



Bilan 2018 et 2019 des captures de Tétrasyre dans le Parc National de la Vanoise
Programme d'étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable



Crédit photo : C.Mutillod

Rédacteurs / Contributeurs :

Julien GAZAL Apprentis à l'ONCFS – Etudiant en Master 2 IEGB,

Marc MONTADERT Ingénieur d'étude à l'ONCFS,

Nicolas GOMEZ Technicien de l'environnement au PNV,

Jérôme CAVAILHES, Chargé de missions « Faune » au PNV,

Remerciements : aux agents du PNV et bénévoles ayant contribué aux opérations de captures

Programme réalisé en partenariat avec :

Fédération de Chasse de Savoie, Office National des Forêts, Observatoire des Galliformes de Montagne, pour les domaines skiables de Courchevel et de Méribel Mottaret, la Société des 3 Vallées, pour le domaine skiable de Méribel, la société Méribel Alpina, pour le domaine skiable de Val Thorens, la SETAM, et pour le domaine skiable des Ménuires, la SEVABEL, La Régie des pistes, Les Belleville

I Introduction

1.1 Problématique

Le Tétrasyre (*Lyrurus tetrrix*) est une espèce emblématique des Alpes qui montre depuis quelques décennies une tendance plus ou moins marquée au déclin. Parmi les facteurs impliqués, l'augmentation du dérangement en hiver suite aux développements des loisirs en montagne est souvent invoquée. L'impact potentiel de ce dérangement est particulièrement fort au sein des domaines skiables du fait de l'omniprésence de l'homme et de l'importance des infrastructures susceptibles d'entraîner des mortalités directes ([Buffet and Dumont-Dayot, 2013](#)).

Toutefois, les travaux scientifiques disponibles dans le contexte alpin sur le rôle joué par le dérangement au niveau individuel comme au niveau de la population sont encore peu nombreux.

Suite aux études conduites en Suisse dans les années 2000 (voir ([Arlettaz et al., 2013](#)) pour une synthèse de ces travaux), ainsi que des travaux conduits en d'autres points des Alpes (Bavière ou dans les Alpes italiennes ([Zeitler, 2000](#), [Formenti et al., 2015](#)), il ressort que les domaines skiables ont un impact sur le niveau d'abondance des populations, et surtout sur le comportement et le stress des oiseaux exposés à des dérangements intenses en hiver.

Toutefois, il est aussi mentionné que les tétras-lyres peuvent sous certaines conditions développer des comportements d'atténuation de cet impact leur permettant d'occuper les domaines skiables, notamment quand ils ont à leur disposition des zones refuges (Zeitler, op.cit.).

Dans les Alpes françaises, le Parc National de la Vanoise occupe une position privilégiée et abrite l'essentiel de la faune emblématique alpine, dont le Tétrasyre. Par ailleurs, il est entouré par une des plus grandes concentrations au monde de domaines skiables, offrant ainsi l'opportunité d'étudier l'écologie comportementale de cet oiseau en hiver.

Depuis les travaux pionniers d'André Miquet dans le domaine des Arcs ([Miquet, 1986d](#), [Miquet, 1986c](#), [Miquet, 1986a](#), [Miquet, 1986b](#), [Miquet, 1988](#)), aucune étude importante n'a été conduite en France sur cette thématique. Une des raisons réside dans la difficulté (et donc le coût) de réalisation d'une étude comportementale impliquant l'observation directe d'une espèce relativement discrète, notamment en hiver. Depuis cette époque, l'étude du comportement des animaux en nature a fait d'énormes progrès en grande partie du fait de l'extraordinaire développement de systèmes de géolocalisation embarqués sur l'animal permettant d'aborder à

distance tous les aspects de l'écologie comportementale ([Brown et al., 2013](#), [Cagnacci et al., 2010](#), [Tomkiewicz et al., 2010](#)).

Dans un objectif de conservation de l'espèce il convenait de mieux comprendre les effets des pressions qui s'exercent sur le Tétrasyre (dérangement, altération de l'habitat, percussion de câbles, etc.) et d'évaluer l'impact des mesures de conservation mises en œuvre (refuges, visualisation des câbles). Ainsi, afin d'améliorer les connaissances sur ces aspects, une étude comportementale du Tétrasyre (s'appuyant sur le suivi continu de tétrasyres équipés de balise GPS) a été initié en 2016 par Jérôme Cavailhès, Nicolas Gomez (PN Vanoise), Philippe Auliac (FDC 73) et Marc Montadert (ONCFS).

1.2 Objectif principal de l'étude

L'objectif de cette étude est de décrire le comportement de tétras-lyres en hiver dans trois situations de dérangement particulières :

- Un premier site d'étude au cœur de domaine skiable de Courchevel où les densités de tétras-lyre sont faibles¹, où la pression de dérangement est très forte mais où, depuis 4 ans, 5 refuges hivernaux de quelques ha chacun ont été mis en place.
- Un deuxième site d'étude dans le domaine skiable de Méribel, constitué d'une zone très dérangée sans zones refuges avec en limite une zone peu ou pas dérangée, la réserve naturelle de Tuéda. Dans cette réserve, la pénétration à skis ou raquettes est normalement limitée en hiver. L'abondance du Tétrasyre est assez élevée avec 50 et 70 coqs chanteurs dénombrés sur l'ensemble de la vallée des Allues,
- Un troisième site d'étude, le domaine skiable des Menuires, sans refuge "officiel" mais présentant des habitats favorables à l'espèce et une bonne densité de tétras². Les observations réalisées sur place suggèrent cependant que quelques petites plantations de résineux font office de refuges.

Le comportement des tétras est décrit spatialement en analysant les trajectoires des oiseaux géo-localisés à des périodes régulières dans la journée.

Dans la mesure du possible (selon le fonctionnement des batteries) le type d'activité est qualifié grâce à l'accéléromètre embarqué.

Les stratégies comportementales de survie des oiseaux en période hivernale sont interprétées à la lumière des contrastes d'habitat et des niveaux de dérangement entre les différentes zones d'étude.

II Matériel et méthode

2.1 Méthode de capture

La pose de systèmes GPS sur les tétras-lyres nécessite une certaine technicité dans la capture des individus et la mise en place des balises sur les oiseaux. Les captures se font sur les

¹ Les comptages de coqs chanteurs organisés depuis 3 ans par la FDC 73 donnent une dizaine de coqs chanteurs

² Ce site n'est pas compté au printemps mais les observations réalisées pendant les captures ainsi que les comptages au chien d'arrêt en été réalisés par les chasseurs suggèrent des effectifs élevés sur la rive gauche en face de la station.

places de chant de Tétrasyre placées en zone dégagée, propice à l'installation du dispositif de capture, à savoir des filets tendus dans lesquels les oiseaux s'emmêlent lorsqu'ils se déplacent au sol. Deux types de filets sont utilisés, les premiers sont des filets de pêche de marque Larrieux en nylon de maille 7 cm, les seconds des filets Ecotone noir ou blanc, de maille 6 cm. Les deux types de filets montrent une efficacité de capture comparable.

Une fois les filets installés, des tentes d'affûts sont disposées à proximité afin d'intervenir rapidement dès qu'un oiseau est pris.

Les individus capturés sont pesés, la longueur de l'aile pliée mesurée, l'âge diagnostiqué (deux classes d'âge sont identifiables sur des critères de plumage, les immatures de moins d'un an et les adultes), et ils sont ensuite équipés de la balise GPS. Depuis 2016, 4 marques différentes sont ou ont été testés : Ornitela (Lituanie), e-obs (Allemagne), Biotrack (Angleterre) et Xerius (France).

La fixation des balises se fait selon 3 modes :

- Le mode "sac à dos" consistant à passer les 2 boucles de téflon sous les ailes (méthode seulement testée en 2016, puis abandonnée car susceptible d'être plus dérangeante).
- Le mode "baudrier" consistant à passer les deux boucles uniquement sous les 2 pattes. Ce mode est le plus utilisé chez les chercheurs américains travaillant sur les espèces de tétras de prairie. Cependant, ce mode est plus difficile à mettre en œuvre et nécessite souvent la présence de 3 personnes pour une fixation correcte, contre 2 personnes pour les autres modes.
- Le mode "harnais", classiquement utilisé chez les grands oiseaux voiliers. Il consiste à croiser les deux boucles sous le thorax de l'animal. Puis, pour éviter que la balise ne se décale, un point de couture est rajouté au niveau du croisement des deux boucles.

2.2 – Sites de Capture

Les captures ont été réalisées sur 7 sites différents réparties sur les 3 vallées (voir figure 1).



Figure 1 : Répartition des sites de capture en 2019, sur les 3 Vallées (Courchevel à gauche, Méribel, et les Ménuires à droite).

Aux Ménuires, trois sites de capture ont été utilisés (Fig. 2), trois autres sites dans la vallée de Méribel (Fig. 3) et 1 site de capture initié en 2019 à Courchevel (Fig. 4).



Figure 2 : Sites de capture vallée des Ménuires



Figure 3 : Sites de capture Méribel



Figure 4 : Site de capture vallée de Courchevel

3.1 - Réussite des captures

Pour mémoire après quelques essais infructueux en 2016, les 5 premiers tétras-lyres ont été équipés au printemps 2017³.

Campagne de capture 2018

Au cours de l'année 2018, 36 sessions de capture ont été réalisées, soit 28 tentatives au printemps entre le 25 avril et le 1^{er} juin et 8 tentatives en automne, entre le 25 septembre et le 12 octobre. Ces opérations ont permis la capture de 16 oiseaux dont 2 recaptures, soit 2 poules et 12 coqs (Annexe 1).

Hélas une mauvaise mise en œuvre lors de la pose des GPS (harnais trop lâche, nœud ou bague de fixation pas assez serré) a conduit à la perte de 3 balises peu de temps après leur pose. Puis, un quatrième individu a lui aussi perdu sa balise, mais bien plus tard au printemps 2019.

Au final, les oiseaux suivants ont été suivis en 2018 (Tableau 1). On constate une grande majorité d'adultes dans les individus capturés, soit 10 adultes contre 1 immature et 3 autres individus dont l'âge est indéterminé.

Campagne de capture 2019

Cette année, l'objectif à atteindre était de capturer 20 individus.

Nous ne disposons à cette heure que des résultats de la campagne de printemps soit 26 tentatives de captures réalisées entre le 29 avril et le 6 juin 2019. Elles ont permis la capture de 20 individus, comprenant la recapture d'un individu. Ce sont donc 19 individus qui ont été équipés au printemps 2019, par tous les temps et sous une forte présence de neige. La campagne de capture 2019 est donc une réussite au vu du nombre d'individus équipés et du faible taux d'échecs sur chaque session (Annexe 2).

Le tableau 2 présente l'ensemble des oiseaux équipés en 2019. On remarque ainsi une supériorité de mâles équipés par rapport aux femelles (1 femelle équipée en 2019 contre 2 en 2018). Ceci s'explique par la technique utilisée qui vise particulièrement les mâles, même si des poules peuvent être capturées quand elles visitent les places de chants.

³ Voir premier rapport de capture : Montadert et al. 2018. Programme d'étude comportementale du Tétrás-lyre en domaine skiable. Premiers résultats du suivi de 5 oiseaux équipés de balises satellitaires. 26 janvier 2018.

Le fait notable par rapport à 2018, est la forte proportion d’immatures en 2019, soit 9 immatures sur 19 oiseaux capturés. Enfin, pour la première année depuis le début du programme, 1 individu a été capturé sur Courchevel.

Tableau 1 : Caractéristiques des oiseaux capturés et équipés de balise GPS en 2018.

Nom	Sexe	Age	Lieu de capture	Date de capture	Mode de fixation	Balise
Boule	Mâle	Adulte	Meribel	09/05/2018	Harnais	eobs
Bill	Femelle	Indéterminé	Arpasson		Harnais	eobs
Bidulle		Adulte	Belleville Rocher noire	11/05/2018	Harnais	ornitela
Bouchon	Adulte	Harnais			ornitela	
Bfm		Adulte		14/05/2018	Harnais	ornitela
Barjot		Adulte			Harnais	ornitela
Bogoss		Immature	Belleville La Masse	17/05/2018	Harnais	ornitela
Becool		Adulte			Harnais	ornitela
Bestial		Adulte		18/05/2018	Harnais	ornitela
Bandit	Mâle	Adulte	Meribel Le Vallon	25/05/2018	Harnais	eobs
Barbu		Indéterminé		28/05/2018	Harnais	eobs
Belleville		Adulte	Belleville La Masse	31/05/2018	Harnais	ornitela
Bandjo		Indéterminé	Meribel Le Vallon			
Blanblan		Adulte	Belleville La Masse	11/10/2018	Baudrier	ornitela

Tableau 2 : Caractéristiques des oiseaux capturés et équipés de balise GPS en 2019

Nom	Sexe	Age	Lieu de capture	Date de capture	Mode de fixation	Balise	
Casimir	Mâle	Adulte	Ménuires - Rocher	03/05/19	Harnais	ornitela	
Calu		Adulte	noir		Harnais	ornitela	
Cabourd		Immature	Ménuires – piste	06/05/19	Harnais	ornitela	
Caradoc		Adulte	Walibi		Harnais	ornitela	
Charlie	Femelle	Adulte	Méribel - Arpasson	07/05/19	Harnais	ornitela	
Câline		Adulte	Ménuires – piste Walibi	09/05/19	Baudrier	Biotrack	
Carlito		Adulte			Harnais	Biotrack	
Casper		Adulte		14/05/19	Harnais	Biotrack	
César		Immature	Méribel – Grand numéro		Harnais	ornitela	
Chouchen		Immature		16/05/19	Harnais	ornitela	
Chewbacca		Immature			Baudrier	Biotrack	
Carapuce		Immature	Méribel – Arpasson	17/05/19	Harnais	Biotrack	
Cérius		Mâle	Immature	Ménuires – La masse		Harnais	xerius
Coltar			Adulte		24/05/19	Harnais	xerius
Caliméro	Immature		Méribel – Le Vallon	Harnais		xerius	
Coucous	Immature		Ménuires – La masse	27/05/19	Harnais	xerius	
Chocolat	Immature			28/05/19	Harnais	xerius	
Caramel	Adulte		Méribel – Le Vallon		03/06/19	Harnais	ornitela
Courchevel		Adulte	Courchevel – Cave des Creux	05/06/19	Harnais	ornitela	

3.2 Aspects techniques et bilan sur le matériel utilisé

3.2.1 Aspects techniques de la capture

Depuis le début du programme en 2016, les techniques mises en place pour la capture se sont considérablement perfectionnées : les mailles des filets sont maintenant à la bonne taille (7 cm) et peu de tétras s'échappent une fois qu'ils touchent le filet. L'expérience accumulée sur les sites de capture a permis d'avoir une disposition efficace des filets sur les places de chants.

Enfin, lors de l'année 2019, jusqu'à 3 équipes de capture (Gomez, Gazal, Montadert, personnels du PNV, de la FDC73 et bénévoles occasionnels) ont été déployées simultanément sur le terrain sur des sites de capture proches, augmentant d'autant les probabilités de capture.

3.2.2 Matériel de suivis GPS

Les balises GPS utilisées lors de ces campagnes de capture sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Caractéristiques des balises GPS utilisées lors des captures Tétras-lyre depuis 2017

Balise	Type	Transmission	Poids	Oiseaux équipés	Aspects positifs	Aspects négatifs	Remarques
Ornitela	Solaire	GSM	25 ; 20 ; 15gr	27	Balises avec panneau déporté (surélevé au-dessus du plumage) ; programmation aisée	Balises 15 et 20 gr non déportés ; transmission GSM énergivore empêchant une programmation de l'accéléromètre. Données aberrantes assez fréquentes	Plumes recouvrant le panneau solaire au bout d'une quinzaine de jours pour les non déportés
E-obs	Solaire	UHF	22 gr	5	Bonne précision spatiale des localisations GPS	Panneau solaire non déportés rapidement recouvert par les plumes. Détection difficile du signal UHF ; interface de programmation compliquée	
Biotrack	Batterie ou Solaire	VHF	17 à 22gr	6	Système de communication facile, signal VHF plus puissant, signal de mortalité	A voir	Encore en test
Xeryus	Batterie	VHF + WEB	27 gr	5	Récupération des données peu énergivore ; signal de mortalité ; VHF pour retrouver la balise	A voir	Encore en test ; Système de communication +- défaillant ; Balise solaire prévue pour automne 2019

3.2.3 Fonctionnement des balises GPS

2017-2018

Parmi les 5 balises posées en 2017, et les 14 en 2018, le suivi GPS n'a été que de courte durée pour la majorité des oiseaux comme on peut le voir sur la figure 5 et sur le tableau 4.

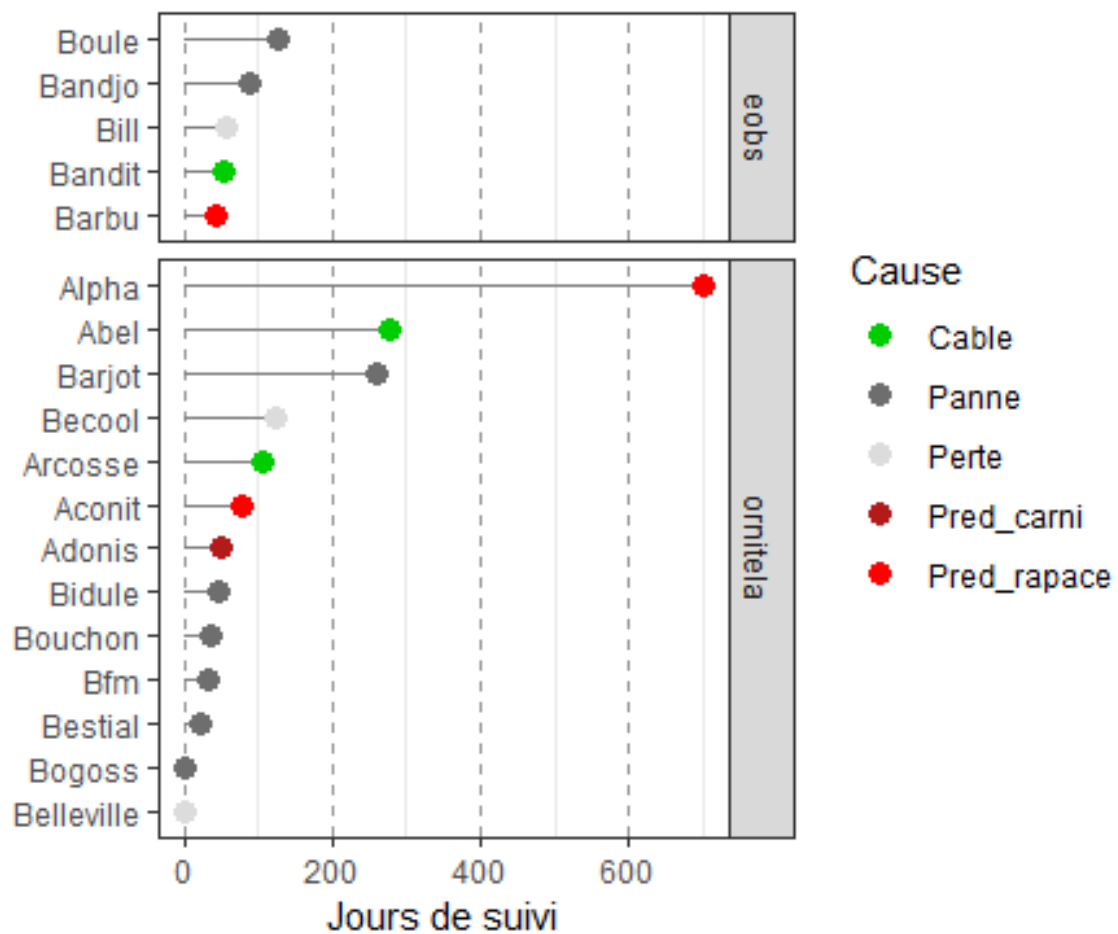


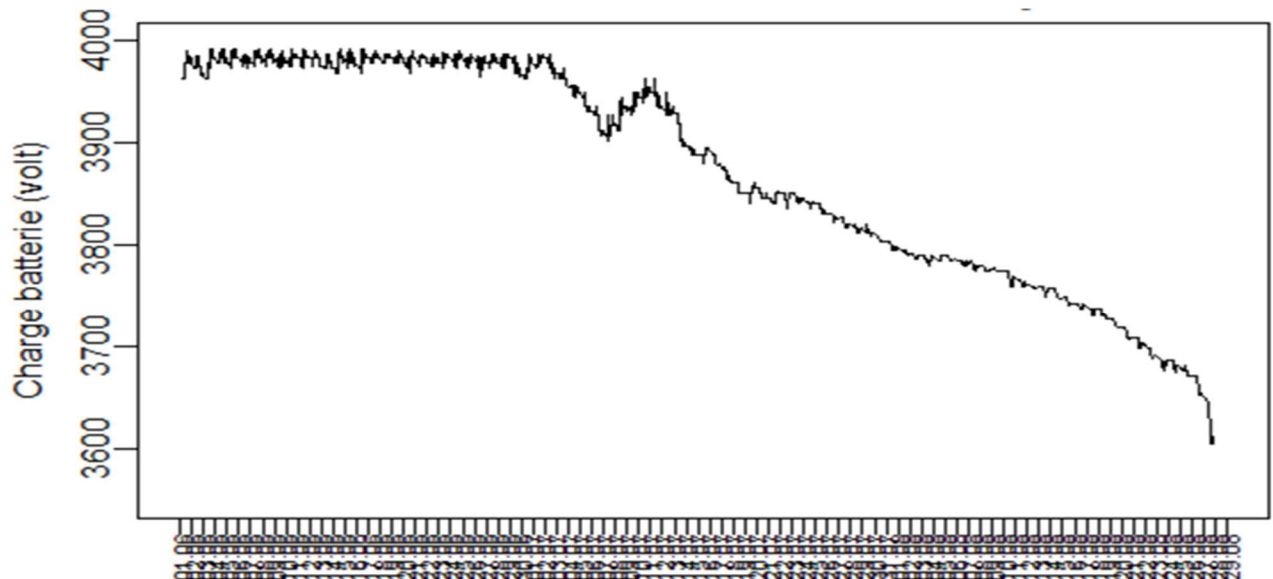
Figure 5 : Nombre de jours de suivi des Tétrasyres équipés en 2017 et 2018 en fonction de leur type de balise. La cause d'interruption du suivi est également précisée.

En résumé :

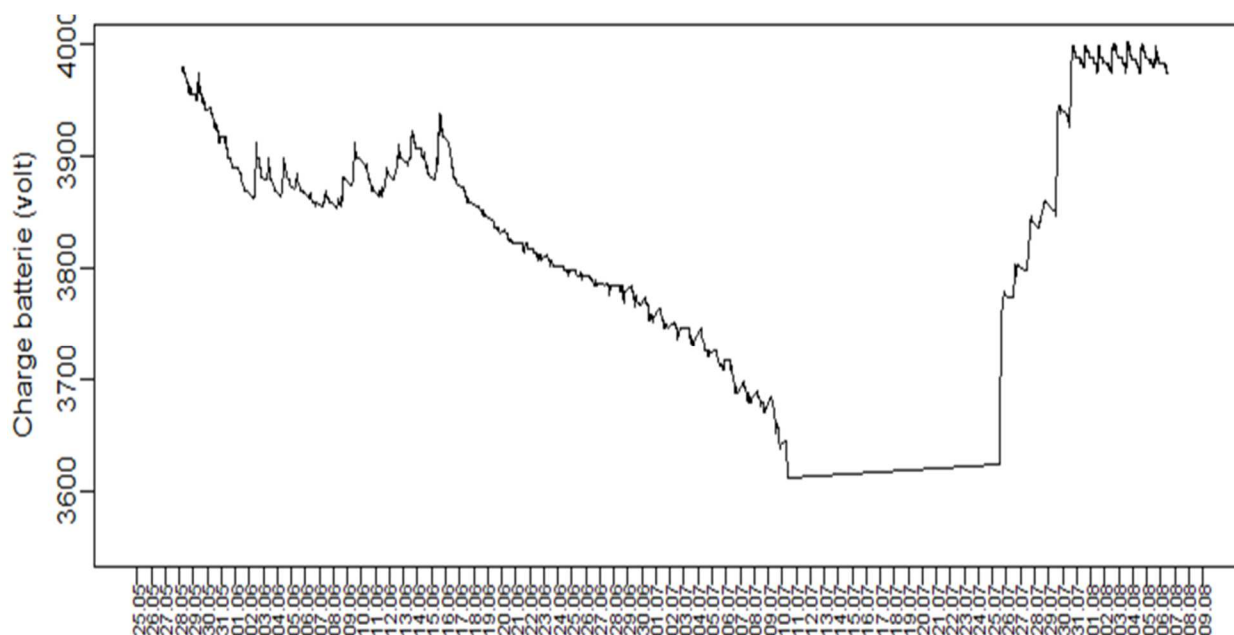
- 8 balises sont tombées en panne de batterie, dont 4, 1 mois seulement après la capture. On peut notamment voir sur la figure 5 qu'aucune des balises E-obs n'a tenu plus de 5 mois. Les balises Ornitela non déportés de 15 à 20 gr sont tombées tout aussi rapidement en panne. Les batteries de ces balises ont chuté parfois brusquement et les panneaux solaires n'ont pas permis un rechargement efficace des balises. C'est le cas de Bandjo (Figure 6) dont la batterie s'est vidée progressivement, et malgré une courte remontée

du niveau de la batterie en juillet, la batterie s'est déchargée en août jusqu'à un niveau où la balise arrête de prendre des localisations. On peut noter cependant que certaines balises n'envoyant plus de données peuvent se remettre en marche. C'est le cas de Barbu dont la balise était en panne le 10 juillet puis s'est remise en fonctionnement le 25 juillet car l'oiseau a été capturé par un aigle et le panneau solaire auparavant caché sous les plumes a été dégagé lorsque l'aigle l'a dépecé dans une zone dégagée avant de l'amener à son jeune (Figure 7). Nous avons aussi le cas de Bfm équipé d'un Ornitela de 15g qui après avoir disparu tout l'hiver a recommencé à émettre en avril 2019, après que l'oiseau a perdu sa balise qui est restée accrochée dans un arbre.

- 3 balises se sont détachées assez rapidement après la pose.
- 3 individus sont morts suite à une collision avec un câble de télésiège.
- 4 individus, dont Barbu (hors période de suivi gps) ont été prédatés. Le mâle Alpha capturé par un rapace en avril 2019 était suivi depuis 700 jours soit 2 ans après sa capture en 2017.
- 1 individu capturé en automne 2018 tué par un prédateur en septembre 2019 (mâle Blanblan).



- **Figure 6 : Evolution du niveau de batterie de Banjo suivi du 01/06/2018 au 28/08/2018.**



- **Figure 7 : Evolution de la batterie de Barbu. La balise tombe en panne le 10 juillet, puis la batterie se recharge à partir du 25 juillet après qu'un aigle royal l'a déposée en plein soleil sur son site de dépeçage des proies.**

Tableau 4 : Périodes de suivis GPS des Tétrasyres capturés en 2018.

Nom	Date début	Date - Fin	Cause	Lieu
Boule	09/05/2018	12/09/18	Panne balise	Meribel
Bill		05/07/18	Perte balise	Arpasson
Bidulle	11/05/2018	27/06/18	Panne balise	Belleville
Bouchon		15/06/18	Panne balise	Rocher noire
Bfm	14/05/2018	16/06/18	Panne balise puis perte en 2019	
Barjot		02/02/19	Panne balise	
Bogoss	17/05/2018	16/09/18	Panne balise puis tiré le 13/10	Belleville La Masse
Becool		18/05/18	Perte balise	
Bestial	18/05/2018	09/06/18	Panne balise	
Bandit	25/05/2018	19/07/18	Percussion câble	Meribel Le Vallon
Barbu	28/05/2018	10/07/18	Panne puis prédation rapace	
Belleville	31/05/2018	01/06/18	Perte balise	Belleville La Masse
Bandjo	01/06/2018	28/08/18	Panne balise puis tiré le 22/09	Meribel Le Vallon
Blanblan	11/10/2018		Prédaté en septembre 2019	Belleville La Masse

2019

Au 15 octobre 2019, soit environ 5 mois après les captures, seules 6 des 19 balises équipées au printemps 2019 sont encore en fonctionnement.

- 6 oiseaux ont perdu assez rapidement leur balise mal fixée dans les quelques jours ou semaines suivant leur capture.
- 2 oiseaux (balises Biotrack et Xérius) ont été rapidement perdus (panne de balise probable).
- 2 oiseaux ont été tirés dans le cadre du plan de chasse légal. Ces oiseaux ont par ailleurs été rapportés aux pilotes du programme par les chasseurs locaux.
- 2 oiseaux ont été prédatés dont un surement par un renard (balise retrouvée devant un terrier.
- 1 oiseau s'est tué dans un câble de télésiège.

Pour information : les balises perdues sont quasi-systématiquement récupérées par les opérateurs techniques, dans la mesure où la balise se trouve à l'endroit de la dernière localisation transmise *via* la GPS.

Au 15 octobre 2019 il ne reste donc que potentiellement 6 oiseaux équipés. A noter cependant que 3 de ces 6 oiseaux sont équipés de balises Xérius dont la fiabilité soit de la balise soit du système de réception des données pose problème. Les oiseaux s'avèrent difficiles à détecter par l'antenne fixe de réception.

3.3 Quelques résultats d'analyse de comportement spatial.

Les données recueillies par les balises GPS des oiseaux équipés nous permettent de visualiser les déplacements des tétras-lyres dans le temps, et ainsi, d'améliorer les connaissances sur leurs comportements spatiaux. Les analyses spatiales initiées nous donnent quelques premiers résultats concernant les domaines vitaux et les déplacements réalisés par les oiseaux.

3.3.1 Méthode d'analyse

- **Nettoyage des données**

Préalablement à l'analyse des données, quelques manipulations sont nécessaires afin de les mettre en forme et d'identifier / éliminer les erreurs de localisation. En effet, de temps à autres, des localisations aberrantes sont constatées. Pour cela, on utilise un algorithme de tri, codé sur le logiciel « R », selon la logique de [Bjorneraas et al., 2010](#). Cette méthode identifie, en fonction des distances et des angles entre localisations successives, les positions anormalement excentrées et les élimine.

- **Calcul de domaines vitaux**

Le domaine vital se définit comme la portion d'espace utilisée par un animal lors de ses activités habituelles telles que recherche de nourriture, du partenaire, etc. ([Burt, 1943](#)). La forme et la taille du domaine vital reflètent les interactions entre les besoins de l'espèce et la distribution spatio-temporelle des ressources.

La définition du contour d'un domaine vital et le calcul de sa surface à partir d'une série de localisations dans l'espace est ici réalisée selon la méthode des noyaux ([Worton, 1989](#)). Cette méthode détermine des surfaces concentriques auxquelles sont attribuées des probabilités de présence.

- **Outils d'analyse :**

L'ensemble des calculs, traitements et représentations graphiques ont été réalisés dans le logiciel R ([R-Development-Core-Team, 2004](#)) et certaines cartes sont issues du système d'information cartographique Quantum Gis.

3.3.2 Déplacements saisonniers

Les données obtenues grâce au suivi GPS peuvent être déclinées par saisons. Ainsi, on observe chez les premiers individus suivis, une certaine modification dans l'utilisation de l'espace entre l'été-automne et l'hiver.

Si, en hiver, le comportement spatial des Tétras semble se restreindre et se concentrer autour de quelques zones clés (refuge, place de chant et zone de nourrissage), on constate, en revanche, quelques grands déplacements en été-automne. C'est le cas du mâle BlanBlan capturé au début de l'automne (figure 8), qui s'est déplacé brusquement loin de son domaine vital à plusieurs reprises en automne puis ses mouvements se sont concentrés autour de quelques ha en hiver.

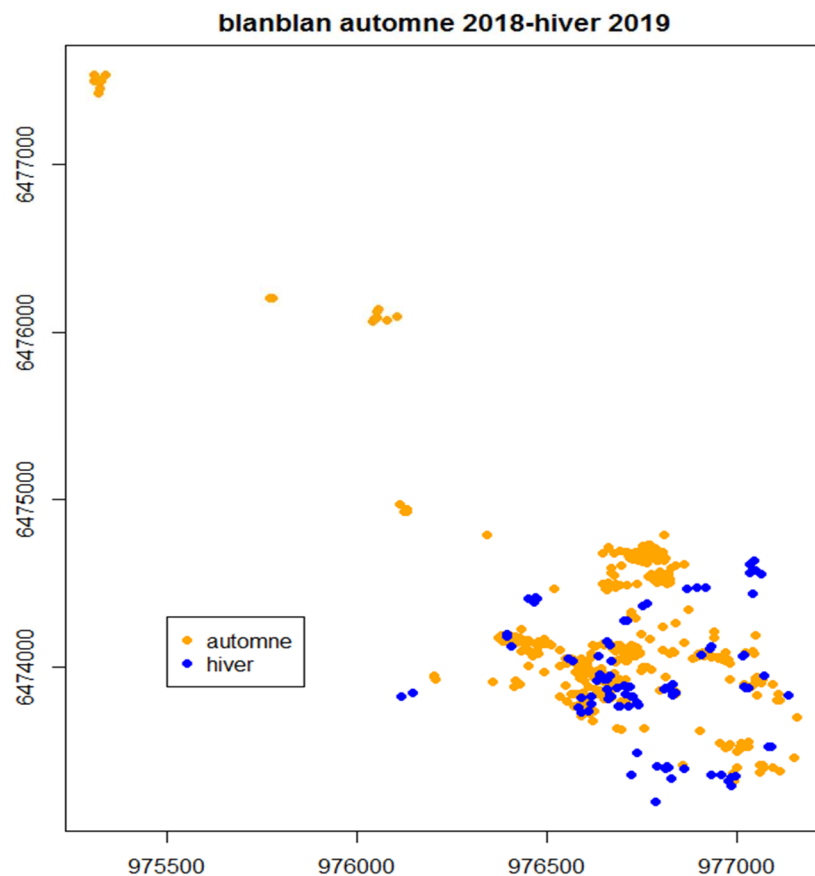


Figure 8 : Distribution spatiale des localisations de Blanblan en automne et hiver depuis 2018.

3.3.3 Comportement spatial estival

Le domaine vital estival semble assez homogène entre les individus mâles suivis, la plupart s'éloignent peu de la place de chant, certains se cantonnent cependant à plus d'1 km de la

place. Pour illustrer ce comportement estival, la figure 9 montre les domaines estivaux de 5 mâles suivis pendant l'été 2018 à Meribel. 4 coqs ont été capturés sur la place de chant du Mont vallon (située entre les domaines de Barbu et d'Alpha) et le 5^{ème} sur la place de chant de l'Arpasson. On constate que les habitats sont variés, ici, 2 mâles ont occupé la Cembraie de la réserve de Tuéda, un dans une lande à rhododendrons pratiquement sans arbres (Alpha) et deux dans une lande fermée à aulnes verts (Boule et Banjo). La plupart s'éloignent très peu de la place de chant où ils ont été capturés, seul le mâle Banjo capturé au Vallon s'est déplacé de plus d'un km.

Les surfaces de ces domaines vitaux estivaux sont relativement modestes de l'ordre de 30 à 50 ha avec cependant une zone cœur bien plus réduite couvrant de 5 à 10 ha.

Tableau 5 : Surface en ha des domaines vitaux estivaux de 5 Tétrasyre équipés de balises GPS en 2017 et 2018 sur les domaines skiabiles de Méribel.

Les domaines vitaux sont exprimés selon trois niveaux de probabilité de présence : 50%, 75% et 95%.

Animal	95%	75%	50%
Alpha	28	9	4
Barbu	32,5	15	5,5
Boule	49	24	12,5
Banjo	35,5	16	7
Bandit	36	17	8,5

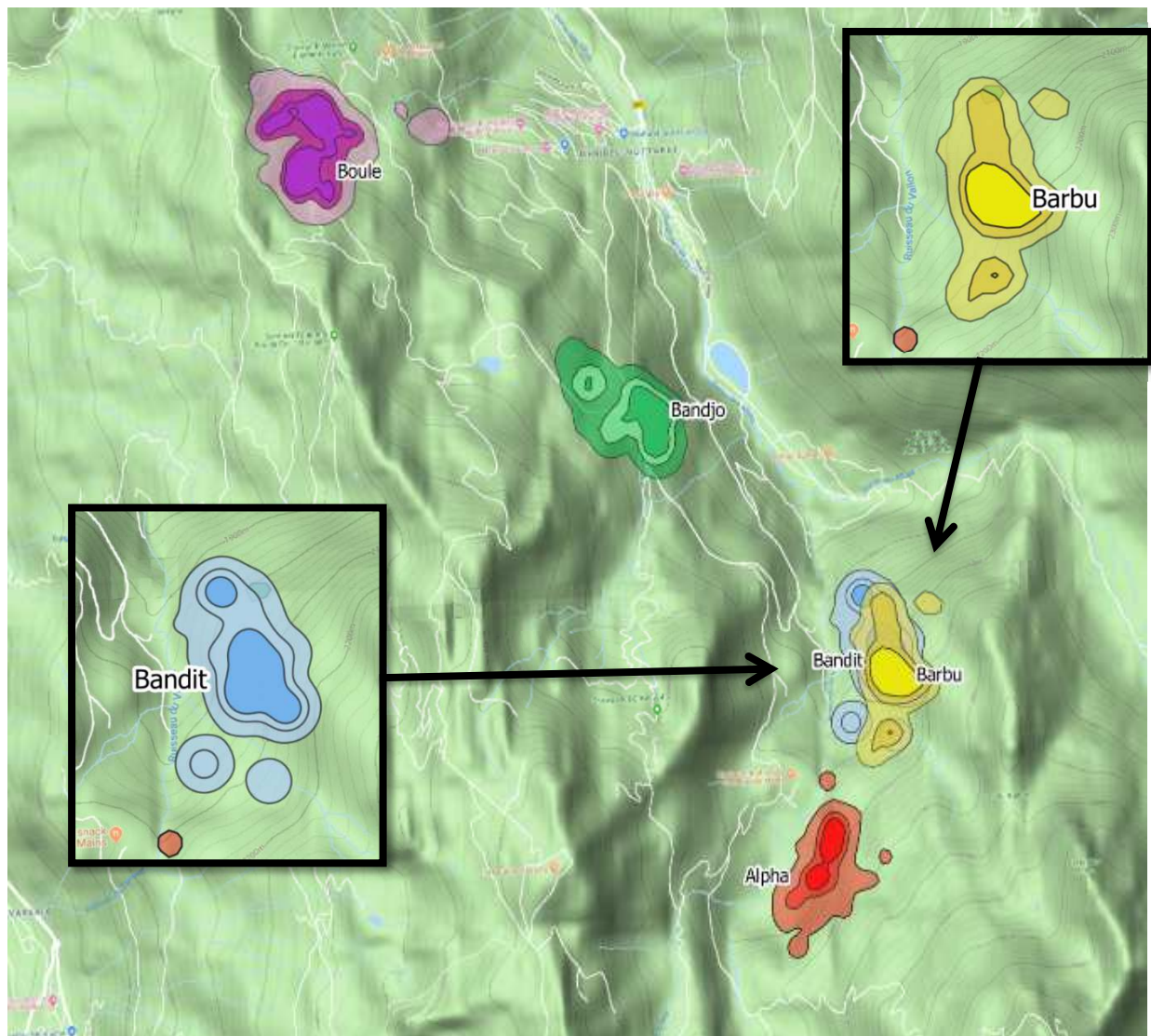


Figure 9 : Cartographie des domaines vitaux de 5 individus de Tétras-lyre équipés de GPS sur la Vallée de Méribel. Les domaines vitaux sont exprimés selon trois pourcentages d'utilisation de l'espace : 50%, 75% et 95%, respectivement classés du plus foncé au plus transparent.

3.3.4 Comportements hivernaux

Depuis le début des captures, 4 individus ont été suivi en hiver. On a ainsi pu observer chez certains mâles, une occupation de l'espace fragmentée en plusieurs types de sites : place de chant, zone d'alimentation et zone refuge. C'est le cas du mâle Blanblan suivi au cours de l'hiver 2018-2019 aux Ménuires dont la distribution des localisations GPS a permis de définir une zone « refuge » (Figure 10). Ce site « refuge » est une plantation de conifère dense, en bas de versant en face de la station des Ménuires totalement inaccessible aux skieurs. Ainsi, on constate sur la figure 11 une très forte sélection de la zone refuge et de la place de chant au regard de la superficie qu'elles représentent dans le domaine vital.

Lorsqu'on se place à l'échelle d'une journée (Figure 12), on remarque que le mâle Blanblan se rend fréquemment sur la place de chant (1 fois sur 2) aux premières heures du jour, puis, il utilise la zone refuge jusqu'en milieu/fin de journée et en sort pour se nourrir.

Ainsi, on peut supposer que ce coq est probablement dominant, car il fréquente la place de chant régulièrement et ce dès l'automne. De plus, cette nécessité de rester actif sur la place implique qu'il se cantonne à proximité toute l'année. En hiver, face aux dérangements, il développe une stratégie d'évitement en fréquentant le refuge pendant le pic d'activité touristique en milieu de journée. Il est prêt à réaliser des déplacements de plusieurs centaines de mètres journaliers pour accéder à ce refuge. De plus, on a constaté peu de mouvements erratiques à grande distance, indicateur d'un dérangement, tendant à montrer ainsi l'efficacité de cette stratégie d'atténuation rendue possible par l'existence d'un refuge.

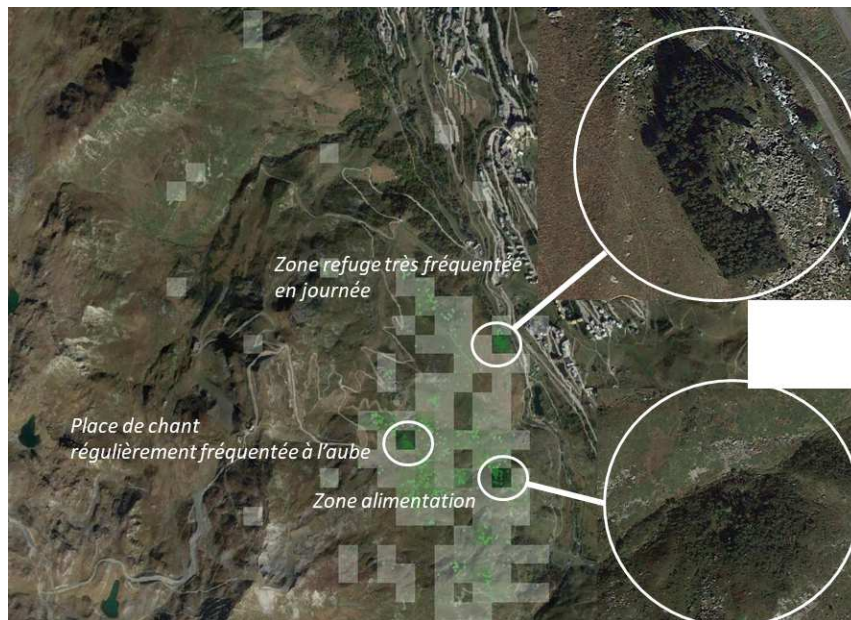


Figure 10: Principaux sites occupés par le mâle Blanblan au cours de l'hiver 2018-2019.

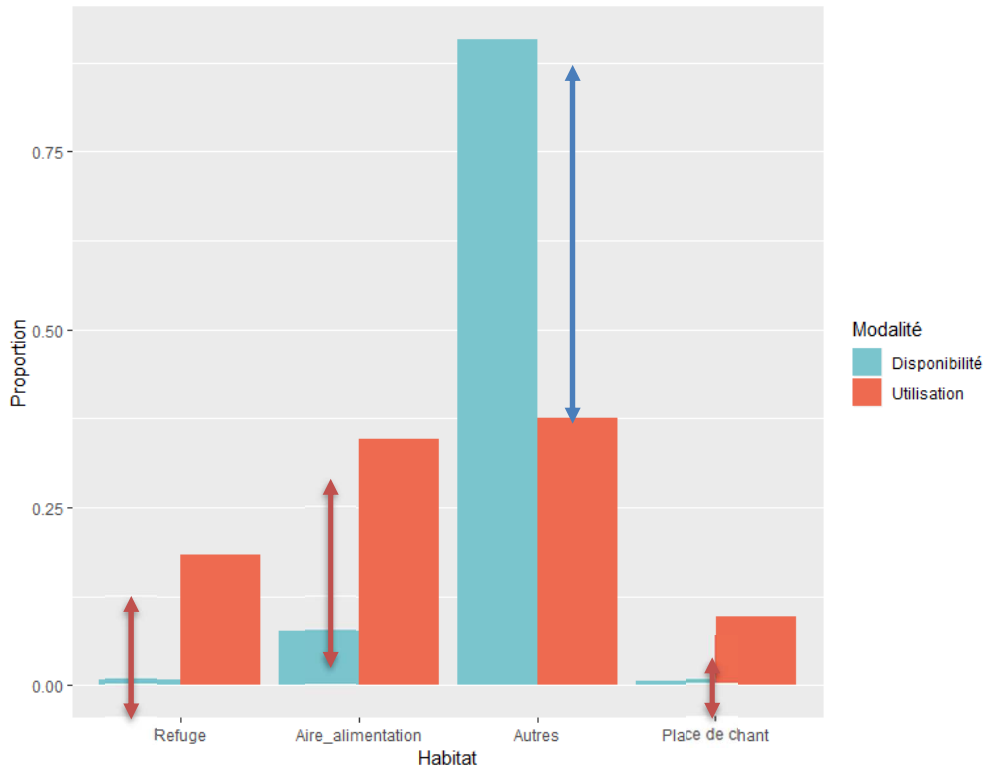


Figure 11: Sélection des habitats par le mâle Blanblan pendant l’hiver 2018-2019, station des Menuires. *Les superficies de la place de chant et de la zone refuge sont très faibles à l’échelle du domaine vital et leur utilisation est pourtant proportionnellement très élevée.*

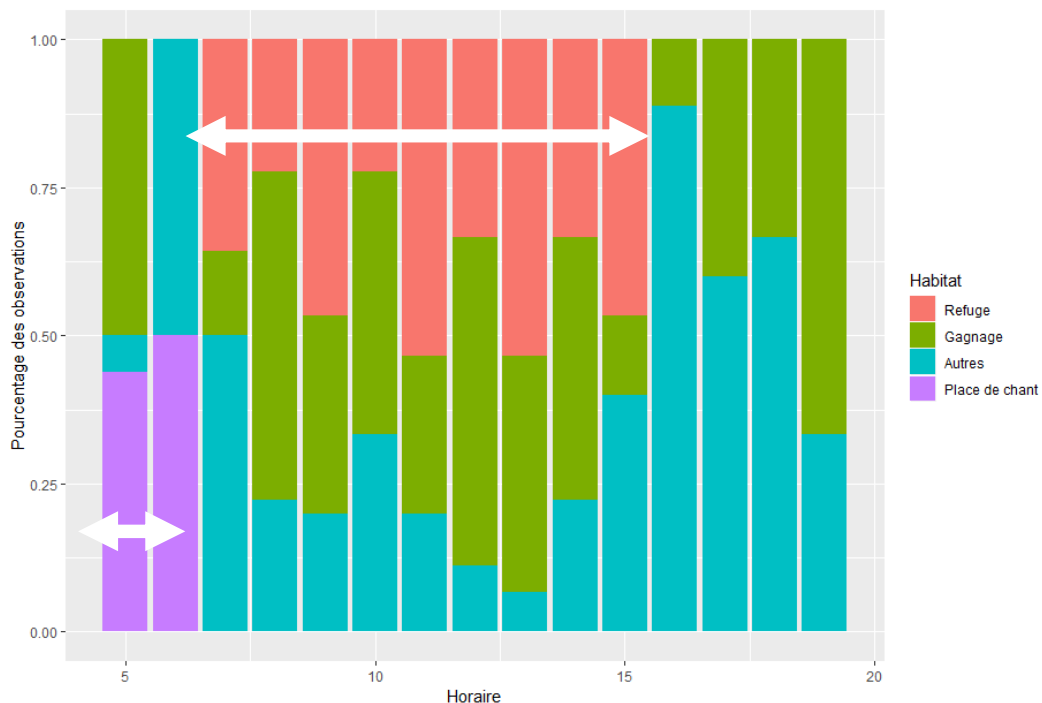


Figure 12 : Distribution horaire journalière moyenne des différents habitats utilisés par le mâle Blanblan, station des Menuires en mars 2019

La place de chant a été régulièrement fréquentée entre 5 et 6 h (heure UTC) alors que le refuge l’était entre 7 h et 15 h (heure UTC) pendant la période de fréquentation humaine la plus intense. Les zones de gagnage ont été aussi régulièrement utilisées en milieu de journée.

IV Conclusion

Après 3 campagnes de captures, un premier bilan technique peut être fait pour les captures et les matériels utilisés.

Concernant les captures, l'expérience acquise nous permet d'être assez efficaces et de capturer un nombre appréciable d'oiseau (38 oiseaux équipés, au moins un individu équipé par site d'étude).

Nous rencontrons cependant d'importantes difficultés à disposer d'un nombre conséquent d'oiseaux équipés à l'entrée de l'hiver. Deux raisons essentielles à cela : plusieurs oiseaux disparaissent suite à la mortalité estivale et automnale qu'elle soit naturelle (prédation) ou anthropique (câble et chasse), et d'autres suite à la perte ou la panne des balises.

Clairement, nous devons améliorer notre système d'attache pour ne plus perdre autant d'oiseaux suite à des défauts de pose. L'expérience acquise devrait nous conduire à réduire ce facteur à la prochaine campagne de capture.

Concernant la panne des balises, cette cause d'échec est inhérente à la recherche du meilleur système disponible. Il est clair que seul l'essai *in situ* des différents modèles disponibles permet de s'assurer qu'ils remplissent les objectifs assignés. Nous savons maintenant qu'il faut absolument que les panneaux solaires soient déportés sous peine d'une recharge insuffisante de la batterie (cas des balises E-obs et des Ornitela 15g posés en en 2018) alors même que les balises E-obs de 10 gr posées sur des lagopèdes ou des Ornitela 15gr posées sur des Bartavelles fonctionnent parfaitement en raison de leurs niches écologiques (fréquentation de milieux ouverts).

Cette année, nous avons désiré essayer de nouvelles balises d'un fabricant français (Xérius) qui hélas semble aussi avoir des problèmes de fonctionnement dans le contexte montagnard.

Enfin, concernant la minimisation des pertes de balises liées aux facteurs de mortalité, la solution semble bien être d'accentuer les campagnes de capture en Octobre. Pour l'instant, nous manquons encore d'expérience et il est clair que le comportement de parade est moins régulier, ou en tout cas se déroule moins souvent au sol, notamment dans les sites les plus boisés. Pour autant, c'est une des pistes d'amélioration que nous devons privilégier.

L'ensemble de données collectées et traitées à ce jour permettent par conséquent d'esquisser quelques éléments de réponses quant aux objectifs de connaissances affichés lors du lancement de cette étude en 2016. Ces résultats commencent notamment à nous éclairer sur : 1. l'utilisation

spatiale et temporelle de l'espèce (domaine vital, utilisation de l'habitat à large échelle, rythmes d'activité journalière en période hivernale, 2. l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation des zones refuges /quiétude mise en œuvre en faveur du « tétras-lyre » en bordure des domaines skiabiles.

Cependant et compte tenu des difficultés énoncées ci-dessus (nombre de balises déployées encore fonctionnelles durant la période hivernale), l'évaluation des impacts directs et indirects des dérangements liés à des pratiques sportives hivernales reste encore délicate.

Pour répondre à toutes ces questions, il est donc absolument nécessaire d'augmenter la taille de l'échantillon d'oiseaux équipés. Pour ce faire et afin d'accompagner au mieux les domaines skiabiles dans cette prise en compte de leur biodiversité, un programme opérationnel interrégional alpin nommé « Birdski » va être mis en œuvre. Dans ce cadre, 50 oiseaux supplémentaires seront équipés sur les domaines skiabiles des Arc et de Val Cenis en 2020 et 2021.

Bibliographie

- Arlettaz, R., Patthey, P. & Braunisch, V. 2013. Impacts of outdoor winter recreation on alpine wildlife and mitigation approach: A case study of the black grouse. *In: The impacts of skiing and related winter recreational activities on mountain environments*. (Eds. C. Rixen & A. Rolando), pp. 137-154. Bentham eBooks.
- Brown, D. D., Kays, R., Wikelski, M., Wilson, R. & Klimley, A. P. 2013. Observing the unwatchable through acceleration logging of animal behavior. *Animal Biotelemetry*, 1: 20.
- Buffet, N. & Dumont-Dayot, E. 2013. Bird collisions with overhead ski-cables: A reducible source of mortality. *In The impacts of skiing and related winter recreational activities on mountain environments* (Eds. C. Rixen & A. Rolando), pp. 123-136. Bentham eBooks.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24: 346-352.
- Cagnacci, F., Boitani, L., Powell, R. A. & Boyce, M. S. 2010. Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of Royal Society B-Biol Science*, 365: 2157-2162.
- Formenti, N., Vigano, R., Bionda, R., Ferrari, N., Trogu, T., Lanfranchi, P. & Palme, R. 2015. Increased hormonal stress reactions induced in an Alpine Black Grouse (*Tetrao tetrix*) population by winter sports. *Journal of Ornithology*, 156: 317-321.
- Miquet, A. 1986a. Contribution à l'étude des relations entre Tétrasyre *Tetrao tetrix* L. *Tetraonidae* et tourisme hivernal en Haute-Tarentaise. *Acta Oecologica, Oecol. Appl.*, 7: 325-355.
- Miquet, A. 1986b. Impact de la pratique du ski sur une population de Tétrasyre en période d'hivernage. *Bulletin Mensuel de l'O.N.C.*, 99: 22-25.
- Miquet, A. 1986c. Impacts des aménagements des stations de ski sur une population de Tétrasyre en période de reproduction. *Bulletin Mensuel de l'O.N.C.*, 99: 26-32.
- Miquet, A. 1986d. Premiers résultats d'une enquête sur la mortalité du Tétrasyre par percussion dans les câbles. *Bulletin Mensuel de l'O.N.C.*, 99: 33-36.
- Miquet, A. 1988. Effets du dérangement hivernal sur les déplacements et la reproduction du Tétrasyre *Tetrao tetrix*. *Gibier Faune Sauvage*, 5: 321-330.

- R-Development-Core-Team. 2004. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G. & Bates, K. K. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of Royal Society B-Biol Science*, 365.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology*, 70: 164-168.
- Zeitler, A. 2000. Human disturbance, behaviour and spatial distribution of black grouse in skiing areas in the Bavarian Alps. *Cahiers d'Ethologie*, 20: 381-402.

Annexe

Annexe 1 : Détail des opérations de capture réalisées en 2018

Date	Site	Coqs	Poules	Manqués	Capturés	Nom	Remarques
25/04/18		5	2	2			
27/04/18		6	4	1			
30/04/18		6	1	1			
02/05/18	Méribel	6					
03/05/18	Arpasson	7					
07/05/18		8	3	1			
09/05/18		6	2	2	2	Boule	1 femelle (Bill)
10/05/18		5	1				Pluie, peu d'activité
11/05/18		5	2		2	Bidulle	1 femelle (Bidulle)
14/05/18	Ménuires	4		1	1	bfm	
15/05/18	Rocher Noir	5					
16/05/18		3					
17/05/18		6			1	barjot	
17/05/18	Ménuires	4			1	bogoss	
17/05/18	la masse	4			1	becool	
18/05/18	Méribel	4	1		1	Bestial	
18/05/18	Ménuires la	5			1	Recapture	Recapture
22/05/18	Méribel	7	1	1			
23/05/18	vallon	6					Activité forte, à côté
24/05/18	Ménuires	3					Peu d'activité
25/05/18	Méribel	4			1	Bandit	Grosse activité,
28/05/18	Vallon	7	1		1	Barbu	
29/05/18		6	1	1	1	Recapture	Recapture
30/05/18	Ménuires la	4	1				
31/05/18	masse	6		1	1	Belleville	
01/06/18		5			1	Bandjo	
25/09/18		1					
03/10/18	Méribel	8	1				
04/10/18	Vallon	3					
05/10/18		2					
08/10/18		2					
09/10/18		11					
11/10/18	Ménuires la	6	1		1	Blanblan	
12/10/18	Masse	0					
Total		170	22	11	16	14	

Annexe 2 : Détail des opérations de capture réalisées au printemps 2019

Date	Site	Coqs	Poules	Manqués	Capturés	Nom	Remarques
29/04/19	Méribel	5					Beaucoup de neige tombée la veille, 1 male voit le filet à cause du vent
02/05/19		9	2				
03/05/19	Ménuires	3	1		1	Casimir	2 males pris en même temps car femelle au milieu des filets
					1	Calu	
06/05/19		4			1	Cabourid	3 males arrivent en piétant du bas. Un se prend en montant et l'autre le contourne et se prend à la descente 30s après.
					1	Caradoc	
07/05/19	Méribel	20			1	Charlie	Se prend à la montée
09/05/19	Ménuires	2	5		1	Câline	Femelle
		2	5		1	Recapture	Recapture
10/05/19		3	3				Parade de 2 femelles
11/05/19		5	1				Filet visible par les mâles, cause vent
13/05/19		2	1				
14/05/19	Méribel	10	1		1	Carlito	Nombreux males sur la place. 3 tentes, une très bas hors vision des coqs. 1 coq se prend sur les filets du haut et 1 au milieu. On descend pour équiper ce qui permet de laisser les coqs sur la place de chant. Le
				1	Casper		
				1	César		
15/05/19		8	1				
16/05/19		5	1		1	Chouchen	En montant 5h10
					1	Chewbacca	1 fois dessus puis se prend
17/05/19		8	2		1	Carapuce	Posé entre les filets, se prend en volant
21/05/19		2					Pluie, pas de chant
22/05/19		2					Se prend légèrement et re-sort
	Ménuires	2					Passe au-dessus du filet
23/05/19		3			1	Cérius	Se prend en montant
		4					
24/05/19	Méribel	5		1	1	Coltar	1 manqué car filet trop tendu et 3 males montent plus tard et 2 se prennent
					1	Caliméro	
27/05/19	Ménuires	3			1	Coucous	Arrive en haut tard
		3					Passe à côté
28/05/19	Méribel	4			1	Chocolat	Se pose dans un filet
03/06/19		4		1	1	Caramel	Grosse activité, se prend en montant
04/06/19	Ménuires	3					Pas d'activité, 1 coq parade seul 2m filet
04/06/19		1					
05/06/19	Courchevel	1			1	Courchevel	En montant et grâce à la repasse, pas d'activité autre
06/06/19	Méribel	4					Brouillard. Coqs très méfiants et évitent les filets
Total		127	23	2	20	19	

