



Bilan 2020 des captures de Tétrasyre dans le Parc National de la Vanoise

Programme d'étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable



Mâle de Tétrasyre paradant à Méribel, ©Maxime Marini - 2020

Nicolas Gomez, Parc National de la Vanoise, Secteur Tarentaise,
Maxime Chaussinand et Maxime Marini, Volontaires au Service Civique
Marc Montadert Office français pour la biodiversité,
Jérôme CAVAILHES, Parc National de la Vanoise, Chambéry.

Août 2020

I. Contexte

Le Tétrás lyre est une espèce emblématique de la Faune française, au même titre que les autres espèces de Tétráonidés, Gélínotte des bois *Bonasa bonasia*, Lagopède alpin *Lagopus muta* et Grand Tétrás *Tetrao urogallus*. Toutes ces espèces rencontrent depuis plusieurs dizaines d'années des problèmes de conservation en Europe (STORCH2000, 2007) et, notamment, dans les Alpes où se concentrent désormais l'intégralité de la population française de Tétrás lyre (BUFFET& DUMONT-DAYOT2011). Les raisons qui expliquent le déclin de ces espèces ont toutes pour origine, directement ou indirectement, le développement des activités humaines. On distingue classiquement les facteurs suivants (STORCH2000): la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats, les risques démographiques associés à la petite taille des populations isolées, l'augmentation de la prédation, la chasse, les collisions de câbles aériens et de clôtures et les dérangements liés aux activités humaines.

L'essor de ces activités récréatives et des dérangements associés, notamment en période hivernale, altèrent le comportement des oiseaux en impactant leur balance énergétique (augmentation du taux de parasitisme et des hormones du stress) et donc en influençant la dynamique de la population à une échelle locale (émigration, baisse de fécondité, survie ...).

Afin de réduire l'impact de ces activités, des zones de mise en défens appelées « zone de tranquillité » (ou encore « zone de quiétude » ou « zone refuge ») ont été mises en place dans les Alpes. Dans ces espaces, l'intrusion humaine est fortement déconseillée, voire (plus rarement) proscrite. Ces refuges hivernaux sont implantés dans ou en dehors des domaines skiables et subissent donc des pressions de dérangement très variables. Compte-tenu du caractère potentiellement contraignant de ces refuges pour les pratiquants de sports d'hiver et les gestionnaires de domaines skiables, il apparaît important de mieux documenter leur utilisation et donc leur efficacité. L'amélioration des connaissances concernant le rôle joué par ces refuges dans l'écologie hivernale des tétras-lyres permettra d'une part de mieux communiquer sur leur intérêt et favoriser ainsi à une meilleure appropriation par les usagers, et d'autre part d'aider à la formulation de recommandations techniques pour de nouvelles implantations susceptibles d'en améliorer l'efficacité.

Dans le cadre de la convention multipartite signée en 2019 par le Parc national de la Vanoise, la Fédération départementales des chasseurs de Savoie, l'Office Français de la Biodiversité, l'Office National des Forêts, l'Observatoire des Galliformes de Montagnes, la Société des Trois Vallées, la société MERIBEL ALPINA, et le Domaine Skiable des Ménuires se sont engagés, *via* l'utilisation de technologies satellitaires (balise GPS) à :

- ✓ Mieux appréhender l'utilisation spatiale et temporelle de l'espace (domaine vital, rythme d'activités journalière, ...) des oiseaux équipés,
- ✓ Mieux évaluer qualitativement et quantitativement les impacts directs et indirects des dérangements liés à aux pratiques récréatives hivernales.

Pour ce faire, une vaste zone d'étude sujette à différents niveaux de dérangement hivernal a été définie : le Domaine Skiable des 3 Vallées et la Réserve naturelle nationale de Plan de Tuéda attenante.

II. Retours d'expériences « capture et marquage »

2.1. Les filets

La capture des tétras lyre s'effectue à l'aide de filets spécifiques (de type « Ecotone » et « Larrieux » avec des mailles respectives de 60 mm et 70 mm). Ceux-ci sont disposés sur les leks où se rassemblent les tétras-lyres au printemps (à savoir les places de chant).

Généralement, 4 à 6 filets de 30 mètres de longueur (de couleur noire ou blanche en fonction de l'enneigement) sont disposés sur la zone de capture.

En 2020, par suite d'échecs de capture pour cause de non-maillage des oiseaux dans les filets, les fils de tensions (et non les mailles) placés au centre du filet « écotones » ont été retirés. Cette modification

substantielle a notamment permis de faire reposer une partie de la nappe du filet en position surélevée sur le fil de tension supérieur (« ourlet ») empêchant ainsi tout retour en arrière de l'oiseau une fois celui-ci engagé dans le piège. L'ourlet lors de sa chute recouvre alors suffisamment l'oiseau pour garantir sa capture.

En fonction de la configuration topographique des lieux, les 2 types de filets peuvent être complémentaires pour maximiser les chances de captures.

2.2. Les Balises GPS

Pour appréhender suffisamment finement la réponse comportementale des oiseaux face aux dérangements d'origine anthropique en période hivernale, il est nécessaire de pouvoir obtenir une fréquence élevée de géolocalisations. Cette densité importante de points générée sur un espace-temps limité (exemple journée de ski ou saison de ski) permettrait entre autres de définir des domaines vitaux hivernaux précis mais aussi et surtout de définir les trajectoires de déplacement post-dérangements. L'objectif idéal que nous tentons d'atteindre, mais qui se heurte aux limites technologiques, est de tendre vers une localisation par heure à *minima*.

Les balises munies de panneaux solaires déportés (de la marque « Ornitela ») permettent d'atteindre cette fréquence de points très facilement d'avril à octobre (voire même avec une localisation toutes les 10 minutes en été). En revanche et compte tenu des conditions environnementales auxquelles sont soumises les balises en hiver, cette densité de point n'excède pas 1 à 3 localisations par jour entre décembre et février. Ce qui est problématique puisque c'est le cœur de la période cible de l'étude comportementale. Cette faible fréquence est clairement insuffisante pour documenter correctement le comportement spatial journalier.

Pour essayer de pallier ce problème et à titre expérimental, des balises de marques Biotrack (maintenant Lotek) ont été déployées en 2019 et 2020. Lors de ces campagnes de capture, deux modèles ont été testés :

- Des balises non solaires alimentées uniquement par une batterie (le PinPoint VHF 450 pesant de 17g). Ces émetteurs fonctionnant sur batterie ne dépendent donc pas d'une recharge de la batterie par un dispositif de panneaux solaires. Le revers de la médaille est que la durée de vie de ces émetteurs est estimée à une année compte tenu de la programmation relativement intensive du nombre de points demandés entre novembre et mars.
- Des balises avec panneaux solaires intégrés pesant 22 gr. La plus-value de ce modèle réside (i) dans le fait que les panneaux solaires présentent une surface de réception du rayonnement solaire plus importante que sur les balises « Ornitela » et (ii) dans le fait que le transfert de données se fait via VHF et non par GSM, impliquant ainsi un coût de transmission des données moindre. Cette technologie VHF présente donc des avantages certains en termes de gains d'énergie lors de la transmission des données mais implique une présence terrain significativement plus importante.

Malheureusement :

- Sur les 5 balises GPS (3 batteries, 2 solaires) de cette marquée déployées en 2019 aucune n'a pu parvenir jusqu'à l'hiver. En effet, sur ces cinq balises, une poule équipée en mai a été prédatée le 10 août alors qu'elle était sans doute accompagnée de sa nichée et les quatre autres sont tombées à cause d'une pause en baudrier non encore parfaitement maîtrisée.
- Sur les 8 balises GPS de cette marque déployées en 2020, aucune n'a pu parvenir jusqu'à l'hiver. Un oiseau fut prédaté le 17 juin et toutes les autres balises sont tombées probablement en raison d'une fixation en baudrier trop lâche.

2.3. Les captures

La pose de la balise est une opération délicate qui nécessite une certaine expérience. Depuis le lancement de l'étude, deux techniques de pose de balise ont été utilisées : (i) la pose en harnais qui implique de croiser les liens en téflon sur le ventre de l'oiseau et (ii) la pose en baudrier qui fait passer deux boucles entre les pattes. Cette dernière impose la présence de trois personnes alors que deux opérateurs suffisent pour la pose en harnais. Les équipes de captures ont également constaté que la pose en baudrier était à l'origine de « nombreuses » pertes (post-relâcher) de balises. Pour les raisons évoquées précédemment, la pose en harnais sera, à l'avenir, privilégiée. Outre la rapidité d'intervention (de l'ordre de 5 minutes), la pose en harnais favorise grandement l'envol de l'oiseau lors de son relâcher.

III. Bilan des captures

La préparation des opérations de captures du printemps 2020 a fortement été impactée par le contexte de confinement lié à la pandémie « COVID19 ». En effet, les équipes de terrain n'ont pas pu, ou que partiellement pu, repérer les places de chant susceptibles de faire l'objet de captures. Seule une nouvelle place de chant a pu être détectée sur le domaine skiable de Méribel Alpina. Celle-ci était jusqu'alors, simplement supposée.

La campagne de capture a démarré le 22 avril 2020, après la fermeture anticipée du domaine skiable et la délivrance des autorisations administratives nécessaires pour évoluer en montagne en période de confinement.

L'efficacité des captures, grandement conditionnée par le pic d'activités des oiseaux sur les places de chants, fut fortement remise en cause par le décalage temporel de la saison des captures et le déneigement printanier précoce de cette année 2020.

3.1. Les places de chant et sites de captures

24 matinées de capture ont été organisées entre le 22 avril et le 17 juin 2020 sur plusieurs sites :

- Un site à Courchevel 1850 :

Le chalet des creux : place de chant située à 2100 mètres d'altitude et en bordure, voire sur la piste de ski où trois coqs et une poule sont souvent observés.

- Deux sites à Méribel Mottaret :

Côte 2000 : Deux sites de captures sont localisés l'un au-dessus de l'autre de 2000 à 2200 mètres d'altitude, entre deux pistes de ski très fréquentées l'hiver. Cette place de chant s'est révélée très active avec un effectif de sept à dix coqs et deux poules régulièrement observés. La neige y est restée tard cette année avec une neige fraîche la veille d'une journée de capture. Malgré le gel ne permettant qu'un déploiement partiel de quatre filets sur sept et les rendant fortement visibles, trois coqs seront capturés ce jour-là tant l'activité était intense. Plusieurs coqs seront manqués les jours précédents en ressortant seuls des filets. Ceci a d'ailleurs conduit à la modification des filets de type « Ecotone » décrite précédemment.

Les coqs arrivent plutôt depuis le Sud en aval pour le site supérieur. Mais cela semble changeant selon les jours. A noter qu'une poule fut capturée mais sans qu'aucun coq ne réagisse à sa présence.

Enfin, nous avons capturé un tétras présentant une blessure cicatrisée à la patte gauche. Nous avons décidé de relâcher cet oiseau sans l'équiper.

Piste du Vallon : à 2200 mètres d'altitude, la place de chant est tardivement au soleil et reste froide et enneigée jusqu'au mois de juin. Neuf à dix coqs sont régulièrement observés et arrivent très tôt sur la place de chant. Régulièrement depuis l'aval du site de capture, parfois depuis le bord de piste. Il s'agit d'un site où l'activité des coqs varie selon les jours mais est globalement bonne. Il a été observé un envol simultané et général des coqs sans savoir ce qui l'a provoqué. A noter que la piste de ski est fréquentée régulièrement par des skieurs de randonnée à cette saison.

- Deux sites à Méribel Station :

Burgin : Il s'agit d'une nouvelle place de chant, découverte cette année. A 2200 mètres d'altitude sous le télésiège de la dent de Burgin, le site installé en bordure de piste de ski, est très skié tout l'hiver. Il a pu y être observé jusqu'à douze coqs et une poule. Beaucoup ont été manqués pour les raisons évoquées plus haut. Mais l'activité de parade était si intense que même après la désertion du site par les tétras suite à une vaine sortie des opérateurs, ils finissaient par presque tous revenir au bout d'une demi-heure.

L'Arpasson : Au-dessus d'un restaurant d'altitude à 1990 mètres d'altitude dans une zone assez humide entre deux pistes de ski. La place de chant accueille six à huit coqs et deux poules. C'est une place communicante avec une autre située cent cinquante mètres plus haut en altitude.

- trois sites aux Ménuires :

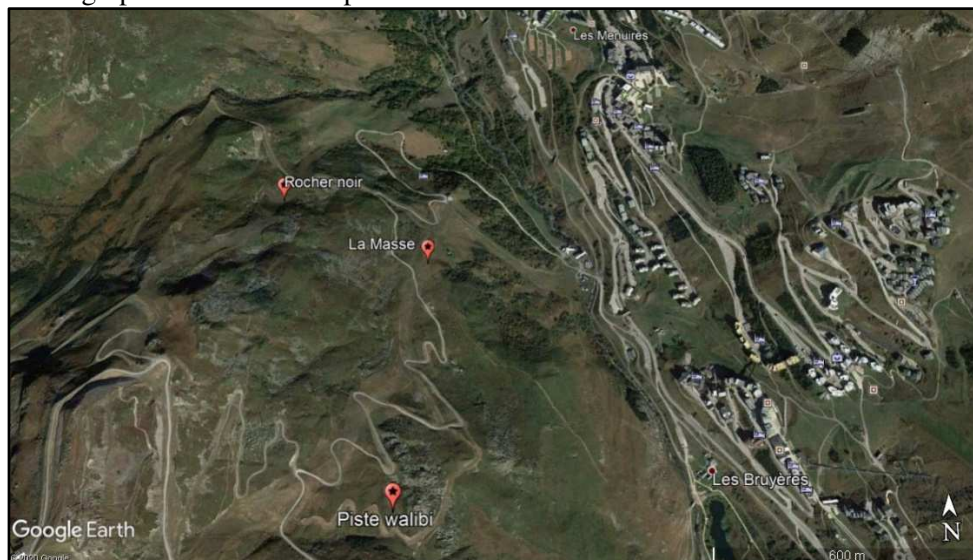
Les sites ci-dessous ont la particularité d'être bien communicants. Ainsi, il est parfois possible de se renvoyer les coqs d'un site à l'autre lorsqu'une équipe, en action sur l'un d'eux, sort au filet démaillé un oiseau pris, donnant par conséquent la fuite aux autres.

Piste walibi : A 2000 mètres d'altitude sur une piste de ski, il a pu être observé au moins trois coqs dont deux capturés dans la même matinée à une heure d'intervalle.

Rocher noir : A 1900 mètres d'altitude sous le télésiège du rocher noir et en bordure de piste de ski, quatre à six coqs et deux poules sont régulièrement présents. Mais la place de chant a été plutôt calme cette année. Les coqs chantaient depuis les câbles des remontées mécaniques, passant au-dessus de la place de chant. A noter que lors d'une matinée, la place a été complètement désertée, aucun coq n'ayant été détecté, ce qui est tout à fait exceptionnel.

La Masse : Au lieu-dit Le Jettay, à 1900 mètre d'altitude, la place de chant est sur la piste de ski, avec l'observation de sept coqs au moins. Malgré la pluie et le brouillard, quatre coqs ont été capturés et équipés le même jour, 1 à 5h30, 2 à 5h45 et 1 à 6h30 ! Tous furent équipés loin en aval de 200 m de la place de chant, dans un « tunnel à skieurs » laissant la place libre de perturbations et permettant le retour rapide des oiseaux. Avec 3 opérateurs, deux ayant été chargés d'équiper pendant qu'un dernier surveille la place en cas de nouvelle capture.

Cartographie des sites de captures dans la vallée des Bellevilles



Cartographie des sites de captures dans les vallées de Méribel et de Courchevel



3.2. Les tétras-lyres capturés et suivis en période hivernale

Les oiseaux capturés et équipés en 2019 et suivis en hiver 2019 – 2020 :

- César qui a stationné dans la vallée de Chavière après avoir traversé deux cols à des altitudes supérieures à 2500 mètres sur une distance avoisinant les dix kilomètres en juin. Encore immature au moment de sa capture dans la vallée de Méribel, ce coq dont on pouvait prévoir une stabilisation à proximité d'une place de chant au cours de l'automne, ne s'est véritablement cantonné qu'au printemps 2020 (à l'âge de deux ans).

- Calu est resté sur son territoire de capture, la place de chant du Rocher noir aux Ménuires.

- Caramel est resté sur ou, à proximité, de son territoire de capture à Méribel-Mottaret, sur la place de chant du Vallon.

Les oiseaux capturés et équipés en 2020 (Cf. tableau I et II) :

29 tétras lyres ont été capturés lors de la campagne qui s'acheva le 26 mai 2020, 26 ont été équipés d'une balise GPS dont trois furent recapturés :

- 14 nouveaux individus (13 coqs et 1 poule) équipés dans la vallée de Méribel (dont 3 recaptures avec Caramel équipé en 2019, Dionysos et Dartagnan recapturés le lendemain de leur capture).

- 2 nouveaux individus capturés dans la vallée de Courchevel.

- 10 nouveaux individus capturés dans la vallée des Bellevilles.

Nous avons pu constater que, après les captures, de toute évidence stressantes pour les oiseaux, les individus capturés et non capturés reviennent généralement très rapidement sur la place de chant. Dès le lendemain, on peut observer sur la même place de chant, les coqs en train de parader et de défendre leur place. Le taux élevé d'hormones sexuelles limite très probablement les conséquences physiologiques du stress de la capture à cette époque de l'année.

3.3. Les tétras-lyres suivis hors période hivernale

- Calu a très probablement été prédaté le 13 juin 2020. Seules quelques plumes et sa balise intacte furent retrouvées.

- Doryphore a été prédaté le 30 avril 2020, très probablement par un renard observé régulièrement lors des opérations, soit 8 jours après sa capture. C'est le cas le plus précoce de mortalité observé à ce jour. D'autres plumées d'oiseaux non équipés ont été retrouvées dans la zone ce qui laisse supposer une forte pression de prédation sur cette place de chant cette année. Il est par conséquent difficile d'affecter cette mortalité précoce à un stress lié à la capture.

- Droopy a émis un dernier point GPS le 13 juin 2020 et la balise reste aujourd'hui encore introuvable. Aucune plumée ou indice de prédation n'a été retrouvé sur l'emplacement du dernier point GPS.

- Dino et de Dopamine. Leurs balises furent retrouvées intactes et en l'absence de plumée, respectivement les 17 et 30 juin 202. Les deux balises furent posées en « baudrier » ce qui laisse supposer qu'une baisse de poids de l'animal lors de la couvée pour la femelle et une pose mal effectuée pour le mâle soient à l'origine de ces pertes.

- Compte tenu de la perte de la balise sur la poule « Dopamine », une demi-journée de capture au chien d'arrêt fût organisée par l'OFB, le 13 juillet 2020. L'objectif était de recapturer cette femelle à proximité de l'endroit au fut localisé le nid éclos (site de capture de Rocher noir en amont du lac des Bruyères). Lors de cette journée, deux femelles (Dynamite et Daisy) ont pu être capturées et équipées de balise GPS.

En conclusion, ce sont vingt-six coqs qui sont équipés d'une balise GPS sur le territoire des trois vallées en juillet 2020. Vingt-quatre d'entre eux furent équipés en 2020 et deux d'entre eux furent équipés en 2019.

Il est remarquable, de signaler outre le nombre élevé de captures, le fort pourcentage de coqs immatures capturés en 2020 (16 immatures pour seulement 6 adultes, soit 72%). En 2019, déjà, ce pourcentage avait atteint 50% ce qui traduit sur la zone d'étude, un fort recrutement en 2018 et 2019.

Date	Lieux-dit	Commune	Nbr coqs vus	Nbr poules vues	Nbr coqs Manqués	Nbr Tly capturés	Nbr Tly recapturés	Numéro et type de balise	Nom TLY
22-avr	Burgin	Méribel	12	1	6	2	1	OT 804	Dyonisos
								OT 807	Doryphore
								OT 804	Dyonisos
23-avr	Le chalet des creux	Courchevel 1850	1	0	0	1	0	OT 536	Dameur
24-avr	Burgin	Méribel	11	1	0	1	0	OT 802	Django
27-avr			11	1	0	1	0	OT 530	Dallas
28-avr	Côte 2000	Méribel-Mottaret	4	1	0	1	0	sans	sans
29-avr			6	2	0	0	0	sans	sans
30-avr			7	2	1	0	0	sans	sans
02-mai			10	2	0	3	0	OT 200531	Darwin
								OT 200532	Dalton
								Biotrack 45405	Donald
04-mai	10	2	0	2	0	Biotrack 44945	Donuts		
						Biotrack 45406	Dopamine		
05-mai	L'Arpasson	Méribel	6	2	0	1	0	OT 200534	Dartagnan
06-mai			6	2	1	0	1	OT 200534	Dartagnan
07-mai			5	1	0	1	0	OT 190807	Dali
09-mai	Piste walibi	Les Ménuires	3	0	0	1	0	OT 200538	Dédé
			3	0	0	1	0	OT 200535	Donald
11-mai	Rocher noire	Les Ménuires	4	2	0	1	0	Biotrack 45407	Dory
12-mai			5	0	0	1	0	OT 200533	Déconfiné
13-mai			2	0	0	0	0	sans	sans
14-mai	La Masse	Les Ménuires	7	0	1	4	0	OT 200539	Droopy
								OT 200529	Djal
								OT 190806	Deadpool
								Biotrack 45404	Destroy
15-mai	Rocher noire	Les Ménuires	3	0	0	0	0	sans	sans
18-mai	Le chalet des creux	Courchevel 1850	3	1	1	1	0	OT 200537	Darkvador
19-mai	Piste du Vallon	Méribel-Mottaret	5	0	0	1	0	Biotrack 45409	Diot
19-mai			0	0	0	1	0	Biotrack 44944	Donatello
20-mai			0	0	0	0	1	Cf. données 2019	Caramel
25-mai			6	0	0	0	0	sans	sans
26-mai			8	0	0	1	0	Biotrack 45408	Dino

Tableau II : Caractéristiques des tétras lyres équipés de balise GPS durant la campagne de capture 2020

Nom TLY	Sexe	Type de pose	Poids (g)	Longueur aile pliée (cm)
Captures effectuées lors de la campagne de capture 2020				
Dyonisos	Mâle	Harnais simple	1450	27
Doryphore	Mâle imm.		1210	26,5
Dameur	Mâle		1300	27
Django	Mâle imm.		1200	26
Dallas	Mâle imm.		1100	26
Darwin	Mâle		1300	27
Dalton	Mâle		1250	27
Donald	Mâle imm.		1150	26
Donuts	Mâle		1350	26,5
Dopamine	Femelle		Baudrier	1050
Dartagnan	Mâle imm.	Harnais simple	1200	26
Dali	Mâle imm.		1250	26
Dédé	Mâle imm.		1250	26
Donald	Mâle imm.		1250	26,5
Dory	Femelle imm.	Baudrier	950	23,5
Déconfiné	Mâle imm.	Harnais simple	1200	26,5
Droopy	Mâle imm.		1100	26
Djal	Mâle imm.		1200	26,5
Deadpool	Mâle		1300	27,2
Destroy	Mâle imm.	Baudrier	sans	25,5
Darkvador	Mâle imm.	Harnais simple	1050	26
Diot	Mâle imm.	Baudrier	1200	26,5
Donatello	Mâle imm.		1200	26
Dino	Mâle imm.		1120	26
Captures effectuées au chien d'arrêt par l'OFB				
Dynamite	Femelle	Harnais simple	<i>Non noté</i>	<i>Non noté</i>
Daisy		Baudrier	<i>Non noté</i>	<i>Non noté</i>

IV. Bilan des oiseaux suivis (toutes saisons)

Depuis le début de l'étude, 64 tétras-lyres ont été équipés de balises GPS dans les stations des 3 vallées dont 8 femelles et 56 mâles.

Ces oiseaux se répartissent entre les 3 stations de la façon suivantes : 35 à Méribel, 26 aux Menuires et 3 à Courchevel.

Les causes de fin de suivi sont représentées dans la figure 1 ci-dessous :

Repartition des causes d'arrêt de suivi des balises

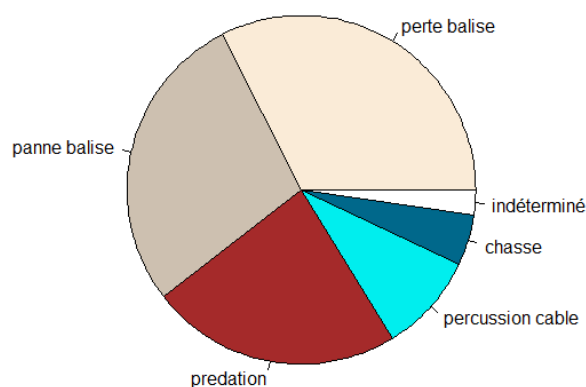


Fig. 1

Dans plus de 60% des cas, la cessation du suivi des oiseaux est due à (i) une perte de la balise (manque d'expérience dans la pose) ou (ii) à défaut de fonctionnement des balises.

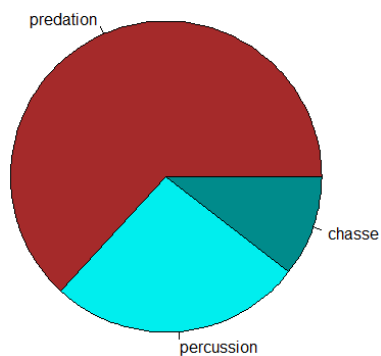
Différentes marques et modèles de balises GPS ont été testés depuis le lancement de cette étude en 2016. Parmi les quatre marques testées, deux se sont révélées totalement inadaptées pour notre étude :

- La marque allemande « E-obs », testée en 2018. Ces balises qui ne présentent pas de surélévation du panneau solaire empêchent le rechargement de la batterie et donc le suivi des oiseaux sur le moyen et long terme, qui plus est lorsque les conditions environnementales hivernales consomment fortement les batteries.
- La marque française « Xerius » dont deux des cinq balises testées en 2019 sont tombées en panne au bout d'un mois de suivi. Le hasard a voulu que nous retrouvions plus d'un an après sa capture l'un des coqs équipés de ce type de matériel. Celui-ci s'est tué le 29 juillet 2020 en percutant une vitre coupe-vent sur la terrasse du restaurant des Plan des mains (piste du vallon à Méribel).

Les balises GPS qui répondent au mieux aux attentes et aux contraintes imposées par l'étude sont les balises de marque « Ornitela » et « Biotrack -Lotek ».

En ce qui concerne, les causes de mortalités des oiseaux équipés, la proportion de causes naturelles par prédation (carnivores ou rapaces) est de 62% contre 38% pour les causes de mortalité d'origine anthropique (percussion câbles, chasse). Dix cas de prédation ont donc été répertoriés, ainsi que quatre cas de percussion dans des câbles de remontées mécaniques et deux oiseaux tués à la chasse (Figure 2).

Repartition des causes de mortalité des oiseaux équipés de balises



2

Fig. 2

Si l'on intègre à ce calcul les oiseaux dont la balise était tombée en panne, mais qui ont par la suite pu être récupérées (soit deux autres coqs tués à la chasse et le coq précédemment mentionné qui a percuté la vitre), on observe pratiquement une part égale entre causes de mortalité naturelles et anthropiques (10 *versus* 9).

Force est de constater que ce deuxième calcul surestime les causes d'origine anthropique puisque aucune (i) balise tombée en panne et qui a ensuite (ii) été prédatée, n'a de chance d'être récupérée.

Bien que la taille de l'échantillon ne soit pas encore suffisante pour conclure de manière robuste sur les proportions et les causes de mortalités, il semblerait à ce stade que les causes de mortalité d'origine anthropique jouent un rôle non négligeable dans la mortalité des tétras observée en domaine skiable.

Les durées de suivi, les causes de mortalité et les marques de balises GPS utilisées pour chacun des oiseaux équipés sont présentées dans la figure 3 ci-dessous.

Durée de suivis des Tetras-lyres équipés dans les 3 vallées

de Abel à Arcosse : capture 2017, de Bandit à Boule : capture 2018,
de Cabourd à Couscous: capture 2019, de Dino à Droopy : capture 2020

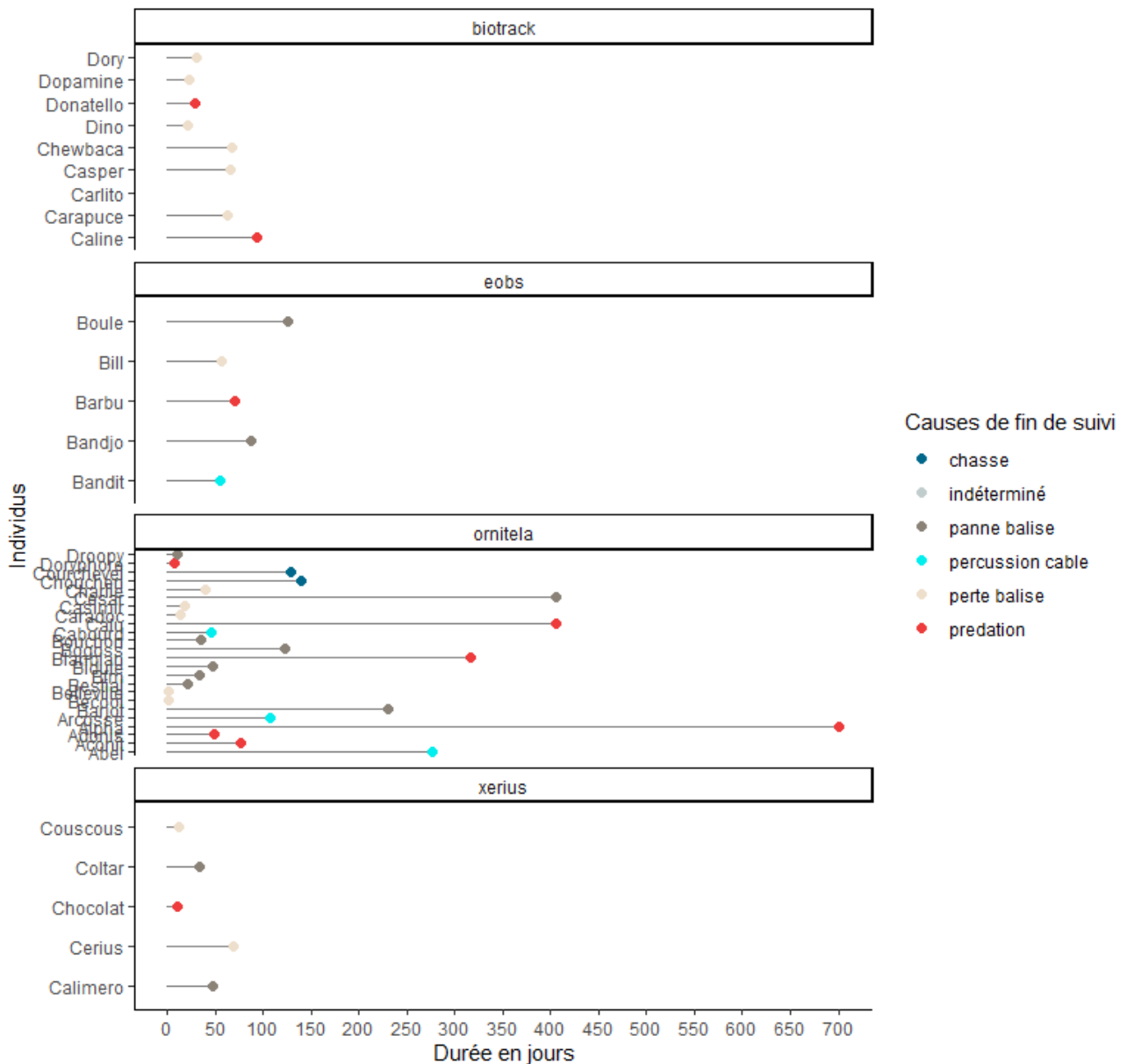


Fig. 3 : les balises GPS de type « Biotrack-lotek » présentent une forte proportion de perte due à une pose en baudrier de ces balises (manque d'expérience).

IV. Bilan des oiseaux suivis en période hivernale

Le tableau III ci-dessous présente la liste des oiseaux qui ont fourni des localisations pendant la période hivernale (15 décembre au 31 mars).

Compte tenu des aléas précédemment évoqués, ce sont seulement six oiseaux sur soixante-quatre qui ont été suivis pendant la période hivernale. Parmi ces six oiseaux, un mâle a vu sa balise tombée en panne le 3 janvier et une femelle est morte en février après avoir percuté un câble de remontée mécanique.

Depuis le début de l'étude seuls trois coqs ont été suivis sur deux hivers consécutifs. Parmi ces coqs, César, immature au printemps 2019, a quitté la zone de capture (station de Méribel) pour aller s'installer dans la vallée

de Pralognan.

Tous ces oiseaux ont été équipés de balises GPS de marque Ornitela. Ces balises dont un panneau solaire assure la recharge de la batterie, fonctionnent très bien de mars à octobre (1 à 6 localisations par heure). En revanche de décembre à février, la balise assure difficilement de 1 à un maximum de 3 localisations par jour. Cette programmation est suffisante pour pouvoir définir des domaines vitaux saisonniers mais insuffisante, pour définir une trajectoire journalière et donc avoir une approche comportementale fine.

Tableau III : Liste des tétras-lyres suivis pendant la période hivernale dans les stations des 3 vallées.

Nom animal	Sexe	Date	Commune	Date de fin de suivi	Cause de fin de suivi	GPS_marque	Durée de suivi (j)
Abel	Femelle	18/05/2017	Meribel	19/02/2018	Percussion câble	ornitela	277
Alpha	Male	24/05/2017	Meribel	25/04/2019	Prédation rapace	ornitela	701
Barjot	Male	17/05/2018	Belleville	03/01/2019	Panne balise	ornitela	231
Blanblan	Male	11/10/2018	Belleville	23/08/2019	Prédation indéterminée	ornitela	316
Calu	Male	03/05/2019	Belleville	11/06/2020	Prédation rapace	ornitela	405
Cesar	Male	14/05/2019	Meribel	22/06/2020	Panne balise	ornitela	405

V. Illustration de quelques résultats et analyses

5.1. Pandémie « Covid19 », confinement et fermeture des domaines skiabiles : le cas du coq Calu :

Nous avons collectivement vécu ce printemps un évènement unique dans l'histoire récente à savoir le confinement complet de la société française pour cause de pandémie. Cette pandémie a eu entre autres conséquences, la fermeture des stations de sports d'hiver à partir du 16 mars.

Dans le contexte de notre étude des effets du dérangement sur le comportement du Tétrás-lyre, nous nous sommes trouvés devant la possibilité improbable d'évaluer la réponse comportementale des oiseaux à un arrêt complet de la présence humaine au sein de la station de ski.

Dans l'analyse préliminaire rapidement exposée ici, nous avons mobilisé les données obtenues à partir des localisations d'un coq de tétras-lyre, le coq Calu, capturé au printemps 2019 dans la station des Menuires sur la place de chant du Rocher Noir à proximité du télésiège du même nom.

Cet oiseau est équipé d'une balise Ornitela de 25 grammes solaire. Comme toutes les balises de ce type elle a fourni une fréquence de localisation très élevée en été (jusqu'à une localisation toutes les 10 minutes) puis, en préparation du faible éclairage hivernal, nous avons réduit sa programmation à une localisation toutes les deux heures en septembre afin que la charge soit maximale à l'entrée de l'hiver. Comme on peut le voir sur la figure 4, en décembre, nous avons approximativement une localisation toutes les 3 heures soit 4 à 5 localisations par jour, fréquence qui s'est encore réduite en janvier et février à 2 à 3 localisations par jour. A partir de mars, période qui nous intéresse dans cette analyse, nous avons réussi à remonter à une localisation par heure environ. Cette fréquence est suffisante pour caractériser le comportement journalier de l'oiseau.

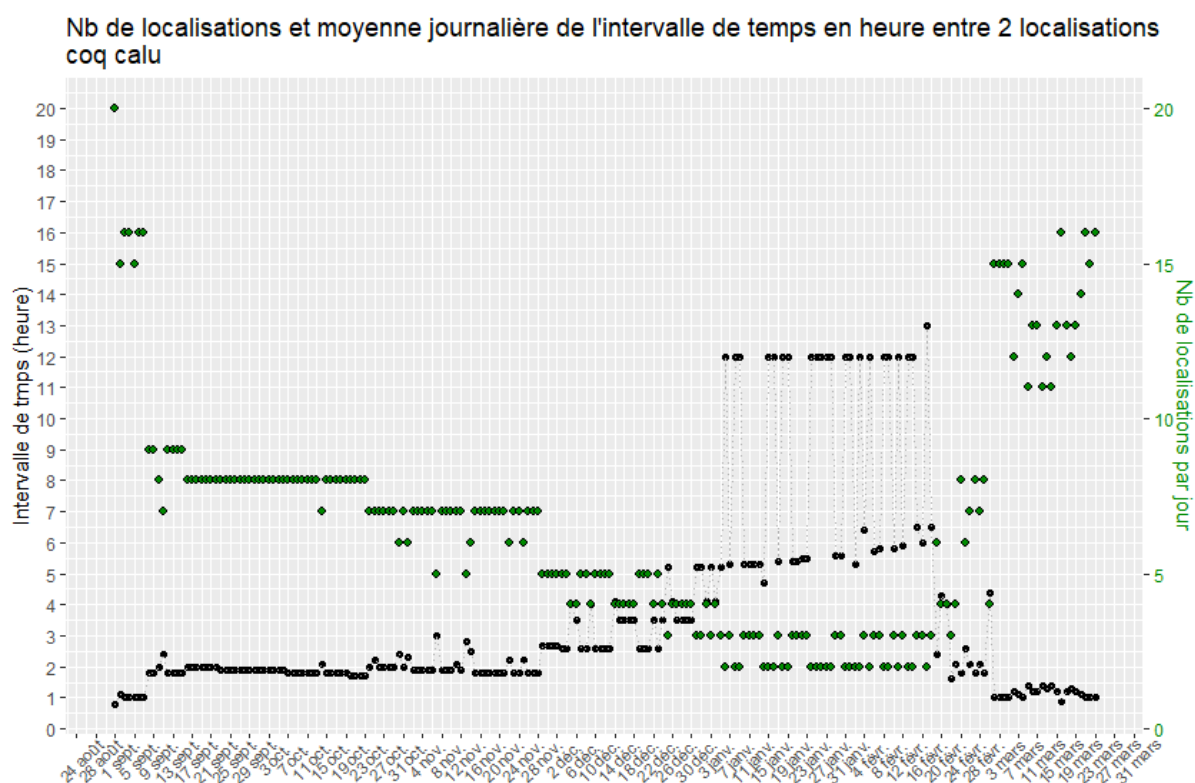


Fig. 4 Afin d'évaluer cette réponse comportementale, il nous fallait tenter d'expliquer la position de l'oiseau en fonction de diverses variables environnementales avant le confinement (donc en pleine période d'activité de la station) et de voir si cette relation se maintenait ou était modifiée après sa fermeture.

Pour qualifier en tout point de l'espace, les variables environnementales, nous avons mobilisé deux types d'informations :

- Une description de l'habitat que nous avons obtenu en cartographiant et classant la végétation à partir de la photo-aérienne, en deux modalités, bois feuillu et lande ouverte. A cette période de l'année, il apparaît assez simple de caractériser l'habitat d'un tétras, puisque pour lui il se réduit à la présence de la végétation ligneuse qui dépasse de la neige. Dans le cas du coq Calu, la seule végétation accessible à ce moment dans son domaine vital hivernal était le bois de feuillu composé d'un mélange d'Erable, d'Aulne vert, de Sorbier, de Bouleau et de Saule marsault qui se trouvait en bas de versant. La figure 5 ci-dessous montre les localisations de Calu de décembre au 15 mars. On observe facilement la concentration des localisations dans les bois de feuillus en bas de versant.

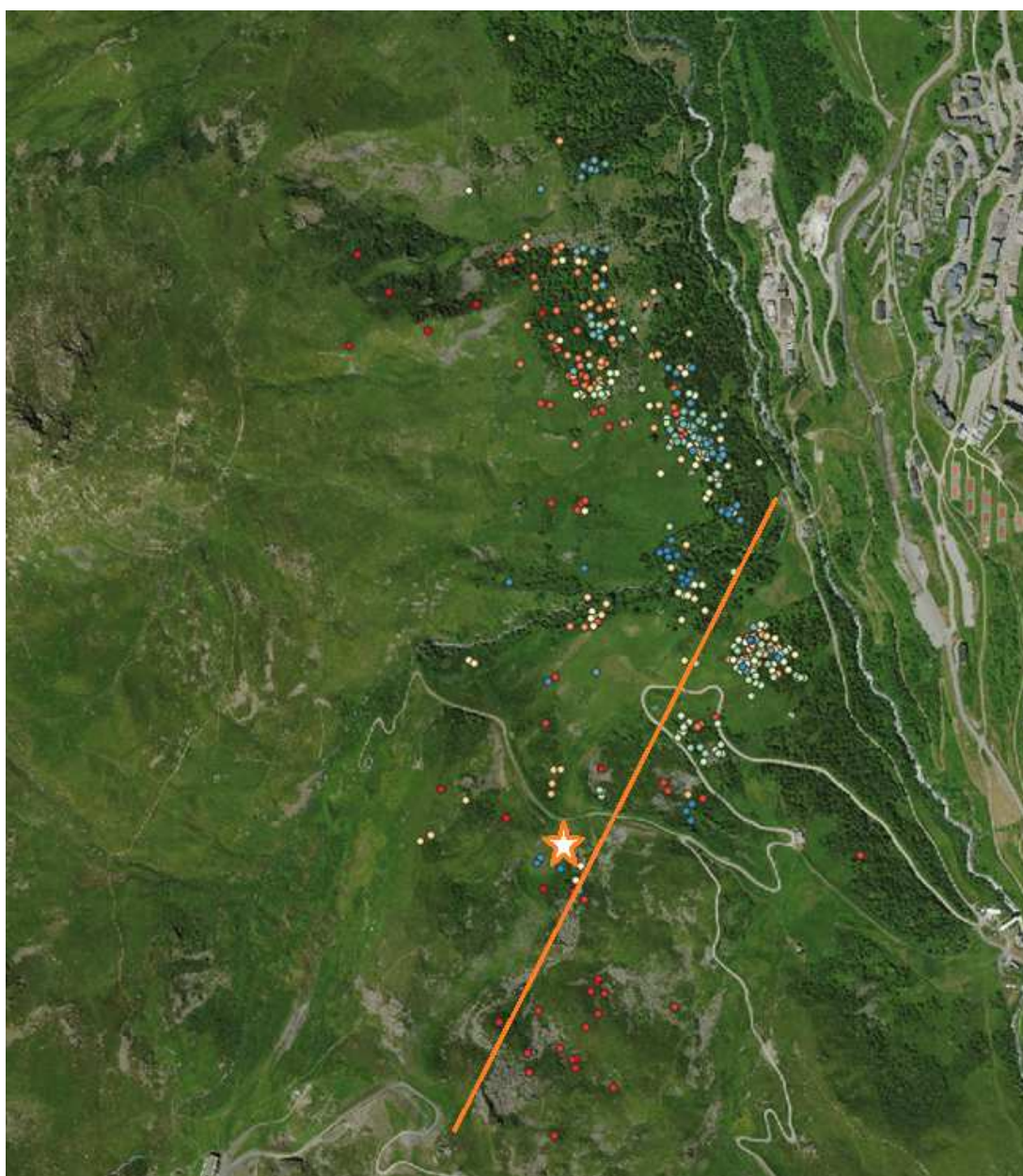


Fig. 5 : Localisations du coq Calu de mi-décembre à mi-mars, Secteur du Rocher Noir, station des Menuires. Les coloris des points vont de rouge en décembre, orange au jaune clair en janvier - février et bleu en mars. L'étoile orange indique la position de la place de chant. La ligne orange celle du Télésiège du Rocher Noir.

- Une cartographie de la pression de dérangement humain. Pour ce faire nous avons mobilisé les tracés obtenus en hiver par l'application mobile Strava.

<https://www.strava.com/heatmap#13.90/6.23277/45.64039/hot/winter>

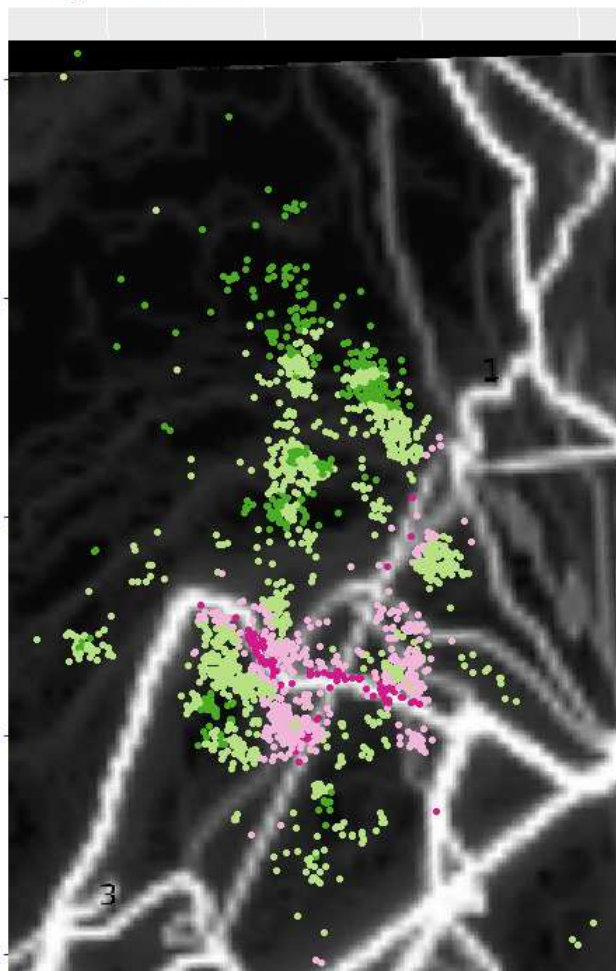
Cette application à destination des sportifs, une fois chargée sur leurs smartphones, mémorise les trajets qu'ils suivent. Ces tracés ne sont pas téléchargeables comme tels mais après diverses manipulations nous avons réussi à obtenir un raster de la zone d'intérêt avec un niveau de fréquentation classé de 0 à 1.

La figure 6 donne un aperçu de ce fond issu de Strava (ici plus l'intensité de dérangement est forte plus la teinte est claire) sur lequel nous avons superposé les localisations du coq Calu. Les colorations vertes des points correspondent à des localisations dans des zones faible pression de dérangement. Il s'agit essentiellement des zones de bois de feuillus fréquentées sporadiquement par les skieurs hors-pistes. Les localisations roses et rouges correspondant à des localisations à proximité immédiates des pistes damées.

Fig. 6

Localisation du coq calu et intensité du dérangement

Du 1er janvier au 15 avril



Le coq Calu a-t-il recherché en priorité les endroits les moins dérangés à l'intérieur de son domaine vital ?

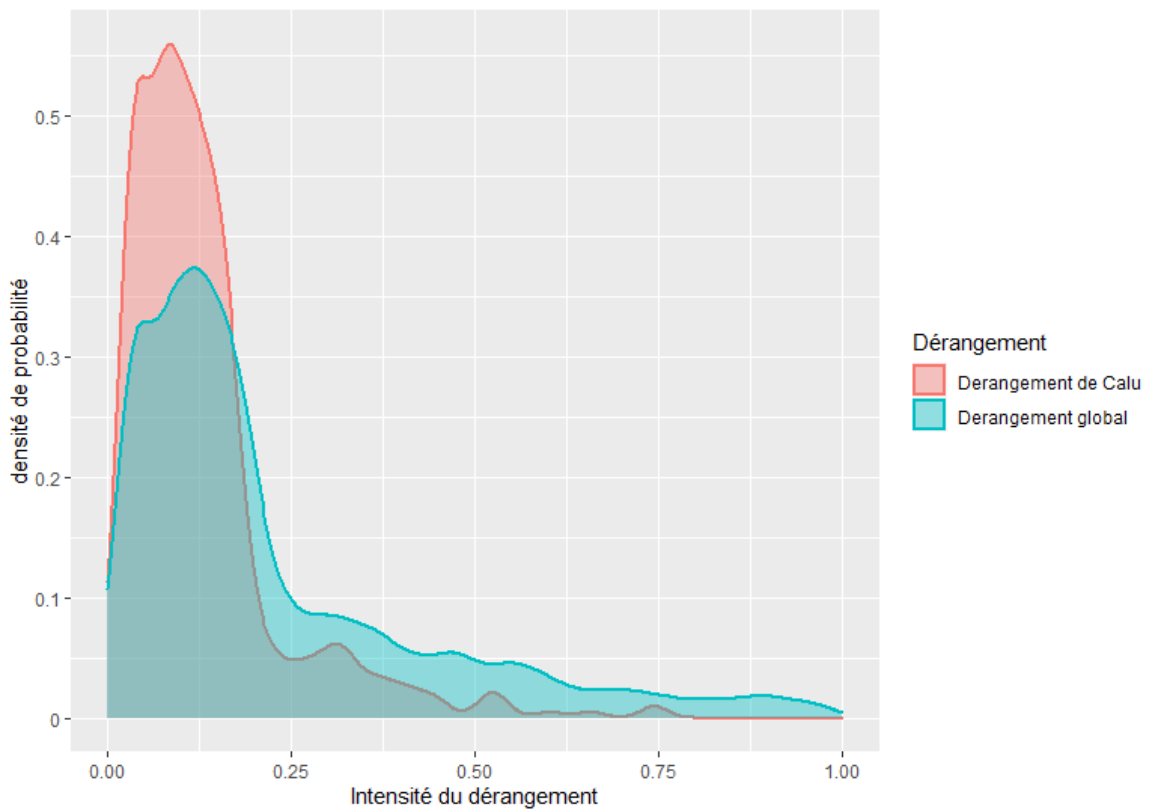
La figure 7 représente la distribution des valeurs de dérangements des localisations de Calu et celle de son environnement, (voir la figure 8 qui montre le contour de cette enveloppe spatiale) en période hivernale.

On constate qu'effectivement, l'essentiel des localisations se concentre dans des niveaux de dérangement < 0.25 soit des zones boisées à l'écart du flux continu de skieurs sur les pistes et qu'il n'y a pratiquement aucune localisation au-dessus d'un indice de dérangement de 0.6.

Toutefois, ces différences ne sont pas si tranchées et surtout l'intensité de dérangement est fortement superposée au type d'habitat (milieux ouverts *versus* milieux boisés) tant et si bien qu'il est difficile de savoir si l'oiseau recherche la relative tranquillité en priorité ou une ressource de nourriture fournie par les boisements feuillus.

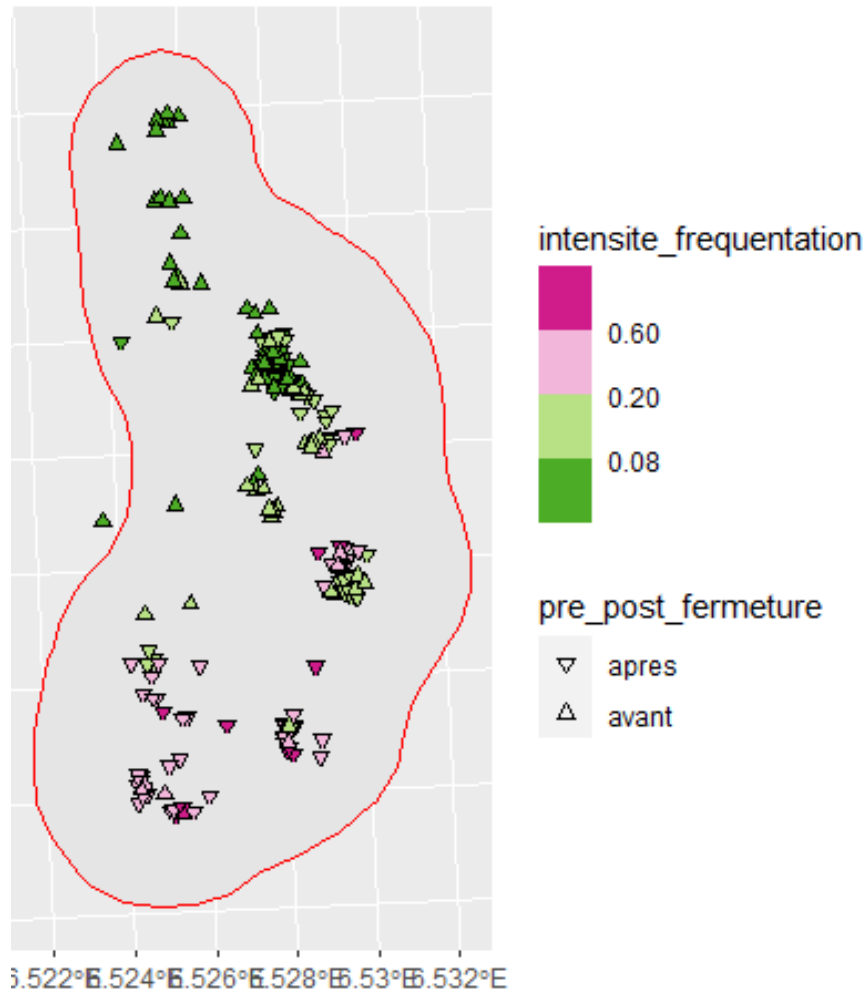
Fig. 7

Comparaison de la distribution des niveaux de dérangement des localisations de Calu et de son environnement



Sur la figure 8, seules sont représentées les localisations du mois de mars avec une représentation différente pour les localisations avant et après la fermeture de la station.

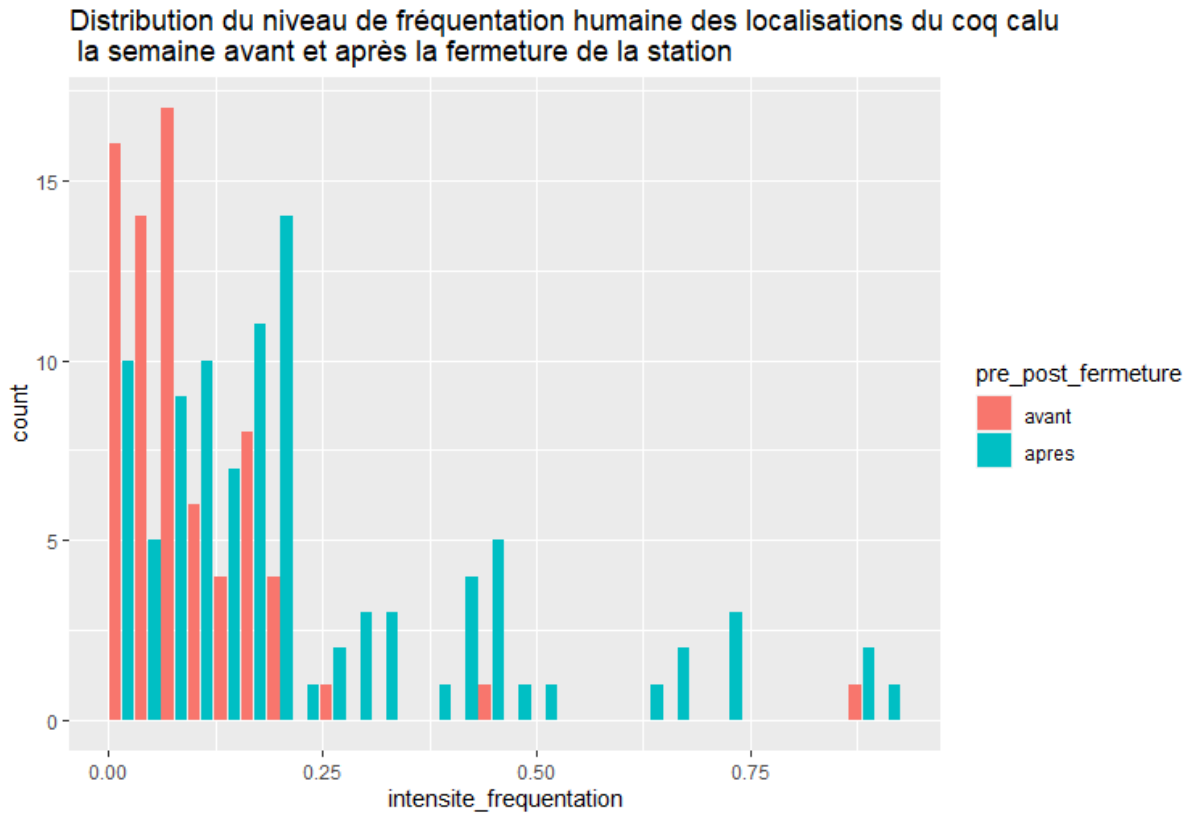
Fig. 8



Un simple examen visuel de la figure 8 suggère qu'après le confinement, ce coq a occupé beaucoup plus souvent une zone potentiellement très fréquentée en bas de la figure, pouvant laisser penser que ce comportement résulte justement de l'absence de dérangement.

Un examen de la distribution des intensités potentielles de dérangement avant et après la fermeture de la station le suggère aussi fortement. Les intensités de fréquentations des localisations supérieures à 0.2 étaient exceptionnelles avant la fermeture et beaucoup plus fréquentes par la suite (Figure 9). A noter que l'intensité de la fréquentation a été normée pour varier entre 0 et 1. Il faut bien sûr comprendre ceci comme un indice relatif du niveau de dérangement. En l'absence de calibration de cet indice, il est difficile de savoir ce à quoi il correspond vraiment en termes de nombre de passages par jour. On peut simplement supposer que les valeurs très faibles ne correspondent certainement pas à de l'absence de dérangement mais à une fréquentation probablement journalière d'un très faible nombre de skieurs. A l'inverse, les valeurs très forte > 0.7 correspondent clairement à l'emplacement des pistes et des remontées mécaniques.

Fig. 9



Cependant, dans les raisons qui conduisent un animal à occuper telle ou telle portion de l'espace, il n'y a pas uniquement la recherche de ressources alimentaires, de couvert ou de tranquillité, il y a aussi des causes de nature sociale, notamment la recherche d'un partenaire sexuel. Dans le cas du Tétralyre, qui plus est dans le cas des mâles, une partie de leur motivation à choisir un endroit donné est bien entendu liée à l'activité de parade.

Dans ce cas particulier, ces localisations correspondent justement à des positions proches de la place de chant qui se trouve sur la piste de ski. Ce cas de figure est très classique en station où la plupart des places de chant sont justement implantés sur les pistes de ski qui leur offrent les zones les plus dégagées et donc les plus favorables au développement des activités de parade.

Il nous a donc fallu dans un premier temps examiner ce comportement de parade, et voir comment au cours du mois de mars, il se mettait en place.

La figure 10 donne une représentation des distances à la place de chant au cours de la journée et la figure 11 pendant les premières heures du jour, correspondant aux principales heures de parade.

On constate un changement radical de comportement qui semble avoir débuté le 14 mars, période à laquelle l'oiseau est venu chanter tous les matins sur la place sauf peut-être le 18 où il s'est tenu à une centaine de mètres (ce qui n'exclue pas bien sûr qu'il ait aussi paradé ce matin-là).

Avant cette date la fréquentation de la place de chant était plus sporadique et en moyenne l'oiseau se tenait à plus de 500 mètres de celle-ci, justement dans ces formations boisées où il avait passé l'essentiel de l'hiver.

Fig. 10

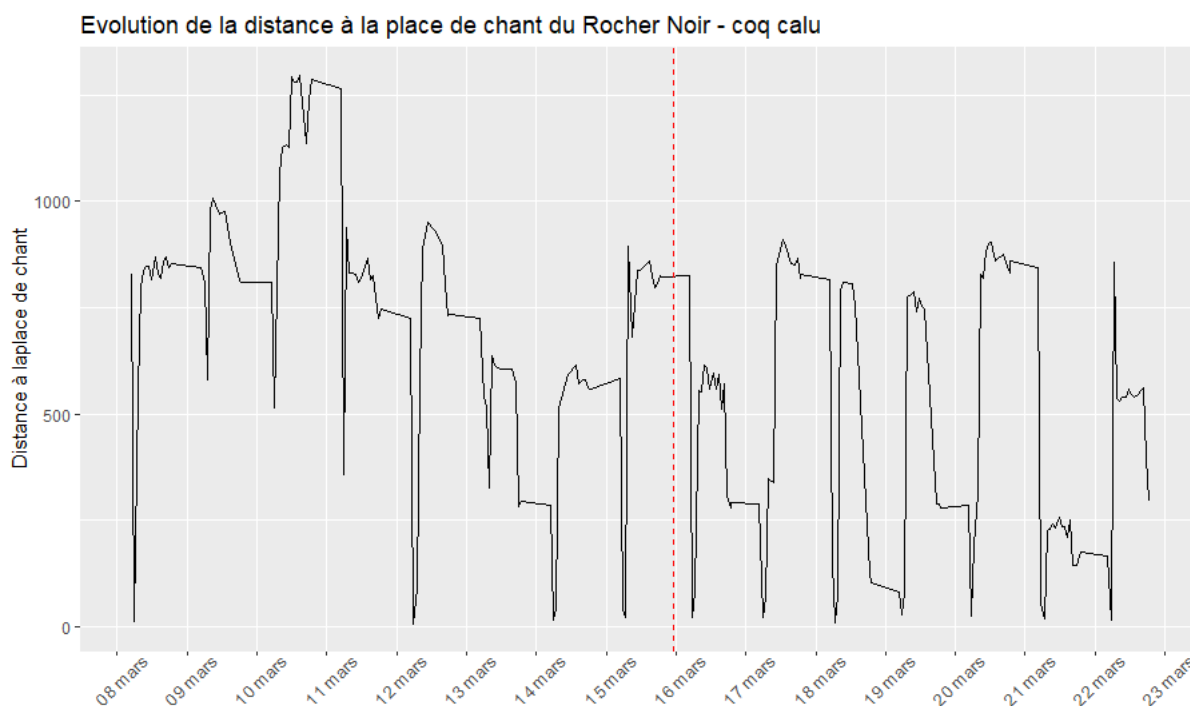
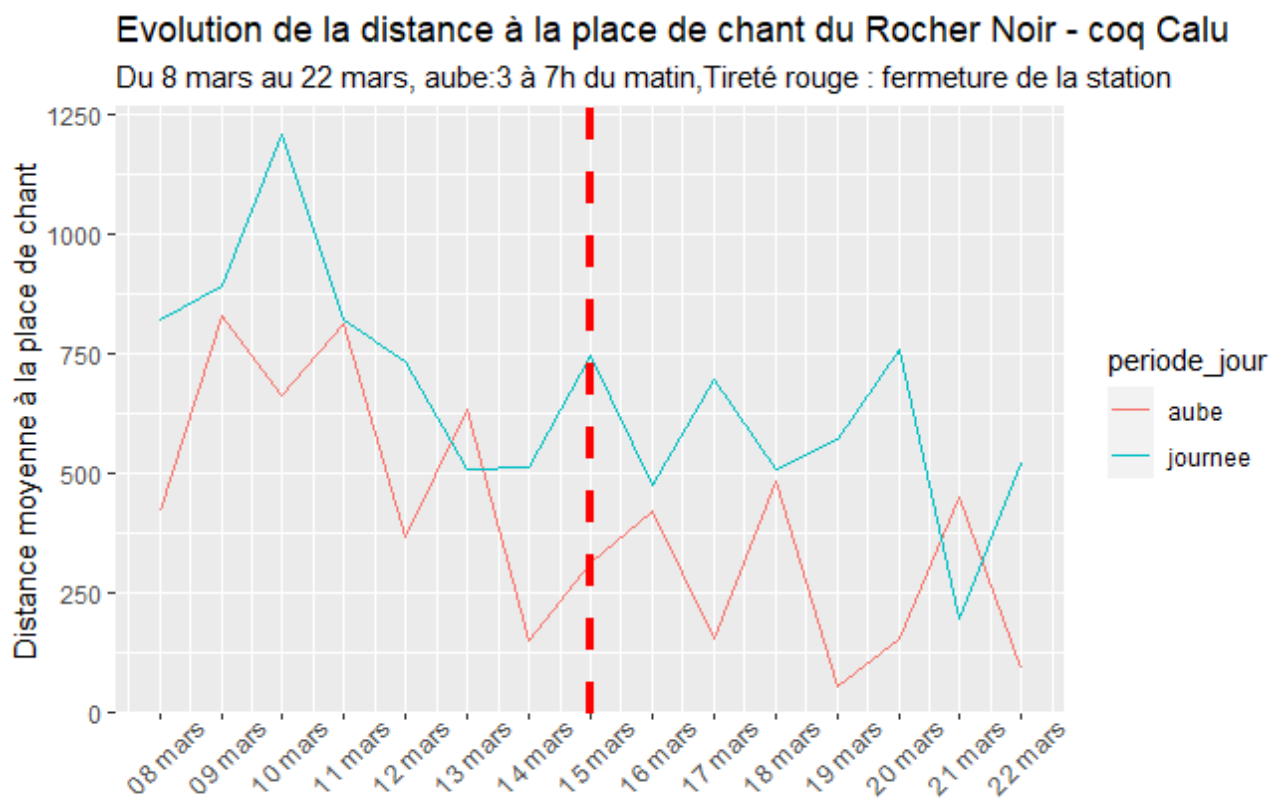


Fig. 11



Nous avons donc autour de la date charnière du 16 mars, la concomitance de deux évènements, la fermeture de la station et le démarrage de l'activité de parade régulière de ce coq.

Comme la proximité de la place correspond à la partie la plus dérangée de son domaine vital, la question est donc de savoir s'il fréquente à partir du 16 mars, ces zones auparavant dérangées parce qu'elles ne le sont plus ou parce qu'elles sont celles qu'il aurait de toute façon occupées parce qu'il débute son activité de parade au

même moment. Nous avons donc retenu les données obtenues une semaine de part et d'autre du confinement, afin de réduire les effets potentiels des changements comportementaux.

Dans ce contexte, nous avons cherché à répondre à 2 questions :

- Question 1 : la probabilité de se trouver dans un milieu ouvert (donc potentiellement plus exposé au dérangement) est-elle plus forte après la fermeture de la station ?
- Question 2 : la sélection des ressources est-elle modifiée avant et après la fermeture de la station ? Ici les ressources sont définies par trois variables : le type d'habitat (milieu ouvert ou fermé), la distance à la place de chant, le niveau de dérangement potentiel (dérivé de Strava).

Nous avons donc construit deux modèles statistiques qui cherchent à expliquer la probabilité de présence de l'oiseau avec un ensemble de variables environnementales.

Question 1 :

Le modèle statistique utilisé appartient à la famille des modèles linéaire généralisé adaptés à la modélisation d'une variable binaire (régression dite logistique). Il mobilise les localisations de Calu dans la semaine qui précède et suit la fermeture de la station, il relie donc la probabilité d'être dans un milieu ouvert à l'intensité de la fréquentation (variable quantitative normalisée entre 0 et 1), le fait d'être avant ou après (variable qualitative à 2 modalités : avant ou après) et la distance à la place de chant (variable quantitative normalisée entre 0 et 1).

Ce premier modèle ne fait ressortir qu'une seule variable qui influence la propension à être en milieu ouvert : la distance à la place de chant. Plus cette distance est grande moins l'oiseau a tendance à être en milieu ouvert et ce indépendamment du fait d'être avant ou après la fermeture de la station (coef : -7.57, $P = 0.012$).

Le moment de la localisation, effet dont nous voulions quantifier l'influence, montre un coefficient légèrement négatif mais absolument pas significatif (coef : -0.55, $P = 0.79$)

Les interactions possibles entre les variables n'apparaissent pas non plus significatives.

Question 2 :

Pour modéliser ce phénomène de sélection, nous avons d'un côté des présences « vraies » c'est-à-dire les endroits où nous avons obtenu une localisation et un ensemble de « pseudo-absences » plutôt que de véritables absences. En effet, l'absence d'observations à un endroit donné ne peut pas être considérée comme une absence certaine puisque que nos localisations ne constituent qu'un échantillon parmi toutes les localisations de l'animal. Nous avons donc recours à une approximation de ces zones d'absences qui sont déterminées par un ensemble de localisations se trouvant dans l'enveloppe spatiale potentielle de présence de l'oiseau (contour de l'enveloppe visible sur la figure 4). Plutôt que de réaliser un tirage aléatoire dans cette enveloppe nous avons positionné n localisations sur une grille régulière de dix mètres de côté. Les caractéristiques de l'environnement obtenues par ces pseudo-absences sont donc en fait une représentation des conditions qui étaient disponibles pour l'oiseau et au sein desquelles il a opéré un choix.

Avec ce type de modèle (modèle logistique comme précédemment), nous prédisons en fait une tendance à sélectionner ou au contraire à rejeter, telle ou telle combinaisons de modalités des variables environnementales. L'idée c'est de voir si le phénomène de sélection a été influencé par la période avant et après le confinement et si ou par quelle variable.

Nous avons donc réalisé deux modèles, le premier en ne prenant en compte que les localisations de la semaine précédant le 16 mars et le deuxième les localisations réalisées la semaine à partir du 16 mars.

Nous constatons alors une différence effective de sélection des ressources :

- Avant le confinement la seule variable quasiment significative est l'habitat, on voit que les habitats ouverts sont moins utilisés qu'ils l'auraient été si l'oiseau avait utilisé le milieu au hasard (coef : -1.5, $P = 0.07$). L'intensité de la fréquentation ne ressort pas comme variable déterminante, et le fait de se trouver dans un habitat ouvert n'influence pas non plus significativement cette relation.

- Après le confinement c'est clairement la distance à la place de chant qui influence la sélection, mais dans le sens positif c'est-à-dire que l'oiseau sélectionne plus les localisations distantes de la place, ce qui est logique car il passe en fait peu de temps réellement sur la place (coef : 3.6, $P < 0.001$). Ensuite l'habitat l'influence aussi avec une préférence maintenant pour les habitats ouverts (coef : 2.2, $P=0.001$).

Pour conclure, il n'a pas été possible de détecter clairement un effet de la fermeture de la station sur le comportement de ce coq. En effet, le fait que cette fermeture a coïncidé avec le début de l'activité sur la place de chant, cause majeure du changement de comportement, ne nous permet pas d'isoler le facteur dérangement.

5.2. Mesure de la fréquentation : l'exemple d'un suivi à partir de piège-photographique

Dans le cadre de cette étude, la question de l'évaluation de l'intensité de la fréquentation dans le temps et dans l'espace est une question importante.

Dans le chapitre précédent, nous avons montré comment la mobilisation des données de Strava permettait déjà une première approximation de ce dérangement sur le plan spatial. Ces données cependant, ne donne qu'une image relative, non calibrée à l'échelle d'un hiver (en fait la moyenne de deux hivers consécutifs). Elle n'est donc pas actualisée et ne présente pas d'informations sur le déroulement temporel des événements de dérangement.

Pendant l'hiver 2019-2020, nous avons testé pour la première fois l'utilisation de pièges photographiques pour estimer sur un site donné, l'intensité, la nature et le déroulement temporel du dérangement. L'idée était de suivre ce dérangement à proximité ou dans un refuge hivernal, à la fois pour en estimer le respect par les skieurs ainsi que pour étudier l'occupation temporelle de l'espace par les tétras.

Nous avons utilisé un modèle de la marque Moultrie qui donne une image grand angle (180°) et la possibilité de programmer des prises de vue automatiques à une fréquence fixée (donc indépendante du fonctionnement du système de déclenchement automatique infrarouge).

Nous avons disposé deux pièges, l'un dans un des refuges hivernaux de la station de Courchevel (Aiguille du fruit), l'autre au bord du refuge hivernal naturel dans la station des Menuires (petit bois de pin qui n'est pas à proprement parlé un refuge volontaire mais qui joue ce rôle pour les tétras).

Hélas, le piège de Courchevel a été volé rapidement. Positionné en hauteur sur un pylône du télésiège qui passe au-dessus du refuge, nous pensions qu'il serait à l'abri mais en l'absence de protection par un cadenas, ça n'a pas été le cas.

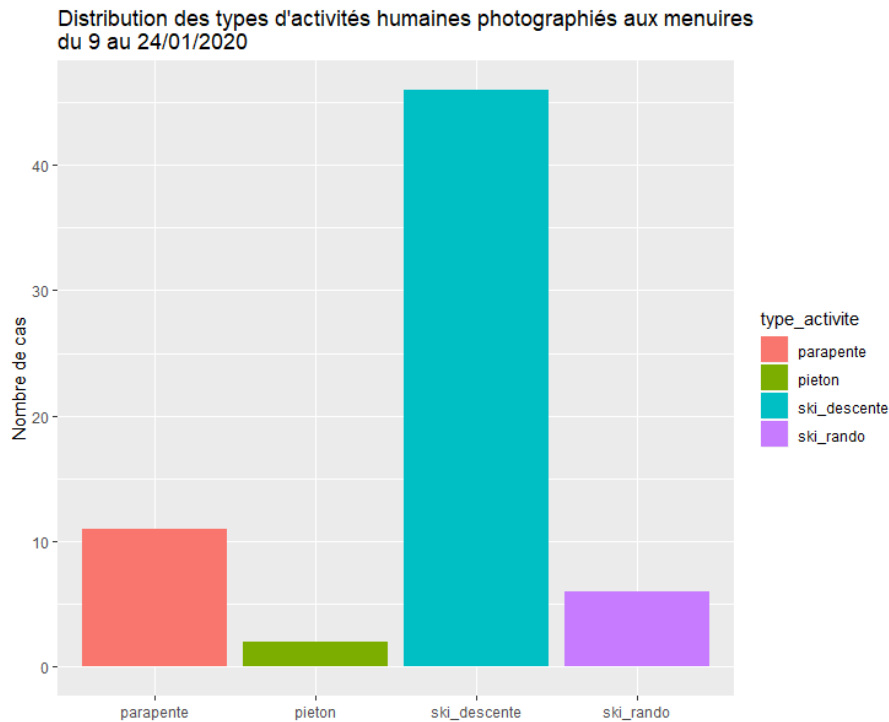
Pour illustrer les potentialités offertes par cet outil, nous présentons ici une première analyse des données obtenues sur le piège des Menuires pendant une période de 15 jours du 9 au 24 janvier 2020.

Ce piège a été positionné en hauteur sur un des pins du bois en lisière, orienté vers l'amont à raison d'une photographie prise toutes les 30 secondes du lever au coucher du soleil.

- Nature des activités humaines à proximité du refuge

La figure 11 suivante montre les proportions relatives de ces activités. On constate avec surprise une activité de parapentes qui se posent à proximité.

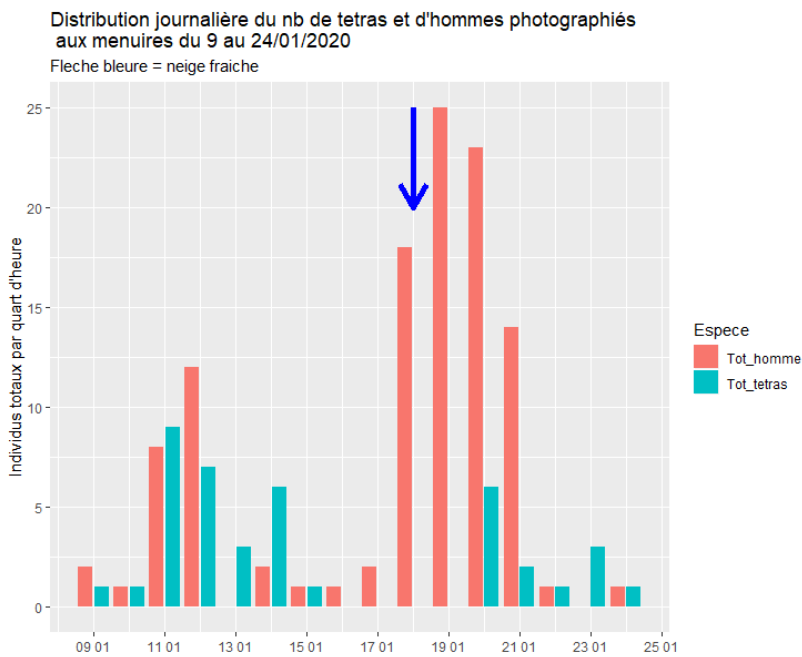
Fig. 11



- Déroulement temporel et intensité de la présence, des hommes et des tétras.

Sur la figure 12 suivante sont représentées simultanément la présence des hommes et des tétras. On constate la très forte influence des conditions de neige sur le niveau d'activités des skieurs. Il faut signaler ce secteur est en fait bordé d'une piste de ski non damée qui est donc utilisée préférentiellement quand la neige est favorable au hors-pistes. A cette époque en dehors des vacances scolaires et avec une faible couverture neigeuse de mauvaise qualité, la fréquentation humaine était en fait très faible à proximité du petit bois servant de refuge. Il y a même eu deux journées sans aucune présence humaine.

Fig. 12

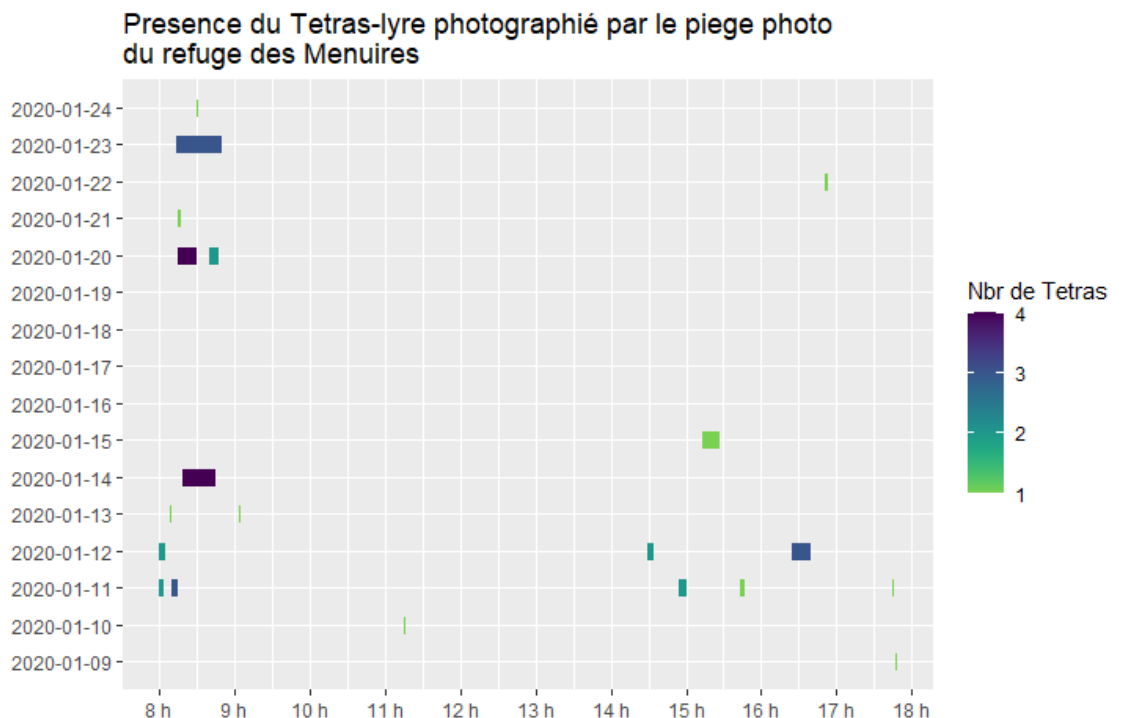


- Intensité et déroulement temporelle de la présence des tétras-lyres.

On constate dans la figure 13 suivante que les tétras ont été observé tous les jours sauf 4 jours d'affilés entre le 16 et le 19 mars.

Les observations se concentrent pendant une petite heure le matin à partir de 8 heures avant le démarrage de la télécabine mais aussi pendant une période plus étalée l'après-midi à certains moments où ils pouvaient rentrer en interactions avec des skieurs

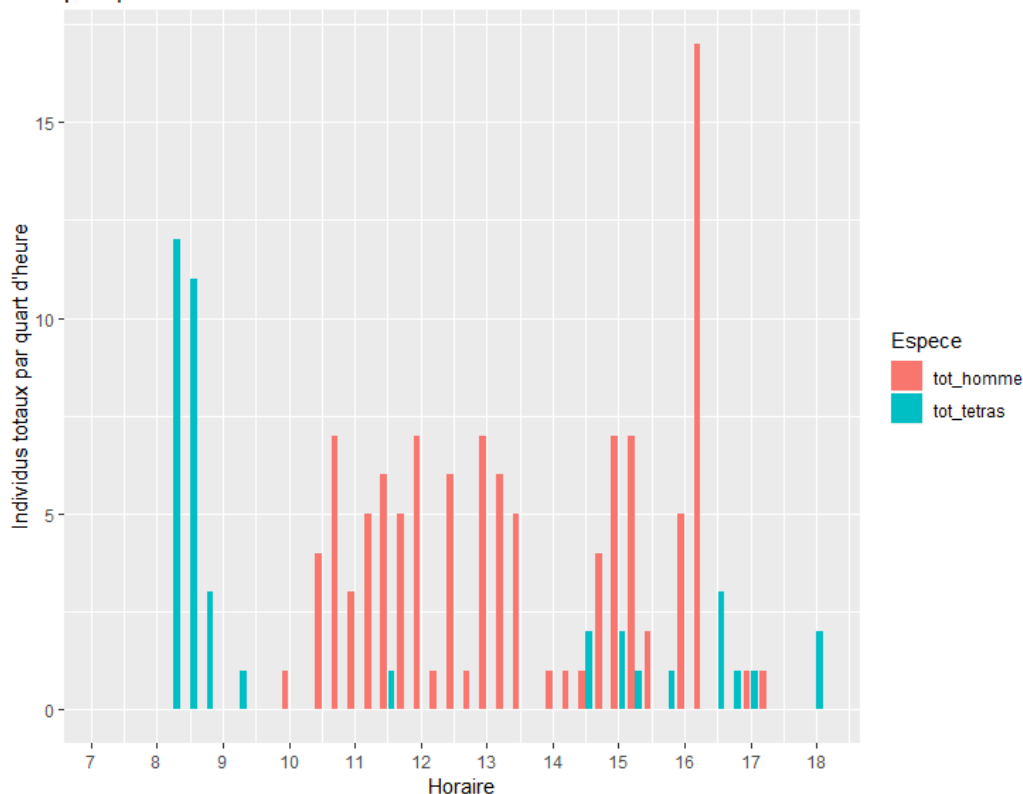
Fig. 13



La figure 14 permet de mieux voir ces interactions tetras-hommes, avec une forte superposition des activités des deux « espèces » dans l'après-midi. Il est assez surprenant que d'assez nombreux contacts avec le Tétrás-

lyre aient été obtenus dans l'après-midi entre 14 et 17h soit bien avant la nuit alors même que l'activité humaine est importante. Les observations du matin sont au contraire très groupées. Elles sont principalement le fait d'oiseaux perchés qui se nourrissent d'aiguilles de pins.

Fig. 14 Distribution horaire du nb de tetras et d'hommes photographiés par quart d'heure aux menuires du 9 au 24/01/2020



Pour conclure, ces tests réalisés nous semblent prometteurs pour mieux estimer localement la réalité de la fréquentation. Nous proposons en 2020 de disposer certains de ces pièges en divers autres endroits ciblés en couvrant une période plus complète de l'hiver.

Rappelons ici, que les problèmes associés au droit à l'image ne se posent pas ici car les clichés grand angle donnent des objets extrêmement petits à identifier ce qui rend absolument impossible la reconnaissance des individus. Voir ci-dessous un exemple de cliché où on voit un piéton dans la partie haute de la moitié gauche.



Remerciements :

Nous tenons à remercier ici l'ensemble des partenaires de l'étude ainsi que les personnes qui ont participé à la campagne de capture de ce printemps 2020 :

Pour le SD05 OFB : *Thillet D, Bergeretti O, Guilhem P, Sallée L, Limon S, Cartet T, Roy R, Conraud R, Boyer S.*

Pour la DRAS OFB : *Montadert M, Sénéchal. C apprenti Master2 ;*

Pour le Parc National des Ecrins : *Papet.R*

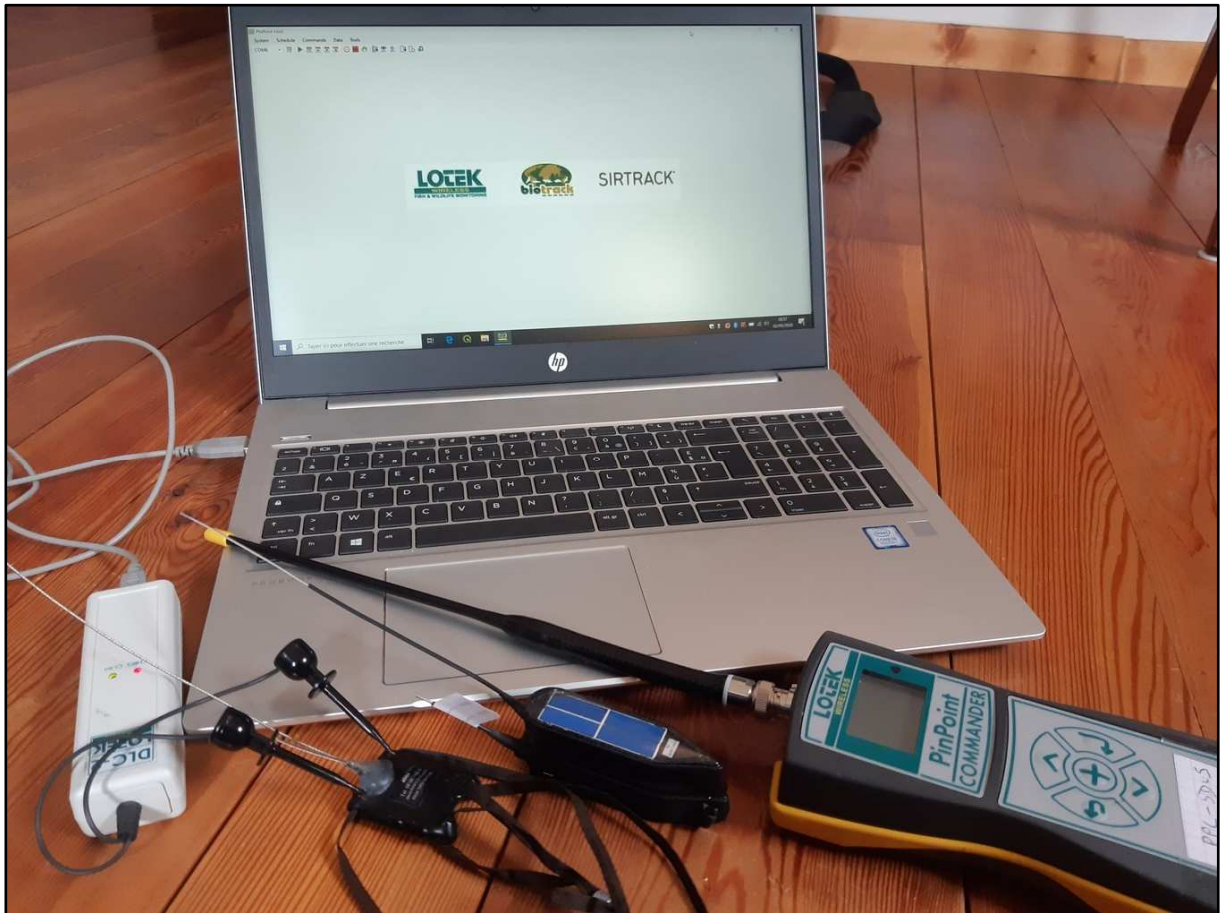
Annexes photographiques



Capture au filet d'un Tétrax tetrax ©Maxime Marini – 2020



Pose d'une balise GPS sur un Tétra lyre  Maxime Marini – 2020



Matériel pour la capture et le radiopistage :  David Thillet – 2020



Tente, piquets et filets blancs de capture © Maxime Marini - 2020



Setters anglais faisant l'arrêt sur un oiseau © Maxime Marini - 2020



Captures par abaissement de filet sur perches par l'OFB (manquée) © Maxime Marini - 2020