

## Chapitre 6. *Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne des Pyrénées-Atlantiques

*Auteur* : Emilie Loutfi, *contributeurs* : Association Locusta, Philippe Legay, Fanny Mallard

---

**Résumé** : Parmi les insectes, les orthoptères sont très sensibles à la température et les espèces caractéristiques des milieux froids sont particulièrement vulnérables face au changement climatique. De ce fait, travailler sur les communautés d'orthoptères de pelouses de montagne permet de suivre des espèces susceptibles d'apparaître ou de disparaître sous les effets des modifications climatiques.

L'objectif de cette étude est de mettre en place un protocole d'échantillonnage permettant d'obtenir des éléments de réponses sur les hypothèses émises concernant les effets du changement climatique sur ces peuplements d'orthoptères de montagne, à savoir : les espèces vont-elles chercher à se maintenir dans des conditions équivalentes en remontant à des altitudes plus élevées ou vont-elles profiter des nouvelles conditions climatiques à une altitude donnée ?

En 2020, les 5 sites retenus en 2019 ont fait l'objet d'un suivi. 3 méthodes complémentaires ont été mises en œuvre :

- le transect par fauche ;
- le transect acoustique ;
- le transect voiture.

La mise en place d'un protocole permettant de répondre à toutes les hypothèses autres que le changement climatique permettra d'étudier l'adaptation et la survie des espèces ou des peuplements. La combinaison de plusieurs protocoles complémentaires semble donc être une solution pertinente.

**Mots-clés** : acoustique, communautés de pelouses de montagne, échantillonnage, fauche, *Gomphocerus sibiricus*, orthoptère, protocole.

## 6.1 Introduction

Les insectes réagissent au changement climatique par des changements dans la phénologie, la physiologie et dans leur aire de répartition. Leur réponse est également plus forte que les autres groupes d'organismes généralement considérés comme indicateurs, tels que les plantes, les oiseaux et les mammifères. Ils peuvent parfaitement révéler, illustrer, mesurer la façon dont la biodiversité et la structure des communautés sont touchées par le changement climatique (MENENDEZ, 2007).

Parmi les insectes, les orthoptères sont très sensibles à la température. Le nombre et la diversité d'espèces décroissent avec la latitude, et seules quelques espèces se rencontrent au nord dans des zones subarctiques ou à haute altitude dans les régions alpines (BURTON, 2001). D'une façon générale, le réchauffement climatique est identifié comme affectant le développement, la survie, l'abondance et la répartition des insectes herbivores que sont les orthoptères (BALE *et al.*, 2002). Ainsi, plusieurs études ont montré un élargissement des aires de répartition de certaines espèces, comme par exemple une réponse presque certaine au réchauffement du climat dans le nord-ouest de l'Europe depuis 1975 par *Conocephalus discolor*. Cette espèce a considérablement étendu son aire au nord de l'Europe occidentale (KLEUKERS *et al.*, 1996). Certaines espèces vont avoir tendance à étendre leur répartition altitudinale alors que d'autres auront plutôt tendance à la restreindre (HODKINSON, 2005).

Les espèces caractéristiques des milieux froids sont particulièrement sensibles au changement climatique (MALLARD, 2016a) et peuvent par conséquent constituer des indicateurs pertinents du changement climatique. Suite à ce constat, le choix a été fait de se concentrer sur les communautés de pelouses de montagne ; ces habitats abritant des espèces susceptibles d'apparaître ou de disparaître sous les effets des modifications climatiques.

L'objectif de cette étude est donc de mettre en place un protocole d'échantillonnage permettant d'obtenir des éléments de réponses sur ces hypothèses de réponses d'adaptation.

## 6.2 Matériel et Méthodes

### 6.2.1 Étapes de la mise en place du protocole d'échantillonnage

En 2018, une première phase d'exploration de protocole d'échantillonnage a été engagée pour étudier les communautés d'orthoptères. La méthode de l'indice linéaire d'abondance (ILA) (VOISIN, 1980) par transect de 10 mètres a été testée (MALLARD, 2018a).

Toutefois les prospections en montagne étant délicates, il a été envisagé de travailler sur des espèces en particulier. Ainsi, en 2018, le parti pris pour assurer un suivi sur les orthoptères des pelouses d'altitude a été de se focaliser sur des espèces caractéristiques des pelouses d'altitude potentiellement sensibles aux modifications climatiques, suffisamment abondantes et faciles à reconnaître : le Gomphocère des alpages (*Gomphocerus sibiricus*) et la Miramelle pyrénéenne (*Cophopodisma pyrenaica*) ont donc été retenus (MALLARD, 2018a).

*Gomphocerus sibiricus* est un criquet qui possède une stridulation audible à plus de 6 mètres (PABLO VALVERDE, 2017) et facilement reconnaissable. Au cours des prospections de 2018, il a donc été facile de dénombrer les mâles stridulant en suivant un itinéraire (MALLARD, 2018a). Il semblait envisageable de positionner des transects régulièrement sur toute l'amplitude où l'espèce est présente – soit à partir de 1800 m (PONIATOWSKI *et al.*, 2009) – pour suivre aisément le nombre de mâles stridulant.

Toutefois, le suivi uniquement d'une espèce cible en mettant de côté l'ensemble du cortège d'espèces peut s'avérer limitant pour la compréhension des réponses des orthoptères face au changement climatique. Ainsi, plusieurs protocoles ont été testés en 2019 afin de tenter d'intégrer le cortège des orthoptères d'altitude sur les zones de présence de *Gomphocerus sibiricus* (MALLARD, 2019).

En parallèle, en 2018 des premières prospections exploratoires ont été menées afin de déterminer certains sites favorables à la mise en place des protocoles d'essai (MALLARD, 2018a). Parmi ceux-ci 4 sites ont été retenus en 2019 (MALLARD, 2019). Puis, après une requête auprès de l'association LOCUSTA et la recherche de sites à plus faibles altitudes et plus proches des limites ouest de l'aire de répartition de *G. sibiricus* un cinquième site a été inclus. En 2019, 4 protocoles d'études ont été testés : 3 transects (acoustique à pied, fauche, acoustique en voiture) et des quadrats (MALLARD, 2019).

En 2020, suite aux conclusions du rapport de 2019 (MALLARD, 2019), les quadrats n'ont pas été renouvelés. Ils fournissaient une trop faible quantité de données pour les résultats soient statistiquement exploitables sans être trop chronophages.

### 6.2.2 Sélection des espèces

Les données bibliographiques permettent de dresser la liste des espèces inféodées au milieu montagnard (PONIATOWSKI *et al.*, 2009 ; SARDET *et al.*, 2015 ; BONIFAIT & DUHAZE, 2020) (Tab. LXIV).

Tab. LXIV. Espèces de haute montagne du cortège orthoptère.

Nom latin	Altitude minimale annoncée (Poniatowski et al 2009 ; Sardet et al 2014).	Statut de rareté en Aquitaine (Bonifait & Duhazé, 2020) <sup>1</sup>
<i>Podisma pedestris</i>	1600 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Gomphocerus sibiricus</i>	1800 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Polysarcus denticauda</i>	1500 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Antaxius hispanicus</i>	1200 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Cophopodisma pedestris</i>	1500 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Miramella alpina</i>	1000 mètres dans les Pyrénées	RR
<i>Oedipoda coerulea</i>	1200 mètres	RR – espèce très localisée à la frontière

<sup>1</sup>RR : très rare, R : rare, AR : assez rare, AC : assez commun, C : commun, CC : très commun

Elles sont toutes très rares en Aquitaine, mais souvent de répartition peu connue dans les Pyrénées-Atlantiques. En effet, la plupart sont discrètes et donc peu repérables. *P. pedestris*, *A. hispanicus*, *C. pedestris* et *M. alpina* sont très discrètes par leur absence de stridulations. *O. coerulea* est très localisée et concernant *P. denticauda* seules quelques observations sont recensées depuis 2013 (Bonifait, *comm.pers.*). Ainsi *G. sibiricus* est l'espèce de ce cortège de haute montagne qui semble la plus facile à étudier.

*Gomphocerus sibiricus* est un orthoptère vert et brun à l'abdomen strié et présentant des massues aplaties à l'extrémité des antennes et des tibias antérieurs très renflés chez le mâle. Sa répartition connue aujourd'hui dans les Pyrénées-Atlantiques est essentiellement centrée sur la vallée d'Ossau (Faune-Aquitaine (LPO AQUITAINE, 2019), SIFaune (OAFS, 2020)), même si quelques données sont également rapportées un peu plus à l'ouest (vallée de Barétous, INPN (MNHN, 2019a)). Clemente *et al.* (1990) citent l'espèce dans les Pyrénées espagnoles dès 1400 m dans la Vallée de Benasque alors que 19 ans plus tard, Poniatowski *et al.* (2009) annoncent qu'elle n'est présente qu'à partir de 1800 mètres. Cette espèce, à l'instar des autres espèces strictement montagnardes, devra s'adapter au changement climatique en cours et l'hypothèse émise, au vu des données bibliographiques parcellaires recueillies,

est sa remontée progressive vers des altitudes plus élevées afin de se maintenir dans son optimum thermique. En parallèle, des espèces plutôt collinéennes pourraient profiter de ce changement climatique pour occuper des altitudes plus élevées.

*Gomphocerus sibiricus* est une espèce qui peut pulluler en fonction des conditions climatiques (VOISIN, 1986a) puisqu'il s'agit d'un orthoptère qui profite des années de sécheresse (Uvarov 1977, In Voisin 1986b). D'un autre côté, Carron (1996), qui a étudié les phases post-embryonnaires chez 4 espèces montagnardes, dont *Gomphocerus sibiricus*, a montré que malgré les hautes altitudes, le nombre de stade larvaire et la durée de développement larvaire ne sont pas modifiés par rapport à des espèces de plus faible altitude. En revanche, ces espèces se sont adaptées à une plus courte durée d'activité annuelle par une éclosion précoce, quelques jours après la fonte des neiges (une vingtaine de jours pour *G. sibiricus*). De ce fait, si la fonte des neiges est tardive, une certaine proportion de larves n'aura pas le temps d'atteindre le stade imaginal et des individus mourront sans s'être reproduits. Ainsi, la taille de ces populations semble être favorisée par la sécheresse et défavorisée par un printemps tardif. Le changement climatique pourrait donc se révéler favorable, avec des étés plus secs et plus chauds et des printemps plus précoces.

Dans l'hypothèse que les espèces plus thermophiles auraient tendance à se déplacer vers les plus hautes altitudes, l'évolution du cortège des espèces montagnardes tendrait donc vers un enrichissement avec des espèces de plus faible altitude que sont les espèces du cortège de moyenne montagne (Tab. LXV).

Tab. LXV. Espèces de moyenne montagne du cortège orthoptère.

Nom latin	Altitudes annoncées (Sardet et al 2014).	Statut de rareté en Aquitaine (Bonifait & Duhazé, 2020)
<i>Tettigonia cantans</i>	De 80 à 2350 m	R
<i>Bicolorana bicolor</i>	De 200 à 2200 m	RR et localisée
<i>Psophus stridulus</i>	De 280 à 2600 m	RR
<i>Euthystira brachyptera</i>	De 180 à 2600 m	R
<i>Arcyptera fusca</i>	De 100 à 2600 m	R
<i>Omocestus viridulus</i>	De 190 à 2910 m	R
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	De 140 à 3000 m	RR
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	De 300 à 2650 m	RR
<i>Pseudochorthippus montanus</i>	De 150 à 2480 m	RR, présence à confirmer
<i>Stauroderus scalaris</i>	De 190 à 2700 m	R

### 6.2.3 Description des sites

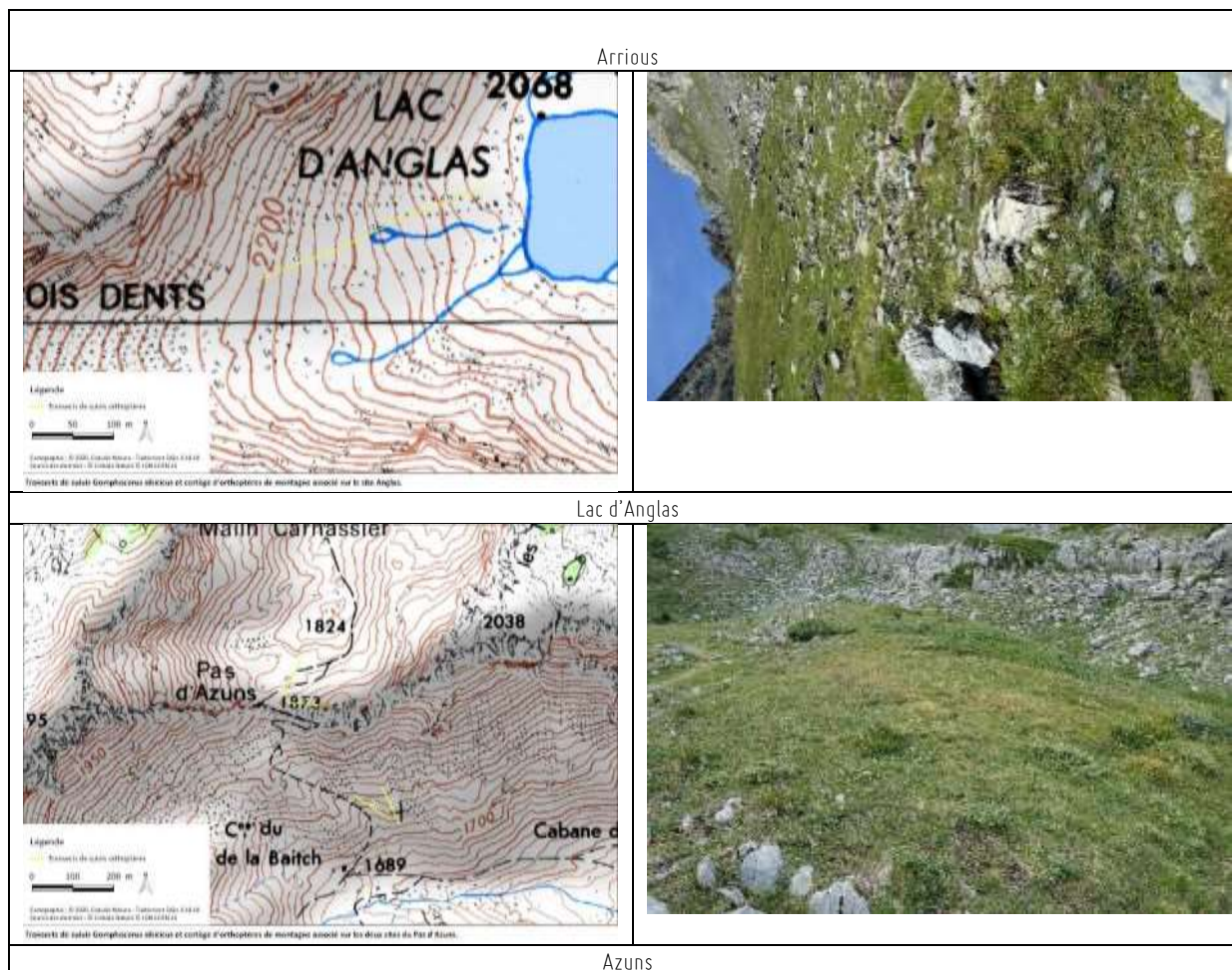
Les orthoptères bénéficient d'une connaissance encore lacunaire à l'échelle de l'ancienne région Aquitaine et c'est particulièrement vrai en ce qui concerne les espèces d'altitude. Si la liste des espèces de la région et leur répartition à une échelle large est bien cernée (DUHAZE & BONIFAIT, 2014 ; BONIFAIT & DUHAZE, 2020), la répartition plus fine des espèces à l'échelle d'un territoire plus restreint tel que la vallée d'Ossau, par exemple, est bien moins connue. Face à ce constat, et pour pouvoir à l'avenir mieux cibler les sites à prospector dans le cadre d'un programme tel que les sentinelles du climat, l'initiative a été prise de réaliser des prospections ciblées dans différents secteurs de la vallée d'Ossau (Tab. LXVII) qui répondaient aux contraintes d'accessibilité et dans la mesure du possible de l'existence d'autres suivis sur d'autres espèces d'altitude (lézards gris, Marmotte des alpes, Apollon, bourdons, etc.).

Les 5 sites retenus pour les études de 2019 (MALLARD, 2019) ont été maintenus en 2020 (Fig. 180). Ils permettent de couvrir les plages d'altitude allant de 2000 mètres à 2300 mètres (Tab. LXVII).

Concernant le secteur, choisi en vallée d'Aspe : même si aucune donnée de *Gomphocerus sibiricus* n'y est connue, celui-ci serait présent au moins jusqu'au massif du pic d'Anie, qui est l'un des derniers hauts massifs dans la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne. Il semble intéressant d'étudier les évolutions des espèces sur l'ensemble de leur aire de répartition à l'échelle départementale. D'ailleurs, Marly (1969) précise que, du fait de l'humidité plus importante en vallée d'Aspe, les espèces montagnardes sont rencontrées à des altitudes plus faibles que dans les autres vallées.

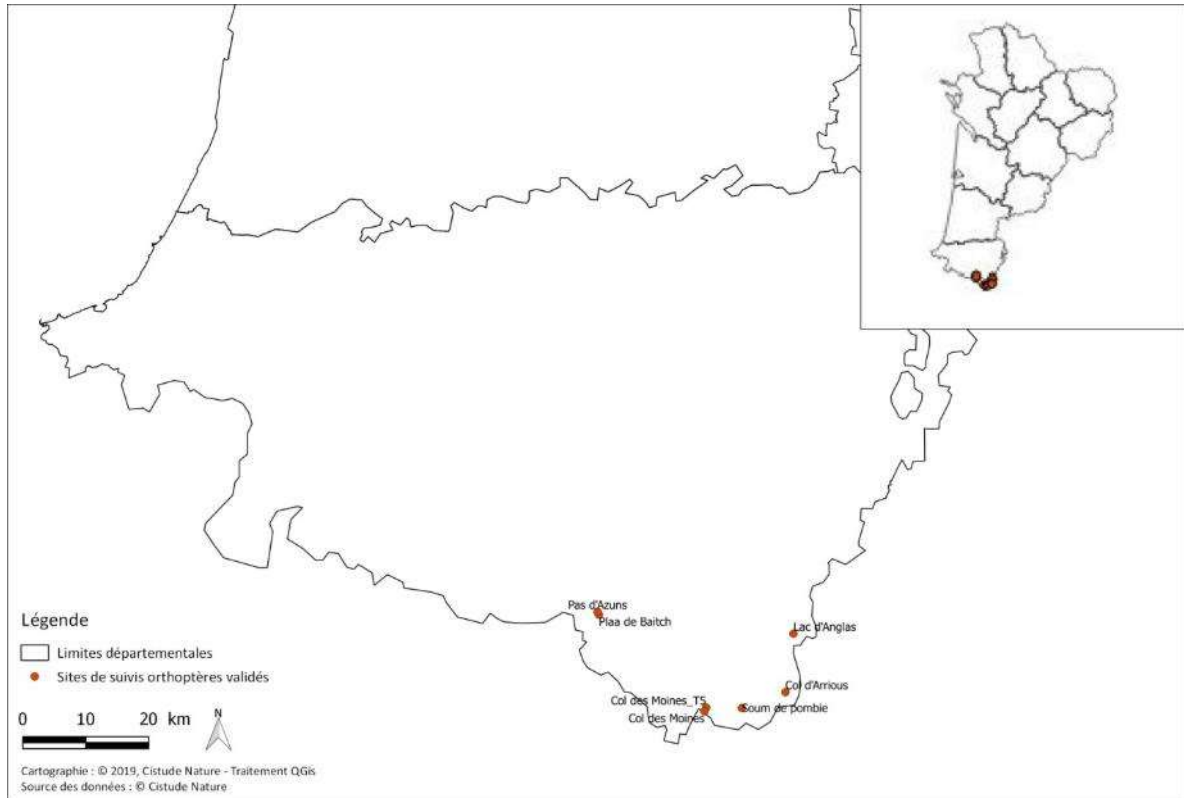
Tab. LXVI. Secteurs prospectés de pelouses de montagne.

<p>Col de Bénou LAC DU PLAA DE LAS BAQUES 2059 2168 B<sup>me</sup> front. 309 Col des Moines .2119 Quartier</p> <p>Légende Travaux de suivi orthoptères</p> <p>0 100 200 m</p> <p>Copyright : © 2004, IGN, France Métrique - Données IGN © IGN Reproduction interdite - IGN 2004/2005</p> <p>Travaux de suivi Orthoptères alpins et collige d'orthoptères de montagne associé sur le site Col des Moines.</p>	
Col des Moines	
<p>2338 GET E 2227 2129 Col de Soum de Pombie 2037 Plaa Hot SO 2134 DE PO Sentier</p> <p>Légende Travaux de suivi orthoptères</p> <p>0 100 200 m</p> <p>Copyright : © 2004, IGN, France Métrique - Données IGN © IGN Reproduction interdite - IGN 2004/2005</p> <p>Travaux de suivi Orthoptères alpins et collige d'orthoptères de montagne associé sur le site Soum de Pombie.</p>	
Soum de Pombie	
<p>2383 Col d'Arriouls 2256 227 2259 2309</p> <p>Légende Travaux de suivi orthoptères</p> <p>0 50 100 m</p> <p>Copyright : © 2004, IGN, France Métrique - Données IGN © IGN Reproduction interdite - IGN 2004/2005</p> <p>Travaux de suivi Orthoptères alpins et collige d'orthoptères de montagne associé sur le site Arriouls.</p>	



**Tab. LXVII.** Situation des secteurs prospectés par classe d'altitude.

Site	Point d'échantillonnage	Nombre de transects	Classes d'altitude par tranche de 100m de dénivelé						Latitude
			1700-1800	1800-1900	1900-2000	2000-2100	2100-2200	2200-2300	
Col des moines	COL DES MOINES_T5	1					X		42.827919
Col des moines	COL DES MOINES	4					X	X	42.824323
Cabane du Plaa de Baïtch	AZUNS_01	2	X						42.960639
Pas d'Azuns	AZUNS_02	2		X					42.963927
Soum de Pombie	POMBIE	1					X		42.827158
Anglas	ANGLAS	3					X		42.931364
Col d'Arrious	ARRIOUS	2						X	42.849783
<b>Total général</b>		<b>15</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	



Sites validés pour les suivis *Sibiricus* et cortège d'orthoptères de montagne associé.

Fig. 180. Localisation des sites de suivis pour les orthoptères de montagne.

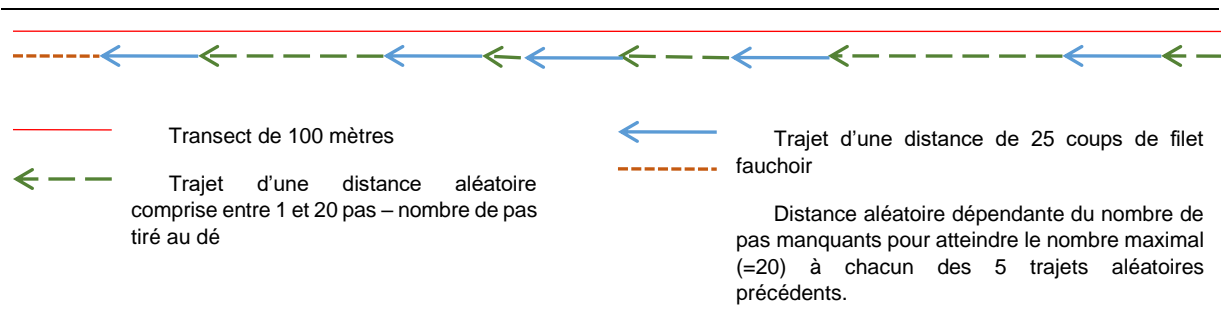
#### 6.2.4 Méthode de relevés

4 méthodes ont été mises en œuvre en 2019 (MALLARD, 2019), toutefois les résultats des études menées ont permis de montrer que la méthode des quadrats ne fournissait pas suffisamment de données pour qu'elles soient exploitables.

Ainsi en 2020, 3 méthodes ont été mises en œuvre :

- Le transect par fauche (Fig. 181) : des transects de 100 mètres ont été identifiés. Ces tracés ont été parcourus sans limite de temps, selon la technique suivante : un nombre de pas déterminé au hasard par le jet d'un dé à 20 faces précédant une section de 25 coups de filet fauchoir donné en avançant de manière régulière. Cette séquence a été répétée 5 fois, de sorte à pouvoir couvrir l'ensemble des 100 mètres. Ces transects ont été parcourus préférentiellement depuis leur point le plus bas vers leur point le plus haut pour que la fauche soit plus aisée. Dans le cadre de ce transect par fauche, les individus récoltés dans le filet ont été déterminés et comptabilisés après chaque série de 25 coups de filet.





**Fig. 181.** Schéma de la méthode utilisée : le transect de 100 m est découpé en 5 tronçons. Chaque tronçon est constitué d'un trajet d'une distance aléatoire correspondant à un nombre de pas déterminé au hasard à l'aide d'un dé à 20 faces (flèches en pointillés verts) puis d'un trajet au cours duquel 25 coups de filet sont donnés (flèches pleines bleues). Il reste alors à la fin du transect de 100 m une distance (pointillés orange) correspondant au nombre de pas manquants lors des trajets de distance aléatoire.

- Le transect acoustique (Fig. 182–Fig. 183) : les mêmes transects de 100 mètres que les transects par fauche ont été parcourus en sens inverse, après une pause de minimum 5 minutes (généralement 10 minutes). Ces tracés ont été parcourus en 5 minutes (+/- 1min) à pas lent afin d'écouter les orthoptères et de noter les espèces et le nombre de mâles stridulant. Ces transects ont été parcourus depuis leur point le plus haut vers leur point le plus bas afin de pouvoir localiser plus facilement les mâles et de ne pas les compter deux fois. Étant donné la distance de détection acoustique et la faible durée de l'impact du dérangement sur les comportements de stridulation des mâles, il a été considéré que l'impact de la mise en œuvre du transect par fauche sur le nombre de mâles stridulant détectés au cours du transect acoustique serait négligeable.

Un exemple de transect est présenté ci-dessous, au niveau du site d'étude au niveau du col d'Arrious (Fig. 182–Fig. 183).



**Fig. 182.** Localisation cartographique des transects tracés sur le site d'Arrious.



Fig. 183. Reprérage du début du transect T2.

Le début du transect T2 est repéré par un élément stable du paysage (ici un rocher) et un autre élément du paysage (un col, un pic, un rocher...) permet de suivre la trajectoire. À l'aller, le transect est fauché selon la méthode décrite ci-dessus et au retour le décompte concerne les mâles stridulants.

- Le transect voiture (Fig. 184): il s'agit de mettre en œuvre le protocole de Vigie-SON, mis en place par le MNHN Paris (MNHN, 2019b). Ce protocole consiste à réaliser un transect en voiture en roulant à 30 Km/h, avec un microphone, relié à un enregistreur passif d'ultrasons, sorti par la fenêtre. Dans le cadre de cette étude, l'enregistreur passif est un SM4BAT et le transect est positionné sur un gradient altitudinal.

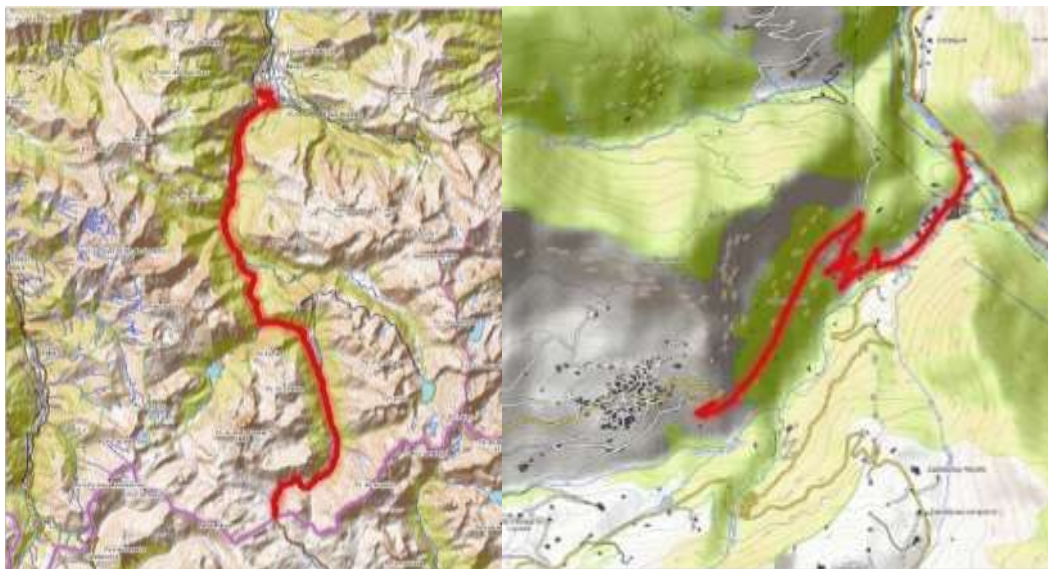


Fig. 184. 2 exemples de transect voiture.

### 6.2.5 Conditions météorologiques requises

Les prospections doivent être effectuées aux périodes de la journée les plus propices aux inventaires c'est-à-dire lorsque les insectes sont les plus actifs, à savoir entre 9 heures et 21 heures. Il est nécessaire de réaliser les suivis avec un ciel dégagé, un vent faible et des températures supérieures à 20°C. Il est déconseillé de faire les prospections par temps trop frais (températures inférieures à 20°C) ou trop chaud (températures supérieures à 35°C) (com. pers. P. Legay) (VOISIN, 1986b).

Dans le cadre du transect en voiture, les espèces visées sont les sauterelles, qui émettent au moins partiellement en ultrasons. Les sauterelles strident essentiellement en soirée à des températures supérieures à 12°C. Les chutes de températures en fonction de l'heure et de l'altitude étant parfois difficiles à prévoir, le transect est commencé par son point le plus haut vers son point le plus bas.

## 6.3 Résultats exploratoires

### 6.3.1 Campagne de relevés

En 2019, les premières observations effectuées de *Gomphocerus sibiricus* adulte datent du 15 juillet (MALLARD, 2019). Pour des questions de plan de charges, les premières prospections protocolées ont débuté le 31 juillet.

En 2020, *G. sibiricus* a été entendu dès le 7 juillet, en lien avec l'absence de neige tardive contrairement à 2019. Toutefois, le plan de charge a été très fortement perturbé entraînant une impossibilité de démarrer les prospections diurnes avant la fin du mois d'août (Tab. LXVIII). La saison étant trop avancée pour réaliser les autres suivis, seul un passage a été mené à terme.

**Tab. LXVIII. Dates de prospections**

Année de suivi	2019		
	1ère session	2ème session	3ème session
Col des moines	14/08	04/09	-
Azuns 1-Cabane du Plaa de Baitch	29/07	26/08	12/09
Azuns 2-Pas d'Azuns	29/07	26/08	12/09
Soum de Pombie	31/07	28/08	-
Anglas	05/08	03/09	-
Arrious	22/08	11/09	-

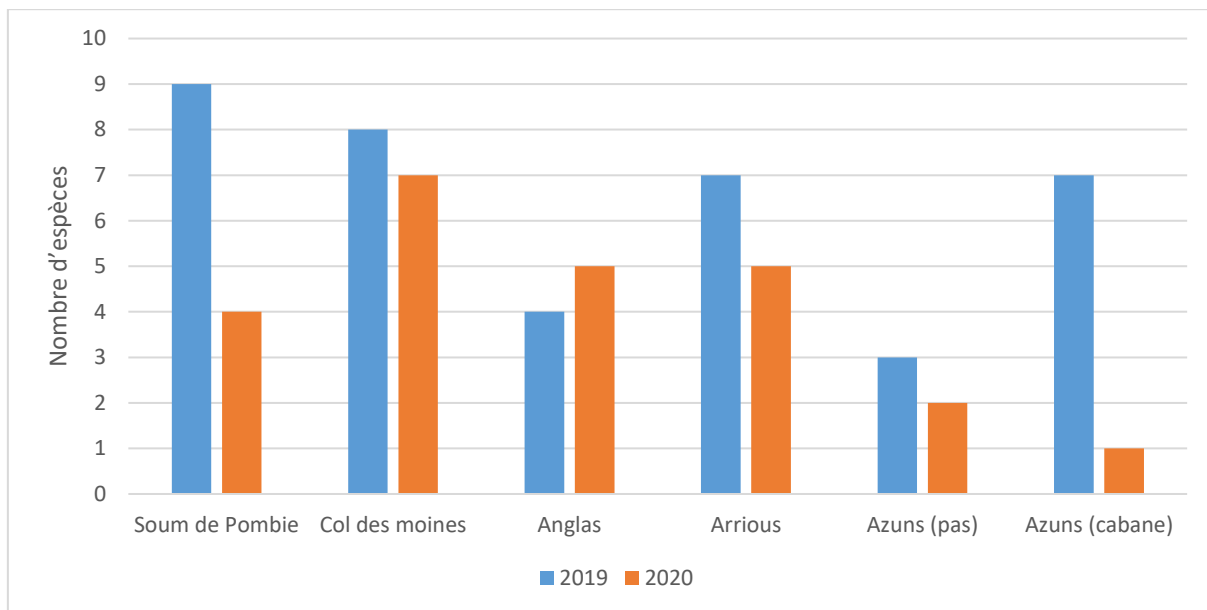
En 2019, il a été identifié que les suivis devaient être effectués de début à mi-juillet – quand les imagos commencent à striduler de manière importante – et jusqu'à mi-septembre. L'objectif serait de réaliser 3 passages sur chaque site étudié afin de constituer suffisamment de réplicats pour obtenir des résultats pertinents en terme statistiques.

### 6.3.2 Résultats par sites

Du fait qu'il n'y ait qu'une seule session d'étude cette année, et en fin de saison par ailleurs, il paraît délicat de s'avancer sur la description des sites.

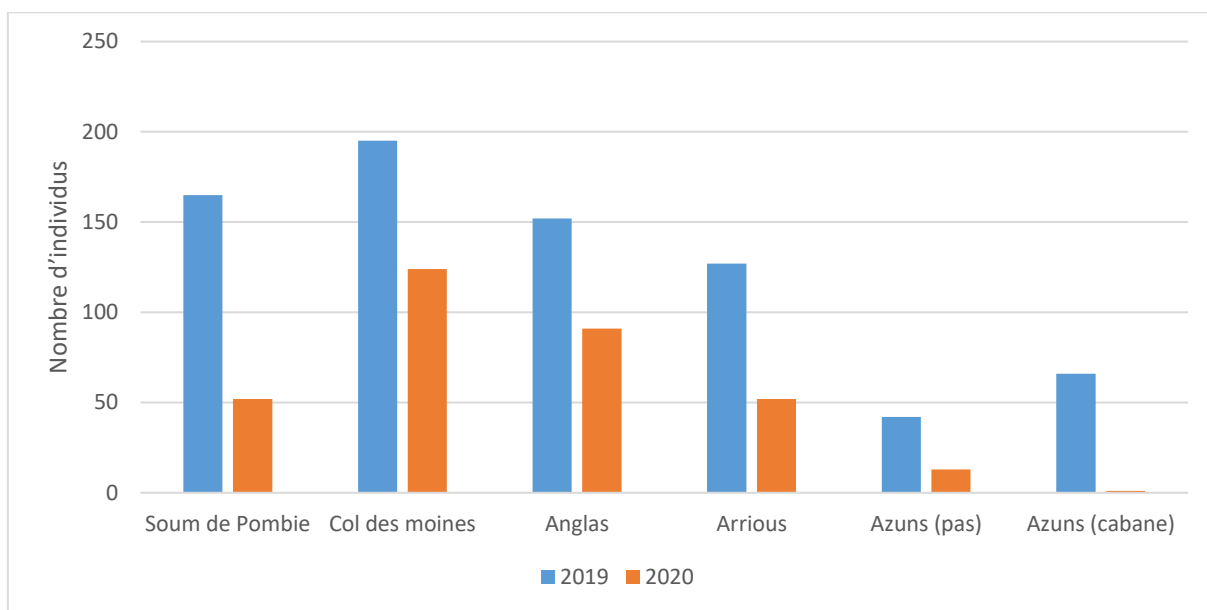
Malgré tout, on s'aperçoit que les tendances de 2019 (MALLARD, 2019) semblent se retrouver cette année, avec Arrious et le col des Moines qui présentent une belle diversité importante (Fig. 185). Les très faibles résultats sur Azuns sont peut-être à rattacher à une très forte couverture nuageuse le jour de la prospection, limitant fortement la détection des orthoptères à la stridulation. Ce qui ne peut, en revanche, expliquer la différence au Soum de Pombie entre les deux années.

Sur le site d'Anglas, les observations de cette année montrent une espèce de plus que l'année précédente (Fig. 185).



**Fig. 185. Nombre d'espèces trouvées, toutes techniques confondues, sur chaque secteur d'études en 2019 et en 2020**

Le nombre d'individus relevés en 2020 rejoint là encore les mêmes tendances qu'en 2019 (MALLARD, 2019), fournissant un graphique de même aspect, Pombie et Azuns mis à part. Ainsi le Col des Moines et Anglas fournissent le plus grand nombre de données. Arrious recueille 2,5 fois moins d'effectifs que l'année précédente (Fig. 186).



**Fig. 186. Individus dénombrés, toutes techniques confondues, sur chaque secteur d'études en 2019 et en 2020**

### 6.3.3 Le cortège d'espèces

Comme l'année passée, 3 espèces dominant largement le peuplement observé. Toutefois étant donné la date des prospections, et la relative absence de *Gomphocerus sibiricus*, ce dernier ne fait pas partie du trio de tête contrairement à 2019 (MALLARD, 2019). Ainsi, on retrouve en plus forte abondance cette année *Chorthippus biguttulus* (38,2% des observations) suivi de *Stenobothrus lineatus* (22,8%) (alors qu'il ne représentait l'année passée que 12% des observations) et *Stenobothrus nigromaculatus* (19,3%). À l'instar de 2019, *Decticus verrucivorus* et *Pseudochorthippus parallelus* sont observés régulièrement (Tab. LXIX).

Tab. LXIX. Liste des espèces et nombre d'individus comptabilisés en 2019 et en 2020 sur l'ensemble des sites étudiés

Espèces	Nombre d'individus en 2019	Pourcentage pour 2019	Nombre d'individus en 2020	Pourcentage pour 2020
<i>Chorthippus biguttulus</i>	205	27,44	166	38,34
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	163	21,82	84	19,40
<i>Gomphocerus sibiricus</i>	144	19,28	6	1,39
<i>Stenobothrus lineatus</i>	89	11,91	99	22,86
<i>Decticus verrucivorus</i>	66	8,84	37	8,55
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	61	8,17	34	7,85
<i>Psophus stridulus</i>	4	0,54	4	0,92
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3	0,4	1	0,23
<i>Cophopodisma pyrenaica</i>	3	0,4	2	0,46
<i>Ephippiger diurnus</i>	2	0,27	-	0
<i>Platycleis albopunctata</i>	2	0,27	-	0
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	2	0,27	-	0
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	1	0,13	-	0
<i>Omocestus rufipes</i>	1	0,13	-	0
<i>Tetrix undulata</i>	1	0,13	-	0
TOTAL	747	100	433	100

Cette liste d'espèces nous permet de constater que seules 2 espèces font partie des espèces de haute montagne (*G. sibiricus* et *C. pyrenaica*) et deux autres du cortège des espèces de moyenne montagne (*P. stridulus*, *S. nigromaculatus*). Les autres sont des espèces plus ubiquistes qui ont une répartition beaucoup plus vaste à l'échelle de la France.

En 2020, la représentativité des espèces de haute montagne a drastiquement chuté (Fig. 187). Ceci s'explique par le très faible nombre d'individus de *G. sibiricus* notés cette année, à mettre probablement en lien avec les dates tardives d'études. En effet, les 4 espèces montagnardes recensées en 2019 (MALLARD, 2019) sont toujours présentes en 2020.

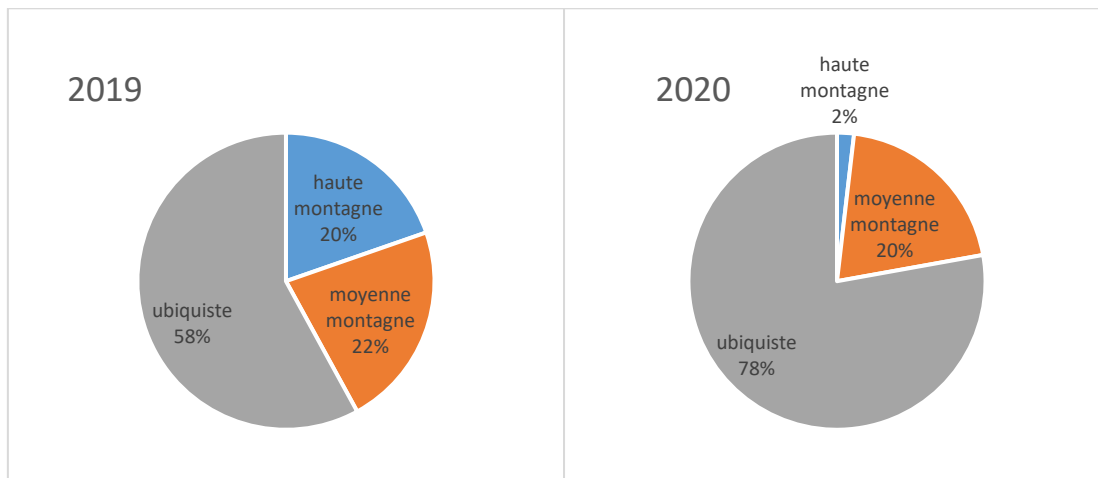


Fig. 187. Pourcentage des espèces observées qualifiées de haute, moyenne montagne et ubiquiste par année.

### 6.3.4 Le transect voiture

La mise en œuvre de ce protocole a été testée sur différents sites montrant un gradient altitudinal pertinent (plusieurs centaines de mètres). Certaines routes ont été évitées pour des questions de sécurité et la limite altitudinale est dépendante des routes empruntées.

Les prospections nocturnes ont été mises en œuvre dès fin juillet (Tab. LXX).

Tab. LXX. Dates de prospections

Année de suivi	2019			2020	
	1ère session	2ème session	3ème session	1ère session	2ème session
Laruns - Col du Pourtalet	15/07	29/07	-	29/07	19/08
Plateau du Bénou	07/08	-	-	-	-
Lescun - RN134	28/08	-	-	-	-
Laruns - Col d'Aubisque	-	-	-	20/08	08/09

Certaines contraintes techniques ne sont pas encore tout à fait réglées. Les réglages du matériel de détection (SM4BAT) sont normalisés avec les études faites au MNHN (dans le cadre de Vigie SON). Le mode de traitement est encore en test : il s'agira de travailler avec Tadarida, un outil développé par le MNHN afin d'aider à la détermination des ultrasons des orthoptères en grande quantité. Chaque son peut être géoréférencé grâce à l'heure relevée à chaque ultrason enregistré et par calcul de son positionnement sur le transect.

Le transect du Plateau du Bénou a été abandonné. En effet, ce transect permettait un trajet de 400 mètres à 930 mètres d'altitude. Sur ce transect, les espèces à affinité méridionale comme *Ruspolia nitidula* ont déjà atteint cette altitude maximale.

Le transect de Lescun n'a pas été reconduit cette année. En revanche, un nouveau transect a été constitué, menant au col d'Aubisque. Il a été parcouru 2 fois en 2020 et permet de balayer des altitudes allant de 500 à 1700 mètres.

Cette année encore aucun résultat n'est à présenter. En effet, les fichiers-sons sont encore en cours de traitement, de même les moyens à utiliser pour un rendu cartographique est encore en réflexion. Ces deux points seront à finaliser courant de cet hiver afin d'être prêts à emploi pour l'automne 2021.

### 6.3.5 Prospections complémentaires

Un des points importants conclu par le rapport de 2019 concernait le rééquilibrage des sites selon l'altitude (MALLARD, 2019). En effet aucun échantillonnage entre 1900 et 2100 mètres d'altitude n'avait pu être mis en œuvre, alors que 4 l'ont été entre 2100 et 2200 mètres.

Des prospections complémentaires ont donc été menées afin de trouver des milieux favorables à des altitudes comprises entre 1700 et 2100 m d'altitude. 2 prospections avaient eu lieu en 2019 (MALLARD, 2019) et 3 de plus ont été menées en 2020 :

- Le 7 août 2019 au pic de Chérue, 6 mâles de *G. sibiricus* ont été entendus entre 1860 m et 1980 m d'altitude (représentant une distance au sol d'environ 400 m). Aucun individu n'a été repéré entre 1980 et 2040 mètres (soit environ 200 m de distance au sol), altitude à partir de laquelle la population est devenue dense avec une soixantaine d'individus recensés jusqu'à l'altitude maximale du Pic de Chérue (2190 m).
- Le 23 septembre 2019 au niveau du pic d'Arlas, un trajet de plusieurs kilomètres permettant de couvrir un dénivelé de 1700 m à 2040 m a été effectué. *Gomphocerus sibiricus* n'a certes pas été retrouvé mais la date, avancée dans la saison, peut éventuellement expliquer à elle seule cette absence.
- Le 27 juillet 2020 autour du lac d'Aule, une population de *G. sibiricus* a été notée autour du lac à partir de 2000 mètres d'altitude. Par ailleurs, *Polysarcus denticauda* a été notée à 1600 mètres d'altitude près de la cabane d'Aule.
- Le 14 septembre 2020 autour du Pic de Brèque, des secteurs ont été prospecté autour des tranches altitudinales de 1700–2000 mètres. Un *G. sibiricus* femelle a été noté, malgré la date avancée dans la saison. Ce secteur permettrait de positionner plusieurs transects sans difficulté. La seule difficulté rencontrée est liée au temps de déplacement jusqu'à cette altitude (plus d'une heure et demi de marche).
- Le 15 septembre 2020 autour de la Montagne de Banasse, en vallée d'Aspe, des observations ont été réalisées dans les tranches altitudinales de 1700–2000 mètres. Aucun individu n'a été noté même si le peuplement orthoptère était bien en place. Encore une fois la date est avancée pour l'espèce. Le pâturage est assez intense sur cette zone.



## 6.4 Discussion

### 6.4.1 Sélection des protocoles d'échantillonnage

Les transects fournissent un nombre de données qui paraît exploitable en termes d'études statistiques et de suivis à long terme. Les études recueillies par Gardiner *et al.* (2005) font état de traitements statistiques robustes à partir de données obtenues par ce type de protocole.

Les transects acoustiques permettent de recueillir un grand nombre de données (espèces et nombre d'individus) dans un espace sonore. La particularité de l'espace sonore est de ne pas être fixe mais variable en fonction de la puissance d'émission des orthoptères. Dans le cas de *G. sibiricus*, il s'agit d'un espace de 6 mètres de part et d'autre du transect mais pour d'autres espèces, cet espace sera plus faible (notamment *Stenobothrus lineatus* ne s'entend *a priori* qu'à 2 ou 3 mètres). Ceci étant, cet espace reste reproductible : les espèces n'émettent généralement pas plus fort d'un site à l'autre ou d'une année à l'autre. Cette méthode semble la plus complète, pourtant elle ne permet de comptabiliser que les mâles et uniquement les espèces stridulantes. Ainsi, la structure de la population (sex-ratio par exemple) et les espèces silencieuses sont des données totalement occultées par cette technique. Les modifications liées au changement climatique peuvent pourtant concerner ces paramètres.

Le fauchage fournit une plus grande richesse avec notamment la détection d'espèces non stridulantes. Ces espèces apportent des éléments complémentaires qui pourraient s'avérer très intéressants par la suite. En effet, les espèces qui ne sont pas en limite d'aire de répartition ont tendance à se déplacer plus rapidement que les espèces qui ont déjà atteint les limites de leur aire de répartition (MENENDEZ *et al.*, 2014).

Le rapport de 2019 concluait sur la nécessité d'effectuer au moins 3 réplicats afin d'assurer une bonne détection du cortège (MALLARD, 2019). Il a été projeté de constituer des réplicats temporels, toutefois, il pourrait être intéressant de vérifier si la constitution de réplicats spatiaux ou une combinaison des deux (réplicats spatiaux et temporels) ne serait pas plus pertinents. Ce point sera à évaluer lors des études statistiques qui seront pratiquées en 2021.

### 6.4.2 Le choix des sites

Le rapport de 2019 posait la question du maintien du suivi sur le site d'Anglas. Ce site présente une diversité moins importante que sur les autres sites. En revanche, la densité d'orthoptères ne semble pas particulièrement plus faible que dans d'autres secteurs. Par ailleurs, il a l'intérêt de pouvoir constituer 3 transects à des altitudes comprises en 2100 et 2200 m.

En revanche le secteur de Soum de Pombie, même s'il fournit une quantité de données satisfaisante a pour défaut de n'accueillir qu'un seul transect. Au vu de la configuration du site, ajouter un second transect semble délicat. Malgré tout, il serait intéressant de tenter de trouver une zone favorable, peut-être à proximité de Peyreget.

Il a été constaté qu'il manquait la tranche 1900–2100 m et que la tranche 2100–2200 était plus représentée que les autres. Dans cette optique des prospections complémentaires ont été menées en 2019 et 2020, visant prioritairement la tranche 1900–2100 m.

Le secteur de Chérue présente peu d'individus de *G. sibiricus*. Il a toutefois l'avantage d'être la station sur laquelle il est connu le plus bas en altitude (1850 m) pour le moment. Par ailleurs, ce site permettrait assez facilement de réaliser plusieurs transects, au moins dans une tranche altitudinale allant de 1800 m à 2100 mètres.

Autour du pic de Brèque, là encore *G. sibiricus* a été recensé. La date de la prospection ne permet pas d'évaluer la taille de la population. Elle est située autour de 1900 mètres d'altitude. Le secteur permettrait de positionner plusieurs transects entre 1850 et 1950 mètres d'altitude.

La prospection autour du lac d'Aule a permis de constater la présence de *G. sibiricus* à 2000 mètres d'altitude. La population semble conséquente et le site permettrait de placer au moins deux transects dans la tranche 2000–2100 mètres. Positionner des transects sur des altitudes plus basses ne semblent pas aisé, en revanche, ils pourront probablement être placés à des altitudes supérieures. Ce site présente l'intérêt possible d'abriter une autre espèce du cortège des hautes montagnes, *Polysarcus denticauda*.

Les prospections en vallée d'Aspe n'ont pas permis de découvrir de station favorable à *G. sibiricus*. Les deux prospections effectuées ont parcouru des secteurs très fortement pâturés. Le placement de transect reste possible mais d'autres prospections en 2021 pourraient permettre de trouver des secteurs peut être plus appropriés.

#### 6.4.3 Cas du transect voiture

Le protocole Vigie-SON a l'intérêt de pouvoir suivre les sauterelles des bords de route, dont les écologies sont différentes. De par leur localisation en milieu souvent perturbé, il est fort probable que les modifications à l'œuvre dans les milieux plus stables que sont les pelouses d'altitude y soient plus rapidement observables.

Au vu des difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre du transect voiture et de l'analyse des données recueillies, il peut être envisagé de ne travailler que sur un couple d'espèces (par exemple *Tettigonia viridissima*/*Tettigonia cantans*) et d'évaluer l'évolution de leur répartition le long du gradient altitudinale. Ce travail pourrait également être réalisé avec *Ruspolia nitidula* qui est une espèce qui n'est pour le moment notée qu'à faible altitude.

De nouveaux tests devront être menés l'année prochaine afin d'affiner la mise en œuvre du protocole, de se pencher sur le traitement des données et ainsi d'évaluer sa pertinence en fonction des résultats qu'il aura fourni.

#### 6.4.4 Positionnement de cette étude par rapport à d'autres

Une étude sur les déplacements altitudinaux des orthoptères liés au changement climatique dans les parcs nationaux du Mercantour et des Ecrins est menée (COUTURIER *et al.*, 2019). Elle repose sur d'importantes données bibliographiques et vise à la mise en place de protocole d'études. L'objectif est de pouvoir positionner un grand nombre de stations (plus de 200), situées de 1200 à 2800 mètres d'altitude dans le Parc des Ecrins et de 900 à 2800 mètres d'altitude dans le Parc du Mercantour.

Sur chaque station, 5 placettes de 6 par 5 mètres sont prospectées à l'écoute (1 minute), à la recherche visuelle (6 minutes), et enfin au filet (2 x 45 secondes). Le travail se fait sur la répartition des espèces et non pas sur l'abondance. Il ne s'agit donc pas d'avoir un décompte exact des individus mais

plutôt des classes d'abondance. Ceci permet de pouvoir étudier un grand nombre de stations. Les 5 placettes constituent 5 répliquats spatiaux d'une même station, assurant que la composition des communautés est bien décrite statistiquement.

L'étude montre que pour obtenir une représentation pertinente du cortège orthoptères 4 relevés sont nécessaires. Dans leur cas, la fauche n'apporte que très peu d'éléments complémentaires, peut-être du fait de l'utilisation en dernier (donc suite aux dérangements de la recherche visuelle) ou peut-être parce qu'ils utilisent un filet à papillon et non un filet fauchoir.

La grande force de cette étude repose évidemment sur les données bibliographiques (des années 1960 puis 1980) qui permettent d'obtenir une vision passée des cortèges d'orthoptères sur les mêmes stations que celles étudiées en 2018 et 2019. Toutefois, même si les données sont obtenues en classe d'abondance, l'intérêt de l'étude réside, entre autres, dans la quantité de stations étudiées qui permet de couvrir ainsi une très grande variété de paramètres environnementaux et donc de lisser les biais liés aux conditions stationnelles et avoir une vision plus fiable de ce qui se passe au sein des massifs du Mercantour et des Ecrins.

Gardiner *et al.* (2005) confirment l'intérêt de la fauche pour obtenir des données pertinentes même si dans le cas de Couturier *et al.* (2019), cette technique n'a pas apporté d'éléments complémentaires, ils précisent que c'est peut-être lié à son utilisation après dérangement du milieu par la recherche visuelle. En revanche, cette étude démontre l'importance de constituer 4 répliquats, et non pas trois comme nous le projetons. L'utilisation de répliquats spatiaux permet de réduire le temps de déplacement entre les sites d'étude et donc d'augmenter la quantité de stations étudiées.

Dans la mesure du possible, nos sites d'étude devraient donc faire l'objet de 2 ou plusieurs transects sur les mêmes tranches altitudinales, afin d'obtenir en plus d'un répliquat temporel un répliquat spatial et ainsi augmenter de manière significative la puissance des études statistiques sans augmenter de manière trop importante le temps d'étude.

## 6.5 Conclusion

La mise en place d'un protocole permettant de répondre à toutes les hypothèses en plus du changement climatique permettra d'étudier l'adaptation et la survie des espèces ou des peuplements. Même si cette année, les protocoles n'ont pas pu être mis en œuvre de manière optimale, la combinaison suivi espèce et cortège semble être une solution pertinente :

- D'une part, il a été constaté que *G. sibiricus* est une espèce sensible aux conditions climatiques qui pouvait profiter des périodes sèches et d'une fonte des neiges précoce. Suivre cette espèce, facilement audible et comptabilisable, peut donc apporter des éléments importants pour répondre à la question : « les orthoptères sont-ils capables de profiter des nouvelles conditions climatiques, à savoir hiver plus court et été plus chaud, pour augmenter la taille de leur population ? ».
- D'autre part, suivre l'évolution d'un cortège d'espèces, avec des espèces qui atteignent leur limite altitudinale de répartition et l'arrivée progressive d'espèces qui n'ont pas encore atteint cette limite, permet d'apporter des éléments de réponse sur l'hypothèse concernant leur éventuelle remontée progressive vers des altitudes plus élevées afin de se maintenir dans des conditions climatiques équivalentes.

En 2021, de nouveaux transects pourraient être mis en œuvre sur les secteurs notés en 2019 et 2020, afin de tester le protocole sur ces sites avant de les intégrer définitivement à l'étude. De même un replicat spatial pourrait être recherché pour le site du Soum de Pombie, afin d'augmenter la pertinence statistique des études sur ce secteur. Par ailleurs, de nouvelles prospections devraient être réalisées notamment en vallée d'Aspe. Le secteur du col d'Aubisque pourrait abriter *G. sibiricus* et une nouvelle prospection sur Arlas en plein saison de stridulation de l'espèce pourrait être tentée, de même au pic d'Orhy.

Enfin, le transect voiture nécessite encore quelques ajustements afin de s'assurer que les données puissent être traitées de manière pertinente. Ces ajustements pourront être finalisés courant de cet hiver. En 2021, D'autres transects pourraient être testés plus à l'ouest, comme par exemple vers le col de la Pierre-Saint-Martin (1764 m) ou le Port de Larrau (1575 m).