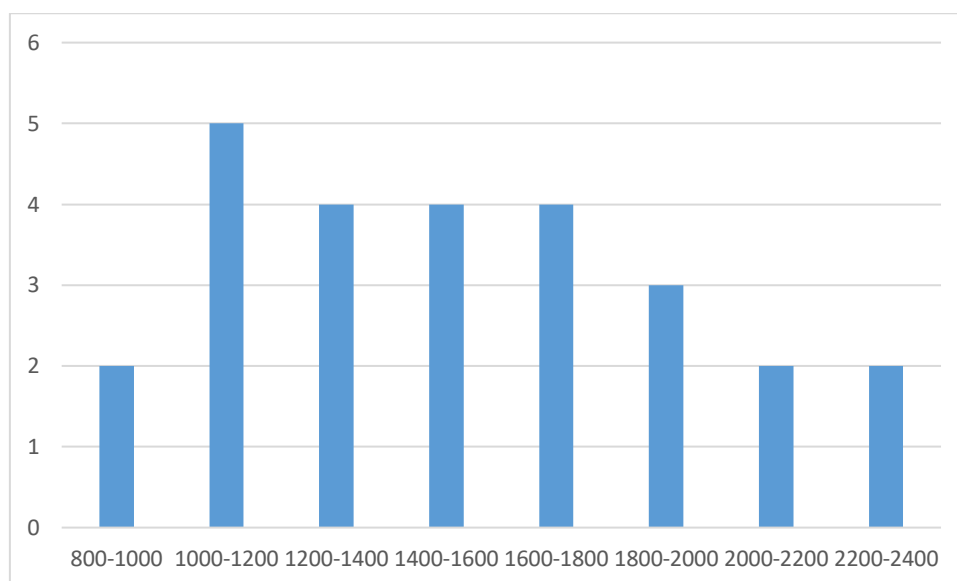


Fig. 359. Nombre de stations en fonction des classes d'altitude.



## 8.4.2 Résultats exploratoires

En 2018, 932 apiformes (abeilles sauvages) ont été contactés dont 870 bourdons. 73 bourdons sont des bourdons non identifiés c'est-à-dire non capturés. Ce sont donc 787 bourdons qui ont été collectés et identifiés à l'espèce et 62 autres apiformes (Tab. CLXXVII).

Le nombre moyen de passage est de 4 par site même si certains sites n'ont été visités que deux fois cette année (cf. § Méthode de relevés et détermination des espèces).

Le taux d'échec de capture en 2018 s'élève 8,44 % (10,44% en 2017).

Il est important de souligner que le rythme de détermination des bourdons en phase laboratoire à l'automne est d'environ 130 spécimens par jour.

**Tab. CLXXVI. Synthèse des captures 2017-2018.**

Année	Apiformes	Bourdons	Bourdons indéterminés	Taux de capture	Diversité (S)
2017	711	566	66	10,44	27
2018	932	870	73	8,44	26
Diversité cumulée 2017-2108					28

Les bourdons indéterminés sont exclus de l'analyse car ils peuvent appartenir à diverses espèces ou groupes d'espèces.

Au total 26 espèces ont été collectées en 2018 c'est une de moins qu'en 2017 mais il faut nuancer ce simple nombre. *Bombus norvegicus*, *Bombus sylvarum* et *Bombus vestalis* capturés en 2017 n'ont pas été capturés en 2018 alors que *Bombus subterraneus*, espèces rarissime dans les Pyrénées a été contactée. *Bombus hypnorum* non contacté en 2017 a été contacté cette année (présent en 2016).

Dans les sites, le nombre d'individus varie de 3 (MAN3) à 59 (ASP3) et de 1 espèce (MAN3) à 12 espèces (MAN1) (Tab. CLXXVII).

**Tab. CLXXVII. Cumul des individus et espèces en fonction des sites en 2018**

Nom du site : Nom court, Nb\_D. nombre de dates d'observations, N\_ind : abondance ou nombre d'individus, S : richesse ou nombre d'espèces.

Nom des sites	Nb_D.	N_ind	S
ANG1	3	49	8
ANG2	3	35	7
ANG3	3	21	7
ANG4	3	44	8
ANG5	3	20	9
ASP1	4	53	12
ASP2	4	36	8
ASP3	4	59	8
ASP4	3	51	9
IRA1	4	21	6
IRA2	4	15	4
IRA3	4	16	6
IRA4	4	12	5
IRA5	4	15	4
IRA6	4	10	7

Nom des sites	Nb_D.	N_ind	S
LIN1	4	16	6
LIN2	4	19	7
LIN3	4	18	9
MAN1	2	41	10
MAN2	2	29	8
MAN3	2	3	1
MAN4	2	11	3
OSS1	4	40	10
OSS2	3	19	6
OSS3	3	6	4
OSS4	3	41	10
OSS5	4	52	11
OSS6	4	35	6

Les  $r^2$  relatifs à l'influence du nombre de passage sur la diversité et l'abondance sont non significatifs (respectivement 0,03 et 0,005).

• **Indice d'abondance**

Les présences et abondances annuelles sont regroupés dans le Tab. CLXXVIII. Les valeurs 2016 sont à prendre avec beaucoup de recul et sont indiquées à titre anecdotique : le nombre de passage étant très hétérogène (1 à 4) selon les sites, les stations étant plus nombreuses (42) et certaines très différentes (surreprésentation du massif d'Iraty p. ex.).

**Tab. CLXXVIII. Diversité des espèces, présence et abondance par années.**

Espèces	Présence/ Abondance 2016	Présence/ Abondance 2017	Présence/ Abondance 2018
<i>Bombus (Alpigenobombus) wurfleini</i>	21	16	31
<i>Bombus (Ashtonipsithyrus) bohemicus</i>	3	3	40
<i>Bombus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i>	1	2	—
<i>Bombus (Bombus) lucorum</i>	38	66	71
<i>Bombus (Bombus) magnus</i>	31	63	16
<i>Bombus (Bombus) terrestris</i>	3	16	6
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) flavidus</i>	—	3	2
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i>	—	1	—
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i>	3	8	17
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i>	22	8	20
<i>Bombus (Kallobombus) soroeensis</i>	39	78	126
<i>Bombus (Megabombus) hortorum</i>	60	24	62
<i>Bombus (Melanobombus) lapidarius</i>	5	14	5
<i>Bombus (Melanobombus) sicheli</i>	30	17	27
<i>Bombus (Metapsithyrus) campestris</i>	4	9	5
<i>Bombus (Mucidobombus) mucidus</i>	6	5	6
<i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>	6	7	11
<i>Bombus (Pyrobombus) hypnorum</i>	3	—	3
<i>Bombus (Pyrobombus) jonellus</i>	12	23	15
<i>Bombus (Pyrobombus) monticola</i>	7	8	8
<i>Bombus (Pyrobombus) pratorum</i>	7	2	7
<i>Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus</i>	3	3	10
<i>Bombus (Rhodobombus) mesomelas</i>	80	37	113
<i>Bombus (Subterraneobombus) subterraneus</i>	—	—	1

Espèces	Présence/ Abondance 2016	Présence/ Abondance 2017	Présence/ Abondance 2018
<i>Bombus (Thoracobombus) humilis</i>	18	31	70
<i>Bombus (Thoracobombus) muscorum</i>	—	4	1
<i>Bombus (Thoracobombus) pascuorum</i>	38	62	42
<i>Bombus (Thoracobombus) sylvarum</i>	—	1	—
<i>Bombus (Thoracobombus) ruderarius</i>	25	55	31
Diversité spécifique (S)	24	27	26
Diversité cumulée 2016 – 2018	24	28	29

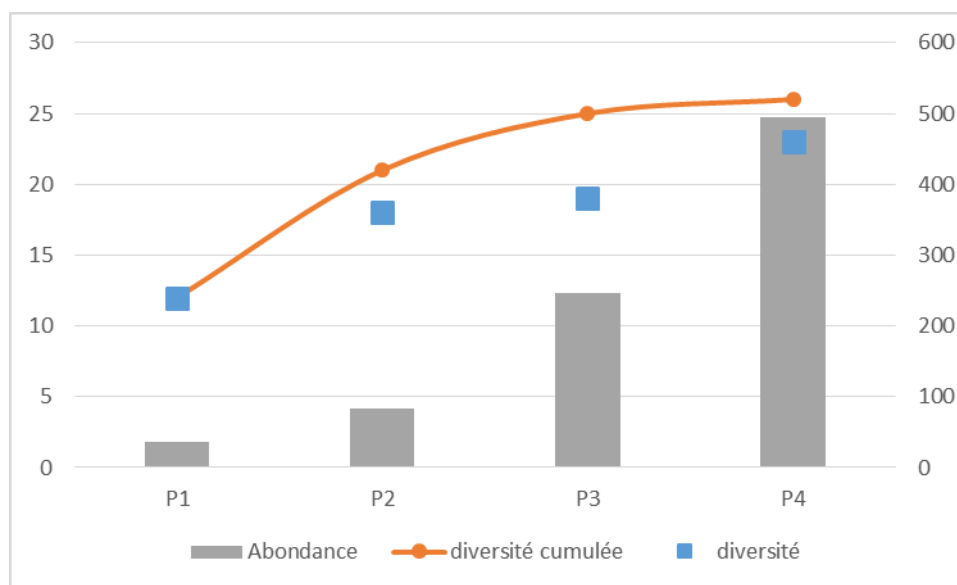
• **Indice de richesse spécifique**

Le nombre total d'espèces observées en 2018 est donc de 26. Il convient de se référer au Tab. CLXXVIII pour toutes les valeurs de richesse et abondance des différentes années de suivi.

La richesse varie de 12 espèces au premier passage à 24 espèces au passage 4 (Tab. CLXXIX). L'abondance varie de 34 individus au passage 1 à 494 individus au passage 4 (Fig. 360).

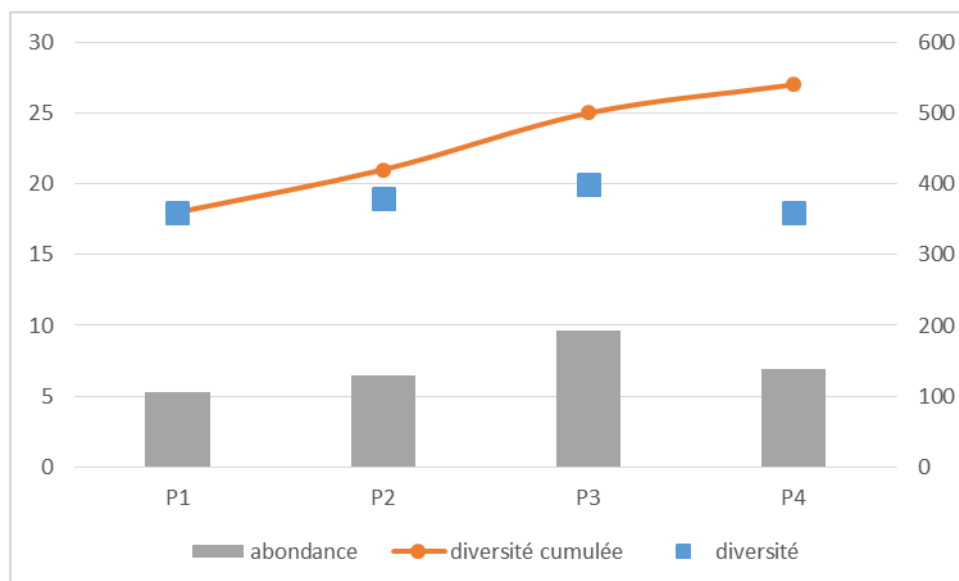
**Tab. CLXXIX. Diversité et abondance par passages.**

	Passage 1	Passage 2	Passage 3	Passage 4
Diversité	12	18	19	23
Diversité cumulée	12	21	25	26
Abondance	36	83	247	494



**Fig. 360. Abondance et diversité par passages et diversité cumulée pour l'année 2018.**

Pour rappel, ci-dessous la même figure est présentée pour l'année 2017 (Fig. 361).



**Fig. 361. Abondance et diversité par passages et diversité cumulée pour l'année 2017.**

La diversité par stations en 2017 et en 2018 est présentée en Tab. CLXXX. On note une progression de la diversité moyenne (7,11 en 2018 contre 6,43 en 2017). D'une année sur l'autre la diversité peut passer du simple au double et vice versa. En 2017 elle variait de 1 à 12 selon les stations. Il en est de même cette année. EN 2017 et 2018 ce sont les deux mêmes stations qui possèdent ces valeurs extrêmes (MAN3 et ASP1). L'évolution interannuelle varie de +/- 1 espèce à +/- 5 espèces. Parmi les évolutions extrêmes ANG 4, MAN1 et OSS5 ont une progression de 4 espèces. OSS3 perd 5 espèces et IRA 5 4 espèces (Tab. CLXXX).

**Tab. CLXXX. Diversité par site et par année**

Nom des sites	2017	2018
ANG1	6	8
ANG2	6	7
ANG3	9	7
ANG4	4	8
ANG5	6	9
ASP1	12	12
ASP2	8	8
ASP3	7	8
ASP4	7	9
IRA1	7	6
IRA2	5	4
IRA3	3	6
IRA4	5	5
IRA5	8	4
IRA6	6	7
LIN1	4	6
LIN2	8	7
LIN3	7	9
MAN1	6	10
MAN2	6	8

Nom des sites	2017	2018
MAN3	1	1
MAN4	6	3
OSS1	9	10
OSS2	3	6
OSS3	9	4
OSS4	7	10
OSS5	7	11
OSS6	8	6
Diversité moyenne	6,43	7,11

L'évolution de la diversité spécifique par sites (diversité cumulée) sera étudiée ultérieurement. Elle nécessite une importante reprise de la base de données 2017 dont le gabarit est non compatible avec une analyse plus fine.

Le lien entre diversité stationnelle et altitude n'est pas significative avec l'ensemble des modèles de régression testés.

#### • Fréquence des espèces

Les deux années ont été traitées. Quelques espèces sont peu fréquentes (1 seule station et/ou non observées tous les ans). Ce sont des espèces marginales dans l'aire d'étude (*Bombus vestalis*, *Bombus sylvarum*, *Bombus subterraneus*, *Bombus campestris*) ou qui fréquentent des habitats assez forestiers (*Bombus pratorum*, *Bombus hypnorum*) soit elles sont rares parce que ce sont des espèces peu présentes ou peu abondantes (*Bombus campestris*, *Bombus norvegicus*, *Bombus flavidus*, *Bombus quadricolor*). Certaines espèces sont moins fréquentes car elles affectionnent des habitats particuliers, bien ciblés dans le cadre de l'échantillonnage, mais qui ne concernent que quelques stations (*Bombus jonellus*) et dans une moindre mesure *Bombus magnus*, *Bombus muscorum*. Ce sont des espèces landicoles souvent associées à des espèces montanes plastiques (*Bombus ruderarius*, *Bombus soroeensis*) ou des espèces planitiales ou collinéennes à optimum montane (*Bombus lucorum*, *Bombus humilis*). Le cas de *Bombus muscorum* est particulier. C'est une espèce des zones humides avec un optimum thermo-atlantique en France (littoral atlantique et méditerranéen). En très forte régression en plaine (destruction des zones humides, drainage des landes, assèchement, remontées salines et sécheresse en zone méditerranéenne). Il se trouve en montagne en limite d'altitude (1300 m en Espagne et dans les Pyrénées). C'est une des espèces les plus menacées de la liste des espèces observées. Elle n'est détectée que sur des stations basques (Lande de Burdincurutcheta et Tourbière de Sourzay) en effectif quasi confidentiel (Tab. CLXXXI).

**Tab. CLXXXI. Fréquence des espèces**

Espèces	Fréquence (nbre de stations) 2017	Fréquence (nbre de stations) 2018	Fréquence moyenne	Nbre total de stations 2016–2017 (./27 stations)
<i>Bombus</i> ( <i>Alpigenobombus</i> ) <i>wurfleini</i>	7	13	10	15
<i>Bombus</i> ( <i>Ashtonipsithyrus</i> ) <i>bohemicus</i>	3	8	5,5	8
<i>Bombus</i> ( <i>Ashtonipsithyrus</i> ) <i>vestalis</i>	1	—	0,5	1
<i>Bombus</i> ( <i>Bombus</i> ) <i>lucorum</i>	23	19	21	26
<i>Bombus</i> ( <i>Bombus</i> ) <i>magnus</i>	8	5	6,5	8
<i>Bombus</i> ( <i>Bombus</i> ) <i>terrestris</i>	9	4	6,5	11
<i>Bombus</i> ( <i>Fernaldaepsithyrus</i> ) <i>flavidus</i>	2	1	1,5	3

Espèces	Fréquence (nbre de stations) 2017	Fréquence (nbre de stations) 2018	Fréquence moyenne	Nbre total de stations 2016–2017 (. / 27 stations)
Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus	1	—	0,5	1
Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor	3	5	4	5
Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris	5	8	6,5	11
Bombus (Kallobombus) soroeensis	19	19	19	24
Bombus (Megabombus) hortorum	5	14	9,5	15
Bombus (Melanobombus) lapidarius	7	3	5	9
Bombus (Melanobombus) sichelii	10	9	9,5	14
Bombus (Metapsithyrus) campestris	2	3	2,5	4
Bombus (Mucidobombus) mucidus	4	4	4	6
Bombus (Psithyrus) rupestris	6	5	5,5	8
Bombus (Pyrobombus) hypnorum	—	2	1	2
Bombus (Pyrobombus) jonellus	4	4	4	5
Bombus (Pyrobombus) monticola	4	5	4,5	7
Bombus (Pyrobombus) pratorum	2	4	3	7
Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus	2	4	3	4
Bombus (Rhodobombus) mesomelas	13	14	13,5	17
Bombus (Subterraneobombus) subterraneus	—	1	0,5	1
Bombus (Thoracobombus) humilis	8	11	9,5	11
Bombus (Thoracobombus) muscorum	1	1	1	2
Bombus (Thoracobombus) pascuorum	16	11	13,5	16
Bombus (Thoracobombus) sylvarum	1	—	0,5	1
Bombus (Thoracobombus) ruderarius	14	16	15	19

Le Tab. CLXXXII présente le gradient d'altitudinale relevé pour chaque espèce. Le chiffre indique l'abondance par tranche d'altitude). Les couleurs par tranches d'altitudes correspondent à des classes d'abondance. Un code couleur positionne chaque espèce avec d'autres espèces dans un type biologique. Ce tableau est à la fois une synthèse des données cumulées et un indicateur de l'évolution des abondances en fonction de l'altitude et de la remontée altitudinale des espèces. Pour autant, il ne doit pas être interprété sans un peu de nuance. En effet, sur ces deux seules années de suivi, il montre une très grande concordance entre les gradients altitudinaux connus (BDD nationale, Bibliographie (ISERBYT, 2009) et observés en 2017–2018 avec quelques différences que nous tenterons de discuter, en introduisant notamment les problématiques de :

- phénologie saisonnière des espèces de bourdons,
- de phénologie des plantes,
- de situation climatique annuelle ou saisonnière,
- mais aussi la notion de « Hill-topping », à prendre en compte dans l'analyse et qui n'a pas encore été traitée (traitement différenciée des données « mâles » à partir de la saison de dispersion,
- et enfin la notion de sensibilité climatique des espèces.



Tab. CLXXXII. Fréquence des espèces.

2017 - 2018	800 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600	1600 - 1800	1800 - 2000	2000 - 2200	2200 - 2400	Profil altitudinal (bibliographie et données personnelles)
<i>Bombus (Alpigenobombus) wurfleini</i>		1	17	5	15	8	4	2	apparaît vers 1300 m. voire très localement plus bas (1000 m.)
<i>Bombus (Ashtonipsithyrus) bohemicus</i>		9	2	4	18	2	2	6	Au-dessus de 1200 m.
<i>Bombus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i>					2				disparaît vers 1300 m.
<i>Bombus (Bombus) lucorum</i>	8	33	29	23	15	11	6	10	devient plus sporadique vers 1600 m.
<i>Bombus (Bombus) magnus</i>	12	35	20	9		3			limite vers 1800 m.
<i>Bombus (Bombus) terrestris</i>	1	7	4	3	5	2			devient sporadique à partir de 1300 - 1600 m.
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) flavidus</i>					2		1	2	apparaît au-dessus de 1300 m.
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i>					1				apparaît au-dessus de 1200 m. (dans les Pyrénées)
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i>		5			19			1	apparaît à 1200 m.
<i>Bombus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i>	9	9	3	4	2		1		jusqu'à 1800 m.
<i>Bombus (Kallobombus) soroeensis</i>	2	22	58	36	32	18	24	12	apparaît vers 900 m. (cité dès 520 m.)
<i>Bombus (Megabombus) hortorum</i>	6	17	56	3	4				disparaît vers 1600 m. mais jusqu'à 1800 m.
<i>Bombus (Melanobombus) lapidarius</i>		4	4	1	9			1	devient plus anecdotique au-dessus de 1200 m. mais jusqu'à 2200 m. dans les Pyrénées
<i>Bombus (Melanobombus) sicheli</i>		1	3	3	7	5	14	11	apparaît vers 1200 m.
<i>Bombus (Metapsithyrus) campestris</i>	1	10	2			1			disparaît vers 1300 m.
<i>Bombus (Mucidobombus) mucidus</i>			1	1	6	1		2	apparaît vers 1300 m.
<i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>		1	1		3	6	1	6	montagnard dans la moitié sud de la France au-dessus de 1000 m.
<i>Bombus (Pyrobombus) hypnorum</i>		3							Jusqu'à 1600 m. ?
<i>Bombus (Pyrobombus) jonellus</i>		24	14						apparaît à 900-1000 m.
<i>Bombus (Pyrobombus) monticola</i>				2	2	1	6	5	apparaît à 1600 m.
<i>Bombus (Pyrobombus) pratorum</i>	2	1	1		5				disparaît à 1600 m. sporadique au-delà
<i>Bombus (Pyrobombus) pyrenaeus</i>							7	6	apparaît à 1600 m.
<i>Bombus (Rhodobombus) mesomelas</i>			25	10	60	20	9	26	apparaît à 1300 m. dans les Pyrénées (900-1000 m. dans le Jura)
<i>Bombus (Subterraneobombus) subterraneus</i>								1	potentiel dès 400-500 m. optimum actuel 900 - 1700
<i>Bombus (Thoracobombus) humilis</i>		17	33	33	16	2			disparaît au-delà de 1800 m. (sporadique au-delà)
<i>Bombus (Thoracobombus) muscorum</i>		5							disparaît au-delà de 1300 m.
<i>Bombus (Thoracobombus) pascuorum</i>	21	35	30	11	7				disparaît au-delà de 1500-1600 m. (rare à partir de 1300 m.)
<i>Bombus (Thoracobombus) ruderarius</i>		4	53	13	43	11		3	sans doute jusqu'à 2000 m. et au-delà
<i>Bombus (Thoracobombus) sylvarum</i>		1							disparaît au-delà de 1500 m.



classe d'abondance
1 - 2
3 - 5
6 - 13
14 - 27
> 27

Légende couleur bourdons	
	<i>Espèces planitiales à montagnardes pas ou peu au-delà de 1300 m.</i>
	<i>Espèces planitiales à montagnardes au-delà de 1300 et jusqu'à 1800 m.</i>
	<i>Espèces planitiales à montagnarde au-delà de 2000 m. (ssp. montagnarde)</i>
	<i>Espèces montagnardes -alpines (montane)</i>
	<i>Espèces alpines ou boréo-alpines</i>



- **Homogénéité entre les répliques d'échantillonnage**

L'homogénéité des répliques est liée à la méthode d'échantillonnage effectuée par un seul opérateur. Une disparité peut apparaître avec la pente ou certaines structures végétales (rhododendron plus particulièrement) avec des taux d'échecs de capture plus importants.

Au-delà de cet aspect, l'homogénéité stationnelle, floristique, horaire, faunistique n'est pas recherchée bien au contraire. L'objectif est clairement de cibler un maximum de diversité en optimisant le nombre de captures sur des fleurs attractives (patches ou isolés).

- **Homogénéité entre les sites et entre les points d'échantillonnage**

C'est une thématique à approfondir. Les indices de Pedersen ou de Jaccard n'ont pas été testés mais sont à réaliser afin d'évaluer la pertinence de leur usage. Pour les avoir testés sur d'autres études sur les apiformes avec des communautés plus diversifiées et aux abondances plus importantes et hétérogènes les regroupements observés sont surtout d'ordre micro-géographiques (GENOUD, 2018), c'est à dire une forte similarité entre stations proches en plaine. Le rapprochement de ces indices avec les gradients altitudinaux est particulièrement à tester. Reste à savoir s'il faut privilégier une analyse annuelle ou une analyse cumulative (pluri-annuelle).

- **Influence des variables environnementales**

Les relevés floristiques et habitationnels sont encore en cours de réalisation (2018-2019-2020). Le relevé systématique de la flore attractive a été réalisé mais il n'est pas encore mis en forme et opérationnel pour une analyse de leur influence sur la communauté de bourdon en place sur chaque station. De même, l'analyse des données sur relation plante/butineur n'a pas débuté (mise en forme de la base de données 2017 à réajuster).

L'approche climatique n'a pas été abordée. L'évolution climatique à l'échelle du massif au cours de la période de vol des différentes espèces est une approche importante à analyser. En 2019, l'intégration des variables environnementales et le traitement des données devrait prendre plus d'ampleur.

### 8.4.3 Discussion

- **Validation des sites de suivis des sentinelles du climat**

Sur cette thématique, 28 stations semblent être un nombre minimal (fourchette basse) requis tant d'un point de vue de l'analyse statistique générale que de la couverture pour une analyse différenciée des différentes stations (altitudinal, massif, et gradient de massif (vallée)) ou une analyse à l'échelle de l'espèce. Malgré la faible diversité rencontrée sur le site ASP3 (1 seule espèce) le site doit être suivi dans une logique de gradient altitudinal sur ce secteur mais aussi parce que cet habitat particulier (sol maigre calcaire régulièrement soumis à écobuage avec formations végétales homogènes et zones de sol en pente et exposition thermophile) peut évoluer dans le temps et accueillir de nouvelles espèces. Il a tout son intérêt pour voir l'évolution de la végétation avec le changement climatique et l'évolution du cortège associé de bourdon.

- **Etat de référence des sites de suivis**

Il est difficile de se prononcer sur un état de référence des stations. A priori sur l'approche richesse spécifique il y aura peu ou pas d'évolution significative car à l'échelle de la station il paraît difficile d'accueillir plus de 10–12 espèces de bourdons. Même si on ne possède pas de référence bibliographique relative à un nombre moyen d'espèces par station dans les Pyrénées, nos deux premières années de suivi n'indiquent jamais plus de 10 espèces par sites sur la saison (Genoud *in* Mallard (2016), Genoud *in* Mallard (2017)). Ponctuellement une nouvelle espèce peu fréquente ou rare peut être détectée de ci de là, dans un contexte de « hill-topping » ou d'année très favorable à la dynamique d'une espèce.

Bon nombre de stations ont sans doute atteint leur diversité maximale ou en sont proches (+ 1 ou + 2 espèces attendues). Nous avons volontairement évité de présenter des modèles de calcul théorique de la diversité maximale les considérant comme non adaptés à un genre à la diversité totale restreinte et qui ne dépasse pas les 28 espèces cumulées sur 3 années d'échantillonnage à l'échelle de plusieurs centaines de milliers d'hectares. Sur les stations qui présentent un doublement de leur diversité en 2018 les seuils théoriques indiqués (+ de 20 espèces) sont nettement supérieurs aux potentialités réels de diversité stationnelle dans les Pyrénées (ISERBYT, 2009).

Toutefois, la poursuite du suivi à n+1, n+2, n+3 est fondamentale pour appréhender les dynamiques des espèces, leurs variations interannuelles d'abondances et les réponses spécifiques aux variations climatiques annuelles. Il est observé que sur deux années les abondances peuvent être divisées ( $\div 4$  pour *Bombus magnus*) ou multipliées par 2, 3 voir davantage ( $\times 13$  en 2018 pour *Bombus bohemicus*) pour certains bourdons parasites qui ont une réponse dynamique liée à l'abondance d'émergence de l'année (RASMONT, 1988 ; MICHENER, 2007) antérieure et à l'abondance/la survie de leurs hôtes au printemps.

Cette approche de la mesure et de l'analyse des abondances sur un pas de temps de 5–6 ans est importante car l'abondance moyenne sur 5 ans (abondance lissée) est sans aucun doute un très bon indicateur de la dynamique des espèces notamment couplée à d'autres variables (gradient altitudinal, température, évolution floristique).

En conclusion, deux années permettent d'avoir un état proche de la référence pour la diversité. Mais cette approche doit encore être renforcée et est largement insuffisante pour la mesure des abondances des populations.

Enfin, il faut prendre en compte les facteurs climatiques saisonniers qui perturbent considérablement les dynamiques de populations. Ces perturbations sont variables selon :

- Les espèces et leurs cycles d'émergence (précoce, printanier, estivale, monovoltinisme, bivoltinisme),
- Leurs stratégies nutritives (pocket-makers ou pollen-storers ou choix trophiques sélectifs),
- Les perturbations climatiques, leur type, leur période, leur durée, etc.,
- Le niveau d'enneigement au printemps en fonction de l'altitude (influence sur l'émergence, sur la floraison, etc.).

On voit que nous sommes loin d'un schéma fonctionnel et d'un modèle dynamique simple et généralisable à l'ensemble des bourdons.

Ainsi, en 2016, toute la période a été plutôt ensoleillée et chaude ou a minima douce, sans perturbations considérables. Le niveau d'enneigement était important à 2000 avec encore 30 cm début juin (5 juin). L'été est marqué en août par deux fortes périodes de chaleur (28-30° à 1500 m en vallée d'Ossau). Il n'y a pas d'état de référence sur le niveau de précocité de la végétation et pas de recul sur l'état phénologique et les abondances des bourdons.

Le printemps 2017 se caractérise par une météorologie favorable, l'absence de neige assez tôt dans la saison (plus de neige à 2100 m au 5 juin) hormis dans des combes ombragées. Par contre, le mois d'août est marqué par une période pluvieuse et froide. La végétation est 1 semaine à 15 jours plus en avance qu'en 2016. Les bourdons semblent peu abondants ou en abondance normale et peu précoces sur le cœur du massif, plus abondants au Pays Basque.

L'année 2018 est marquée par une forte abondance de la neige (encore 10 cm à 1800 m en Adret le 13 juin et 30 cm à 2100 m le 25 juin). A cette altitude seuls les adrets sont dégagés. L'ensemble du printemps est frais, instable et pluvieux. Des crues record sont enregistrées en vallée d'Aspe et d'Ossau le 12 juin. Il faut attendre le 15 juin pour avoir les premières plages de beau temps un peu chaud en montagne. L'été devient chaud et sec avec une période plus fraîche vers le 23-24 août. La végétation est très en retard (15 jours - 3 semaines) jusqu'en juillet. Les floraisons de la Myrtille, du Raisin d'ours et du Rhododendron sont très tardives et peu abondantes. La dynamique végétale devient explosive avec une période de croissance et de floraison très courte dans un contexte estivale très chaud, sec. La sécheresse s'installe rapidement et au 20-25 août de nombreuses espèces ont fini leur floraison. En juin, les bourdons présentent un important retard à l'émergence en montagne. Au Pays basque les abondances sont très faibles. Nombreuses espèces sont indétectables sur les premiers passages (juin) notamment les espèces précoces ou d'émergences en mai (espèces landicoles comme *Bombus magnus*). Les bourdons sont abondants et diversifiés (castes ouvrières et mâles) en août alors que la végétation a rattrapé son retard voire, pour les espèces tardives, s'est peu développée ou fleurie peu (*Carduus defloratus*, *Cirsium eriophorum*, *Eryngium bourgati*).

Une espèce précoce a optimum montane comme *Bombus lucorum* semble avoir été peu perturbée dans sa dynamique. Elle a même eu une phénologie a priori « normale voire précoce » (nombreux mâles émergents présents en août) au moins au Pays basque et sur les basses altitudes (< 1300 m) du massif ce qui se traduit quand même par une baisse du nombre de stations de présence (cœur de massif, haute altitude).

*Bombus terrestris* espèce planitiaire et dans une moindre mesure *Bombus pascuorum*, dont la période d'émergence est assez similaire à *Bombus lucorum*, sont sous représentés en terme d'effectif (baisse d'un tiers des abondances), de nombre de station (- 5 stations). Les conditions printanières ont

clairement été défavorables à ces espèces « colonisatrices » vers les moyennes altitudes de montagne (< 1600 m). Un de hill-topping est observé chez les mâles à l'automne et chez des femelles émergentes de *Bombus terrestris* sur les stations les plus proches des zones collinéennes (MAN4).

*Bombus magnus*, *Bombus jonellus*, espèces landicoles à émergence plus tardive (mai) voient leur nombre de stations baissé (-1 pour *B. jonellus*, - 3 pour *B. magnus*). Les abondances annuelles sont divisées d'un tiers pour *B. jonellus* et par 4 pour *B. magnus*. Ces espèces sont très impactées par les conditions météorologiques très défavorables en mai et jusqu'à mi-juin (pluie, temps maussade, retard de la végétation, faible abondance des fleurs).

A l'inverse toutes les espèces alpines, boréo-alpines ou strictement montagnardes ont été peu perturbées. Leurs émergences tardives calées (fin mai – mi-juin) sur la dynamique de la végétation en altitude (accumulation degré-jour) les ont sans doute préservées. Leurs abondances sont stables ou en progression, leurs fréquences stationnelles également. Par contre l'explosivité de la floraison (saison de floraison très courte) et sans doute la faible abondance de la ressource en fin de période d'élevage des futurs mâles et femelles peuvent impacter les populations reproductrices de la saison 2019.

La répartition différente des bourdons au cours de la saison, notamment avec la dispersion estivale-automnale des mâles est également à prendre en compte. Il convient de mesurer le caractère anecdotique ou non établi de la présence de certaines espèces sur certaines stations/à certaines altitudes. Ainsi, il apparait clairement que la détection à 1850 m de deux femelles de *Bombus terrestris* (même vol de déplacement) est liée à un phénomène de dispersion/prospection vers des habitats plus favorables qui s'inscrit dans une dynamique colonisatrice. A l'inverse la dispersion de mâles à basse altitude ou haute altitude en août ne caractérise pas forcément une extension d'aire mais plutôt soit une recherche de nourriture soit un hill-topping visant à la reproduction (place de reproduction favorable (=lekk place)) mais qui ne peut être interprétée comme une extension d'aire de l'espèce (présence sporadique) (GOULSON *et al.*, 2011).

Nous pouvons, au final, considérer l'année 2018 comme plus typiques de conditions climatiques montagnardes (printemps frais, perturbé). Conditions difficiles pour des espèces peu adaptées au climat montagnard (*B. pascuorum*, *B. terrestris*) mais peu perturbantes pour les espèces adaptées à ses conditions. Les espèces landicoles sténoèces à émergence printanière tardive ont, elles, clairement souffert de cette situation.

Un suivi climatique par massif est indispensable pour appréhender les dynamiques de ce cortège. La couverture nuageuse, les précipitations sont des variables importantes à prendre en considération. Au même titre le suivi phénologique de la flore attractive est indispensable.

- **Complément et ajustement de la méthode de suivi**

Il n'y a pas d'ajustement et de complément prévus. La difficulté réside surtout et toujours en la réalisation de l'ensemble des échantillonnages sur l'ensemble des massifs aux différentes périodes en lien avec les contraintes météorologiques, les horaires favorables et les temps et possibilités d'accès.

Augmenter la fréquence d'échantillonnage permettrait sans doute une analyse plus fine de la phénologie des espèces. Notamment parce que avec seulement 4 passages certaines périodes de floraison importantes peuvent être occultées certaines années (*Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Rhododendron*). Mais la période d'échantillonnage possible est restreinte (fin mai – mi-septembre) et largement amputée par les périodes (journalières ou hebdomadaires) où les conditions

météorologiques sont défavorables (brume, froid, orages, dépressions pluvieuses, voire enneigement à certaines altitudes). Il paraît non réalisable d'augmenter cette fréquence. Actuellement l'ensemble de l'opération nécessite déjà entre 6 et 7 sessions annuelles de 3,5 – 4 jours sur le terrain qui mobilisent, avec la préparation du matériel et les trajets aller et retour vers les Pyrénées, la semaine entière. Augmenter la fréquence engendre un surcoût important et sans doute nécessite la présence d'un second opérateur. Un effet opérateur dont on s'affranchit aujourd'hui apparaîtra aussi.

- **Perspectives de suivis**

Il faut renforcer la stabilité temporelle des 4 passages, si possible, avançant un peu le 1<sup>er</sup> passage, avec les contraintes et exigences de l'enchaînement de suivi des 28 stations (contraintes des conditions météorologiques en altitude oblige). La période d'échantillonnage possible est restreinte (fin mai – fin août (mi-septembre)) et largement amputée par les périodes où les conditions météorologiques sont défavorables (brume, froid, orages, dépressions pluvieuses, voire enneigement à certaines altitudes). Les périodes de brume sont particulièrement perturbantes pour le suivi (pays basque, Aspe) alors que les fortes chaleurs, notamment en pleine journée (11 heures – 16 heures 30) impactent la détection des espèces en août, même à haute altitude, et contraint à des passages tardifs en journée (entre 16 h 30 – 20 h 30 même entre 1600 et 220 m).

D'un point de vue logistique et « timing » le bon déroulement de ce suivi ne tient qu'à un fil. L'équilibre est fragile du fait du nombre de suivi de stations à réaliser, de la dispersion de ces stations en différents secteurs (6) avec des trajets importants (nombreux cols), accès à haute altitude et des contraintes climatiques multiples et changeantes.

D'un point de vue strictement protocolaire le suivi est rôdé avec des résultats qui sont très positifs et encourageants. Ce suivi ne nécessite pas de modification. Le temps d'échantillonnage (20 minutes) peut parfois paraître long sur le terrain mais il est un bon compromis entre efficacité et mobilisation sur le terrain : 30 minutes seraient trop long augmentant d'autant le temps passé en altitude et de fait les retards et décalages liées aux contraintes de la montagne et du groupe taxonomique.

- **Perspectives d'analyses mécanistiques et statistiques**

Le champ des possibles reste large mais nécessite encore beaucoup de débroussaillage et de test. Les indices classiques de biodiversité testés restent peu pertinents pour un groupe taxonomique où la diversité comme les abondances détectées par stations sont faibles. Une réflexion plus large doit être entreprise en début d'année 2019 avec des personnes référentes sur l'analyse statistique, pour mettre en place des analyses annuelles en routine.