



HAL
open science

Vers une meilleure prise en compte de l'avifaune patrimoniale (Tétras-lyre) par les domaines skiables des Alpes du nord.

Pierre Vignon-Livache

► To cite this version:

Pierre Vignon-Livache. Vers une meilleure prise en compte de l'avifaune patrimoniale (Tétras-lyre) par les domaines skiables des Alpes du nord.. Géographie. 2022. dumas-03778671

HAL Id: dumas-03778671

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03778671>

Submitted on 16 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MASTER Domaine : **Sciences Humaines et Sociales (SHS)**

Mention : **GAED (Géographie, Aménagement, Environnement, Développement)**

Parcours **GÉOÏDES (Géographie, Informations, Interfaces, Durabilité, EnvironnementS)**

*Vers une meilleure prise en compte de l'avifaune patrimoniale
(Tétras-lyre) par les domaines skiables des Alpes du nord.*

Réalisé au sein du Parc national de la Vanoise

Encadré par **Madame Justine COULOMBIER** (Chargée de projet Faune/Birdski, PNV)

Mémoire de stage de Master 2 soutenue le 8 septembre 2022 à Grenoble

Par : **Pierre VIGNON--LIVACHE**

devant un jury constitué de :

Directeur de mémoire : **Monsieur Franck GIAZZI** (Maître de conférences, Pacte)

Examineur : **Monsieur Philippe SCHOENEICH** (Professeur des universités, Pacte)

Années 2021-2022



Résumé :

Face à l'expansion des activités humaines en milieux montagnards, qui fragmentent et réduisent peu à peu les habitats naturels de l'avifaune de montagne tel que le Tétrás-lyre, espèce très sensible au facteur dérangement ; le projet Birdski à vu le jour. Ce projet est piloté par le Parc national de la Vanoise en lien avec d'autres structures comme l'Observatoire des Galliformes de Montagne et le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie. L'objectif est de réduire la vulnérabilité des Tétrás-lyre au sein des domaines skiables grâce à la réalisation de différentes actions, dont l'implantation de zones de tranquillité. Cette étude, à la fois scientifique et sociale, s'attache à présenter les divers protocoles ou suivis expérimentaux mis en œuvre lors de l'hiver 2021-2022 pour mesurer l'efficacité et donc le gain de tranquillité apporté par l'installation des zones de tranquillité ; au sein du domaine skiable pilote de Val Cenis. Malgré une unique année de suivi pour le moment, les premières analyses font ressortir des résultats intéressants et prometteurs pour la suite du projet.

Abstract :

Faced with the expansion of human activities in mountain environments, which are gradually fragmenting and reducing the natural habitats of mountain birds such as the black grouse, a species very sensitive to the disturbance factor ; the Birdski project was born. This project is led by the Vanoise National Park in conjunction with other structures such as the Mountain Galliform Observatory and the Haute-Savoie Conservatory of Natural Spaces. The objective is to reduce the vulnerability of black grouse in ski areas by carrying out various actions, including the establishment of quiet areas. This study, both scientific and social, sets out to present the various experimental protocols or monitoring implemented during the winter of 2021-2022 to measure the effectiveness and therefore the gain in tranquility provided by the installation of tranquility ; within the Val Cenis pilot ski area. Despite only one year of follow-up for the moment, the first analyzes show interesting and promising results for the rest of the project.

Remerciements :

Mes premiers remerciements s'adressent à ma Maître de stage, Madame Justine Coulombier qui m'a offert cette très belle opportunité. Merci Justine de m'avoir accueilli et accompagné durant ces 5 mois de stage au sein du Pôle 'Connaissances et Gestion' du Parc national de la Vanoise, au siège à Chambéry. Merci d'avoir pris le temps d'échanger avec moi sur les objectifs de mon travail et de m'avoir permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions possibles. Ces nombreux échanges m'ont par ailleurs été d'une grande aide lors de la rédaction de mon mémoire, je t'en remercie de nouveau.

Merci à mon directeur de mémoire, Monsieur Franck Giazzi d'avoir accepté de faire partie de mon jury, pour sa disponibilité tout au long de mon stage, ses suivis, ses conseils et sa relecture du présent mémoire. Merci également à Monsieur Philippe Schoeneich d'avoir accepté d'être mon deuxième membre de jury.

Merci à Madame Sandrine Berthillot, Monsieur Thierry Arzac et Monsieur Laurent Perier-Muzet pour leurs disponibilités, leurs accompagnements et leurs expertises de terrain. Merci de m'avoir fait découvrir votre territoire, accompagnés de nombreuses fois pour des missions scientifiques ou d'animations au sein des domaines skiables des Arcs-Peisey-Vallandry et de Val Cenis. Merci tout simplement de m'avoir permis de mener ce travail dans les meilleures conditions possibles du début à la fin, l'expérience et les échanges seront inoubliables.

Un remerciement collectif pour l'accueil et la bienveillance dont ont fait preuve à mon égard les agents du siège du Parc national de la Vanoise. Merci tout particulièrement à Madame Corinne Dupraz avec qui j'ai partagé mon bureau durant ce stage, pour les nombreux échanges constructifs. Merci au Chef du Pôle 'Connaissances et Gestion', Monsieur Laurent Charnay ainsi qu'au Directeur du Parc national de la Vanoise, Monsieur Xavier Eudes de m'avoir permis d'intégrer leur établissement pour mon stage de fin d'étude.

Ce travail visant à une meilleure prise en compte de l'avifaune, et plus particulièrement le Tétrasyre au sein des domaines skiables n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide des secteurs de Haute-Maurienne et de Haute-Tarentaise, et des agents qui les composent. Messieurs Sébastien Brégeon et Peio Dourisboure (chefs de secteur) méritent d'être remerciés pour leurs accueils et pour m'avoir permis d'utiliser les bureaux de Termignon et de Bourg-Saint-Maurice lorsque mes missions le nécessitaient.

Enfin, je tiens à remercier Madame Ingrid Chappel, Garde monitrice sur le secteur de Haute-Maurienne de m'avoir accompagné lors de ma première expérience d'animation auprès des publics. L'expérience acquise et les conseils furent très bénéfiques pour la suite de mes missions. Mes derniers remerciements s'adressent à Monsieur Benjamin Plumecocq, Garde-moniteur sur le secteur de Haute-Tarentaise. Merci Benjamin de m'avoir fait découvrir la "secrète" Cabane du Lac des Moutons un jour de mauvais temps et de m'avoir partagé sa vision de la protection de la nature.

Sommaire :

Liste des abréviations	4
Introduction	5
1. Présentation du site d'étude : un domaine skiable de Haute-Maurienne riche en Tétrasyre, au sein de l'aire optimale d'adhésion du Parc national de la Vanoise	8
1.1 Le Parc national de la Vanoise, un territoire d'exception	8
1.2 Le domaine skiable pilote de Val Cenis	11
1.3 Le Tétrasyre : une espèce emblématique et à enjeux de conservations	12
2. Approche méthodologique : l'utilisation de différents protocoles et suivis complémentaires pour mesurer l'efficacité des zones de tranquillité	13
2.1 Mises en place des zones de tranquillité pour le Tétrasyre	15
2.2 Volet scientifique	17
2.3 Volet sociologique	21
3. Résultats : diversité des protocoles employés	23
3.1 Premiers résultats	23
3.2 Limites des protocoles et des résultats	29
Conclusion et discussion	30
Références bibliographiques	32
Références sitographiques	33
Table des figures/photos/tableaux/annexes	35
Annexes	37

Liste des abréviations :

AA : Aire d'Adhésion
AOA : Aire Optimale d'Adhésion
CEN 74¹ : Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie
CIMA : Convention Interrégionale du Massif des Alpes
DSF : Domaine skiable de France
DS : Domaine skiable
ESF : École de Ski Français
ESI : École de Ski Internationale
FNADT : Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire
FDC 38 : Fédération départementale des chasseurs de l'Isère
FDCS73 : Fédération des chasseurs de Savoie
HM : Haute-Maurienne
HT : Haute-Tarentaise
IGN : Institut national de l'information géographique et forestière
GPS : Global Positioning System
GT : Groupe de travail
LPO : Ligue de Protection des oiseaux
OFB² : Office français de la biodiversité
OGM : Observatoire des Galliformes de Montagne
ONF : Office National des Forêts
PN : Parc national
PNE : Parc national des Écrins
PNM : Parc national du Mercantour
PNV : Parc national de la Vanoise
POIA : Programme Opérationnel Interrégional des Alpes
R.N. : Réserve naturelle
SIG : Système d'Information Géographique
TL : Tétrasyre
UE : Union Européenne
ZC : Zone Coeur
ZT : Zones de tranquillité

¹ Connu sous l'ancien nom de 'Asters' (Agir pour la Sauvegarde des Territoires et des Espèces Remarquables Sensibles), (CEN Haute-Savoie, 2014).

² L'OFB résulte de la fusion en 2020 de l'Agence française pour la biodiversité (AFB) et de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), (Anon s. d.), (Office français de la biodiversité s. d.).

Introduction :

Les espèces montagnardes, particulièrement l'avifaune tels que les grands rapaces comme le Gypaète Barbu (*Gypaetus barbatus*) ou les galliformes de montagne comme le Tétrasyre (*Lyrurus tetrix*) sont de plus en plus vulnérables face à l'accroissement des activités humaines qui fragmentent, dégradent et réduisent peu à peu leurs habitats naturels. Quelques auteurs exposent le fait que le développement des domaines skiables, combiné à l'essor depuis la seconde moitié du 20^e siècle des activités outdoors en dehors des sites aménagés comme le ski de randonnée, la raquette ou la randonnée pédestre dans les Alpes, ont des impacts sur la faune ; notamment en période hivernale puisque celles-ci occupent de plus en plus d'espace (Arlettaz *et al.*, 2013 ; Ménoni et Fortin, 2015 ; Klemencic, 2017). Atouts économiques et touristiques pour bon nombre de territoires, les domaines skiables sont de plus, des espaces présentant de forts taux de mortalité des oiseaux de montagne par percution avec les câbles des remontées mécaniques (Giraud, 2021). Cela est particulièrement vrai chez *Lyrurus tetrix*, c'est pourquoi cette espèce est au centre de cette étude. En France, très peu de travaux scientifiques se sont intéressés à la quantification de l'impact réel des domaines skiables sur les Tétrasyres depuis les travaux pionniers d'André Miquet sur Les Arcs entre 1986 et 1988. En 2016, une étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable a tout de même été réalisée en Savoie (Montadert *et al.*, 2018). Cette intensification de la fréquentation hivernale au sein des espaces vitaux des grands rapaces et des galliformes de montagne a, ainsi, un effet non négligeable sur le dérangement de ceux-ci. Effectivement, d'après une synthèse bibliographique de Marc Montadert (2013), cité par Ménoni et Fortin (2015) dans leurs articles, les tétraonidés, du fait de leur statut d'espèces-proies sont particulièrement sensibles au facteur "dérangement". L'étude de Arlettaz *et al.* (2007), cité par Charrier *et al.* (2014) dans leurs articles illustre une nouvelle fois le caractère préjudiciable du dérangement des Tétrasyres en période hivernale. Lors de dérangement par un pratiquant d'activités outdoors en hiver, que ce soit en domaine skiable ou en dehors, le "Tétrasyre gaspille une précieuse énergie pour s'envoler et reste de longues heures perché sur une branche avant de retourner sous la neige, s'exposant à des températures inférieures à celles du manteau neigeux" (LPO PACA, 2015). Ce dérangement l'expose également aux prédateurs, et peut avoir des conséquences sur le taux de reproduction de l'espèce.

La présente étude s'inscrit dans le projet Birdski, et est intégrée au Programme Opérationnel Interrégional du massif des Alpes (POIA). Il s'agit d'un programme opérationnel visant à mieux prendre en compte l'avifaune patrimoniale et notamment *Lyrurus tetrix* au sein des domaines skiables des Alpes du Nord (Savoie et Haute-Savoie). Les massifs montagneux des Alpes du nord concentrent de par leurs localisations géographiques, une grande partie des domaines skiables français et "comportent de nombreux écosystèmes vitaux aux grands rapaces et aux galliformes de montagne" (Giraud, 2021). Le projet Birdski a débuté le 1 janvier 2020, pour une durée initiale de 3 ans, soit jusqu'au 31 décembre 2022. Compte tenu de la pandémie de Covid 19, ayant eu notamment pour effet la fermeture des remontées mécaniques lors de l'hiver 2020-2021, induisant par conséquent l'impossibilité de mettre en oeuvre toutes les actions prévues sur cette période ; ce projet a été reconduit par les instances européennes jusqu'au 30 octobre 2023.

Dans le cadre du POIA-Birdski, différentes actions sont menées en lien avec dix-sept domaines skiables de Savoie et dix-neuf domaines skiables de Haute-Savoie. Trois domaines skiables pilotes volontaires s'investissent plus fortement, il s'agit des Arcs-Peisey-Vallandry et de Val Cenis situés en Savoie et des Contamines-Montjoie en Haute-Savoie. Par ailleurs, le

projet est soutenu techniquement par ALPARC³, Domaine Skiable de France (DSF), la Fédération de chasse de Savoie (FDCS73), le département de la Savoie, le Parc national des Ecrins (PNE), le Parc national du Mercantour (PNM), l'Office français de la biodiversité (OFB) et l'Office national des forêts (ONF). Il est financé avec le concours de l'Union européenne (UE) et du CIMA-FNADT (Observatoire des galliformes de montagne s. d.; Parc national de la Vanoise s. d.).

Ce projet, porté par le PNV et ses partenaires, le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie et l'Observatoire des galliformes de Montagne⁴ se décline en plusieurs objectifs principaux :

- Éviter/réduire au maximum l'impact des câbles des remontées mécaniques sur les espèces précitées, en limitant les cas de mortalité liés aux percussions, par la mise en place de différents outils ou actions.
- Améliorer les connaissances portant sur l'efficacité des mesures employées pour le Gypaète barbu et le Tétrás-lyre, et limiter au maximum le dérangement des zones d'hivernage du Tétrás par la mise en place de zones de tranquillité (ZT).
- Valoriser et diffuser les résultats auprès des socioprofessionnels des DS pilotes, mais aussi auprès du grand public pour les informer de l'impact potentiel de leur pratique et du rôle des ZT.

Une fois le projet terminé, une synthèse technique sera accessible par les gérants des domaines skiables. Cela permettra de déployer des actions au sein des DS en France, en liens avec d'autres DS ayant déjà réalisés des actions (Observatoire des galliformes de montagne s. d.; Parc national de la Vanoise s. d.).

Les principales questions abordées par les objectifs du projet Birdski et qui vont guider le raisonnement de mon mémoire sont les suivantes : est-il possible de mesurer l'efficacité des zones de tranquillité ? Par quel(s) moyen(s) ? D'autres questions apparaissent alors : l'utilisation de ces divers protocoles dans le projet est-elle adaptée ? Quelle(s) contrainte(s) font-ils ressortir ? Comment les faire évoluer/améliorer ?

Au regard des perspectives qui s'offraient, j'ai fait le choix d'axer ce travail autour de la question suivante : les protocoles mis en place pour mesurer l'efficacité des zones de tranquillité pour le Tétrás-lyre sont-ils réellement pertinents ?

Dans le but d'évaluer l'efficacité des zones de tranquillité pour *Lyrurus tetrrix* au sein des domaines skiables pilotes, mais aussi d'informer le grand public et les socioprofessionnels des actions réalisées ; le travail ci-dessous s'attache à présenter les méthodes (protocoles et suivis expérimentaux) que j'ai mis en place dans le cadre de mon stage pour le projet précité, lors de l'hiver 2021-2022. Diverses méthodes ont été employées pour pallier aux manques du protocole OGM⁵, couramment utilisé depuis 2016. Ces nouveaux protocoles complémentaires sont expérimentaux et ne viennent pas remplacer l'existant, mais lui sont additionnels. Cette étude s'organise en diverses phases, comprenant chacune, une ou plusieurs actions. En effet, un travail scientifique de suivi de la fréquentation

³ ALPARC : réseau alpin des espaces protégés, dont l'objectif principal est l'application concrète du protocole de la Convention alpine "La protection de la nature et le maintien des paysages" (Klemencic, 2017).

⁴ L'OGM est une "Association de Loi 1901 qui regroupe une cinquantaine de membres Alpains, Pyrénéens et Vosgiens, impliqués dans le suivi des galliformes de montagne et de leurs habitats" (Observatoire des galliformes de montagne s. d.)

⁵ Détails du protocole dans la partie 2.2.1 (Montadert et Couturier, 2016).

des zones de tranquillité pour le Tétralyre (protocole OGM), d'analyse des pièges-photos mais aussi d'équipement des TL de GPS pour connaître leurs déplacements et ainsi améliorer les actions de protection est mené. De plus, un travail de prospection des crottiers (protocole OGM) puis de cartographie de leurs répartitions dans les ZT est effectué via les Systèmes d'Informations Géographiques, dans le but de dégager une tendance d'évolution de l'utilisation des ZT par *Lyrurus tetrrix* par rapport aux années précédentes. Ce travail cartographique est réalisé via le logiciel de cartographie *Qgis*, et s'appuie entre autres sur les données des deux premières années du projet, créées en majorité par Justine Coulombier et Marine Grosset-Janin (stagiaire POIA-Birdski en 2021). Enfin, une part non négligeable de cette étude est consacrée à l'aspect sociologique, plus particulièrement au volet acceptation locale des zones de tranquillité, via la mise en place d'une enquête à destination des socioprofessionnels de la montagne. Par ailleurs, une part importante de ce travail est consacrée à la sensibilisation des locaux/touristes et plus généralement des pratiquants d'activités outdoors hivernales aux respects des ZT.

Ce projet est ainsi l'occasion de mettre en place des mesures efficaces de préservation. Le Birdski est également une excellente opportunité d'impliquer les divers acteurs locaux dans la démarche (gérants des DS, loueurs de matériels, moniteurs de ski, restaurateurs...) ; et d'informer le grand public sur l'importance de prendre en compte ces espèces et les actions mises en place en leurs faveurs lors des pratiques sportives, tout particulièrement en période hivernale.

Compte tenu de la diversité des protocoles employés dans cette étude, de la richesse de leurs résultats et de la durée de ma mission, il a été fait le choix de ne pas présenter en détails les suivis GPS des Tétralyres ; bien que les données acquises renseignent sur bon nombre de paramètres propres à l'espèce. Cette partie pourrait d'ailleurs faire l'objet d'une thèse à part entière. Par ailleurs, ce travail portera uniquement sur les protocoles et suivis expérimentaux déployés sur le domaine skiable de Val Cenis. Des méthodes similaires ont été employées sur le domaine skiable des Arcs-Peisey-Vallandry. De même, seront seulement présentées les méthodes employées pour les zones de tranquillité, celles des clairières à poudreuses ne seront pas traitées. Enfin, lors de l'analyse des premiers résultats dans la partie 3.1, le volet sociologique ne sera pas abordé.

Le présent mémoire s'articulera en trois grandes parties. La première partie portera sur la présentation du site d'étude, c'est-à-dire le Parc national de la Vanoise et les domaines skiables pilotes du projet ; mais aussi de l'espèce cible. La seconde partie, quant-à elle, sera orientée sur l'approche méthodologique, via l'utilisation de différents protocoles complémentaires visant à mesurer l'efficacité des zones de tranquillité. Enfin, la dernière partie tournera autour des limites des protocoles employés dans cette étude et des premiers résultats de mon travail.

1. Présentation du site d'étude : un domaine skiable de Haute-Maurienne riche en Tétrasyre, au sein de l'aire optimale d'adhésion du Parc national de la Vanoise :

1.1 Le Parc national de la Vanoise, un territoire d'exception :

Dans le but de mieux comprendre le contexte géographique de cette étude, il convient en premier lieu de présenter le Parc national de la Vanoise en tant qu'entité géographique, puis dans un second temps en tant qu'établissement public administratif.

Le Parc national de la Vanoise est situé dans les Alpes du Nord, dans le département de la Savoie (Sud-Sud-Est de la France), en région Auvergne-Rhône-Alpes comme l'illustre la *figure 1*. Il couvre comme son nom l'indique, le Massif de la Vanoise. Ce massif montagneux est bordé au Nord-Ouest par la Vallée de la Tarentaise où coule l'Isère. Au Sud-Est, c'est la vallée de la Maurienne ou coule l'Arcs qui le délimite. Ces deux vallées sont reliées par le célèbre Col de l'Iseran à l'Est. A l'ouest, la Vallée des Bellevilles définit ses contours. Les trois principaux sommets du massif sont la Grande Casse (3855 m), le Mont Pourri (3779 m) et La Dent Parrachée (3695 m).

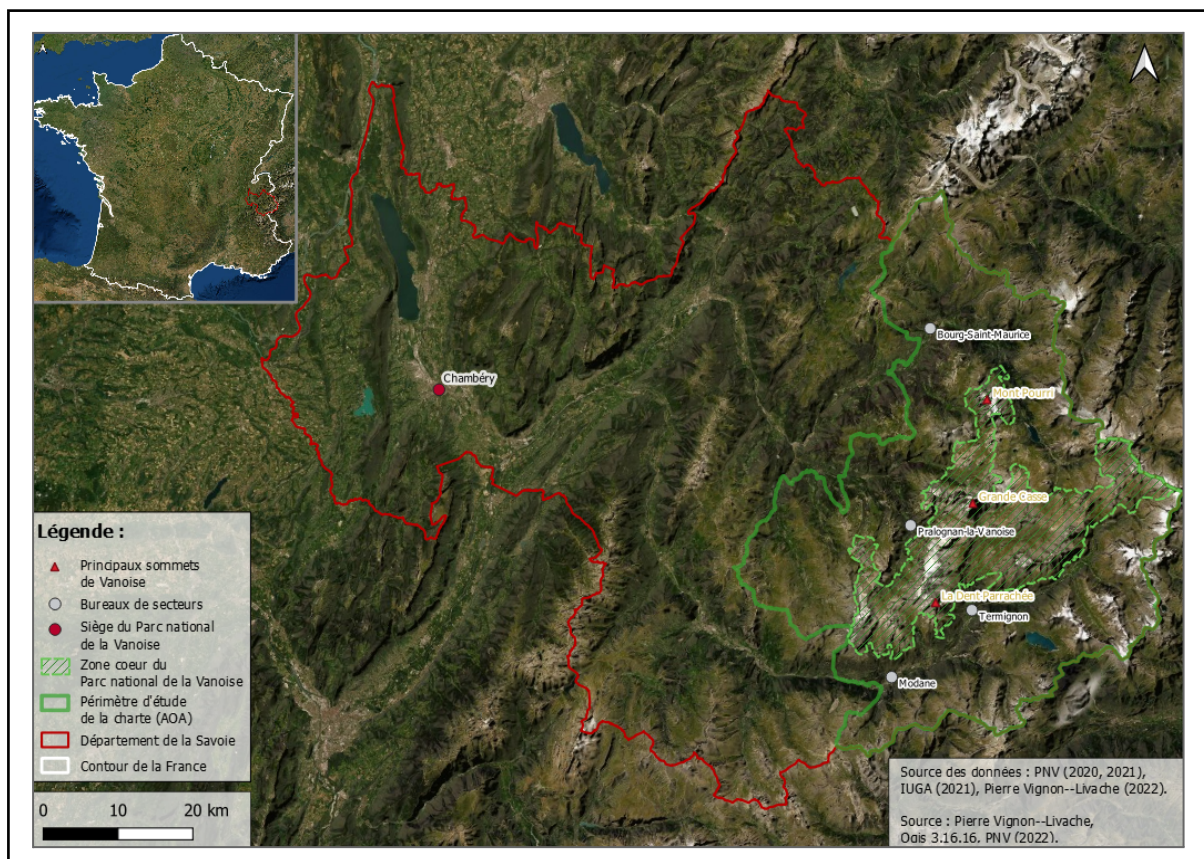
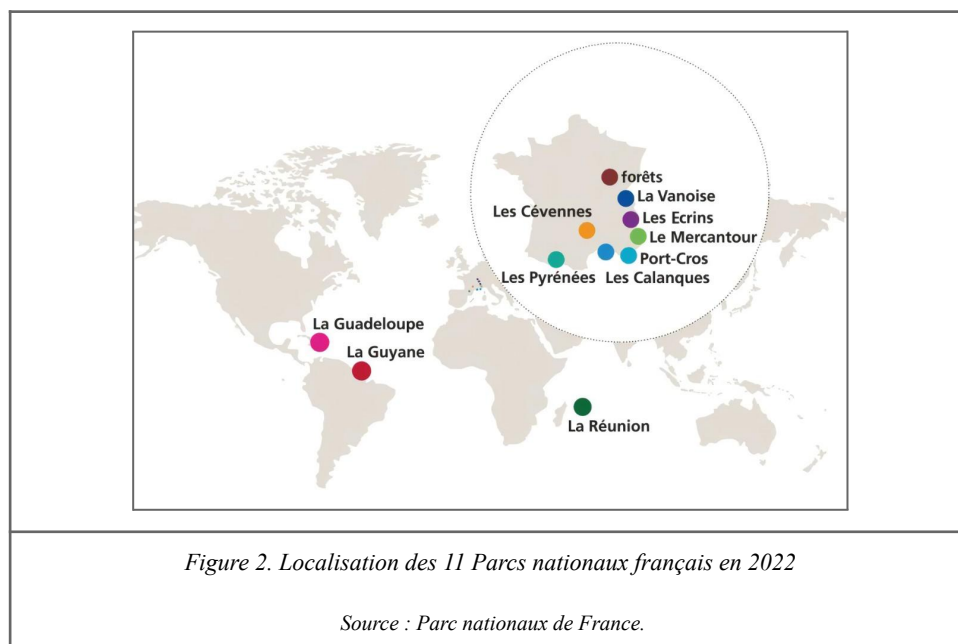


Figure 1. Localisation du Parc national de la Vanoise au sein du département de la Savoie

Par ailleurs, celui-ci abrite la plus vaste calotte glaciaire continentale d'Europe, celle des Dômes de la Vanoise (Clariond 2018 ; Palay et Paccalet 2013), mais aussi de nombreuses espèces caractéristiques de ce massif. Du côté floristique, le Parc compte près de 1700 espèces. Cela représente un tiers de la flore française (5000 espèces environ) sur seulement 0,5 % de son territoire. Parmi les espèces les plus emblématiques, se trouvent les plantes dites arctico-alpines tels que le Jonc Arctique (*Juncus arcticus*) ou la Laïche des glaciers (*Carex glacialis*), mais aussi le Chardon bleu (*Eryngium alpinum*), (Delahaye *et al.*, 2022). La richesse faunistique du PNV est également incontestable avec de nombreuses espèces d'herbivores, dont les emblématiques Chamois (*Rupicapra rupicapra*) et Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) ; mais aussi 125 espèces d'oiseaux comme la Perdrix Bartavelle (*Alectoris graeca*), ou le Tichodrome échelette (*Tichodroma muraria*), (Parc national de la Vanoise s. d.). De plus, sur le plan géologique, le PNV est composé d'une grande diversité de roches métamorphiques (Gneiss, le Grès, le Schiste et le micaschiste) et de roches sédimentaires (Calcaire, Gypse, Cargneule), (Palay et Paccalet, 2013).

Du point de vue historique, le PNV est le tout premier Parc national créé en France. En effet, le 6 juillet 1963 le PNV voit le jour dans le but de préserver les différentes richesses biologiques du massif, notamment *Capra ibex*. Dans les années 1950, la situation de l'espèce était très critique, c'est-à-dire menacée d'extinction. En 2013, 50 ans après la création du Parc, les comptages dénombraient 1600 individus contre une soixantaine en 1963 (Palay et Paccalet 2013). Aujourd'hui, le PNV fait partie des onze Parcs nationaux français⁶, définit sur la *figure 2*, et est un des cinq PN de montagne (Cévennes, Écrins, Mercantour, Pyrénées, Vanoise).



Les Parcs nationaux français sont rattachés à l'Office français de la biodiversité (OFB). Leur vocation est de préserver les patrimoines locaux, tant naturels (faune/flore) que culturels (paysage, architecture...) et les activités humaines ne sont pas exclues, mais fortement limitées (Les Parc nationaux de France s. d.). L'article L331-1 du code de

⁶ PN de la Vanoise (1963), PN de Port-Cros (1963), PN des Pyrénées (1967), PN des Cévennes (1970), PN des Ecrins (1973), PN du Mercantour (1979), PN de la Guadeloupe (1989), PN de la Réunion (2007), PN de Guyane (2007), PN des Calanques (2012) et le dernier en date, le PN des Forêts (2019), (Les Parc nationaux de France s. d.)

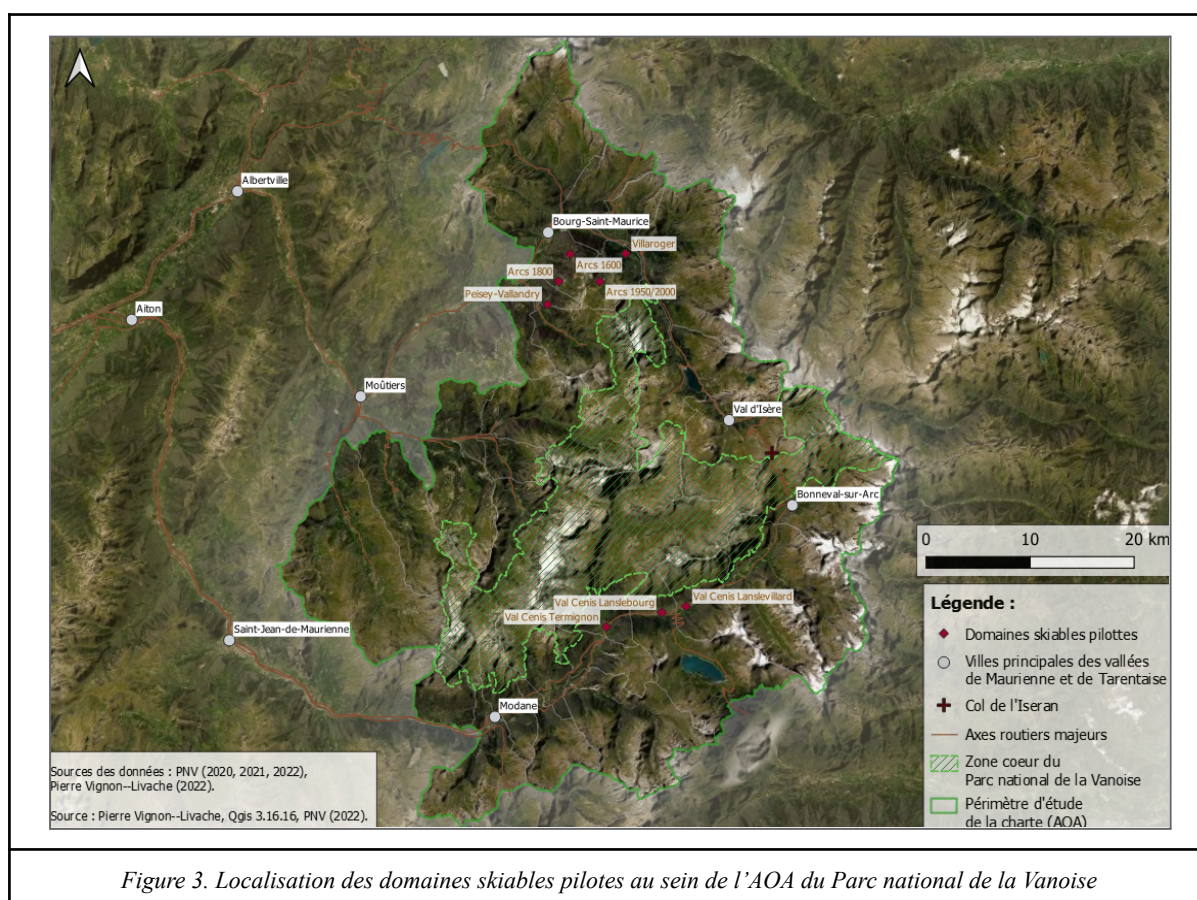
l'environnement déclare qu'un "parc national peut être créé à partir d'espaces terrestres ou maritimes, lorsque le milieu naturel, particulièrement la faune, la flore, le sol, le sous-sol, l'atmosphère et les eaux, les paysages et, le cas échéant, le patrimoine culturel qu'ils comportent présentent un intérêt spécial et qu'il importe d'en assurer la protection en les préservant des dégradations et des atteintes susceptibles d'en altérer la diversité, la composition, l'aspect et l'évolution" (Article L331-1 (Légifrance) s. d.). Un Parc national (PN) se compose d'une Zone cœur (ZC) et d'une Aire d'adhésion (AA). La ZC est définie comme l'espace terrestre ou marin à protéger/préserver, avec une réglementation forte spécifique (Article L331-1 (Légifrance) s. d.; Clariond 2018). L'Aire d'adhésion (AA) correspond à l'ensemble des communes périphériques à la ZC d'un PN, ayant vocation à faire partie de celui-ci "en raison notamment de leur continuité géographique ou de leur solidarité écologique avec le cœur" (Article L331-1 (Légifrance) s. d.). Par ailleurs, l'Aire Optimal d'Adhésion (AOA) désigne l'ensemble des communes périphériques à la Zone cœur, ayant le choix d'adhérer ou non à la Charte (Clariond 2018). Le territoire du PN s'étend sur une surface de 2000 km², dont 535 km² pour la ZC et 1465 km² pour l'AOA (Palay et Paccalet, 2013). D'après le code de l'environnement, la Charte d'un parc national correspond à un document réglementaire qui "définit un projet de territoire traduisant la solidarité écologique entre le cœur du parc et ses espaces environnants" (Article L331-3 (Légifrance) s. d.). Cinq réserves naturelles (R.N.)⁷, situées dans l'AOA, complètent le dispositif de protection en Vanoise (Palay et Paccalet, 2013).

Le Parc national de la Vanoise, au-delà d'être une entité géographique, est un établissement public administratif placé sous la tutelle du ministère chargé de l'écologie (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires en 2022). L'établissement est géré par deux grandes instances principalement. La première est le Conseil d'administration, qui est chargée des travaux d'élaboration, de suivi et d'évaluation de la charte. La deuxième instance est le Conseil scientifique. Celle-ci travaille sur les questions relatives à l'inventaire et à la conservation des ressources naturelles et culturelles, mais aussi sur les projets d'aménagements (Parc national de la Vanoise s. d.). Une équipe permanente veille au bon déroulé des missions et des directives de l'établissement. Le PNV est divisé en trois secteurs sur le terrain (Haute-Maurienne, Haute-Tarentaise et Pralognan-la-Vanoise). L'organisation de ces secteurs permet de couvrir l'ensemble de la ZC du Parc national. Composé de Chefs de secteur, de secrétaires, de techniciens et de gardes-moniteurs (cinquante agents environ), ceux-ci interviennent en majorité dans les domaines de la police de l'environnement, de suivis scientifiques (faunes et flores), ou encore dans les domaines de l'animation et de la sensibilisation des publics (Parc national de la Vanoise s. d.). Le siège du Parc national est situé dans la ville de Chambéry en Savoie (Préfecture) et est composé de trois pôles principaux (Connaissances et Gestion, Valorisation et Communication, et Secrétariat Général) regroupant une trentaine de personnels permanents. L'ensemble des agents ou contractuels sont placés sous l'autorité du Directeur de l'établissement et de son adjoint (organigramme en *annexe I*).

⁷ R.N. du Plan de Tuéda, de Villaroger, de Tignes-Champagny, de la Grande Sassièrre, de la Bailletaz (Palay et Paccalet, 2013).

1.2 Le domaine skiable pilote de Val Cenis :

Dans ce projet, Les Arcs-Peisey-Vallandry, Val Cenis et Les Contamines-Montjoie se sont portés volontaires pour être des sites pilotes. Cette investissement leur a d'ailleurs valu l'obtention du label 'Flocon Vert'⁸, les incitant à s'investir encore davantage dans le projet Birdski. A noter que parmi ces trois domaines skiables, seul celui des Contamines-Montjoie (Haute-Savoie) ne l'a pas encore obtenu (démarches d'obtention initiées). Par ailleurs, les actions mises en place et les résultats associés à ce DS ne seront pas traités dans cette étude, étant donné que c'est le CEN 74 qui accompagne le domaine skiable. Les deux sites pilotes sur lesquels travaillent le PNV bordent le massif de la Vanoise au Nord pour l'un, et au Sud pour le second comme l'illustre la *figure 3*.



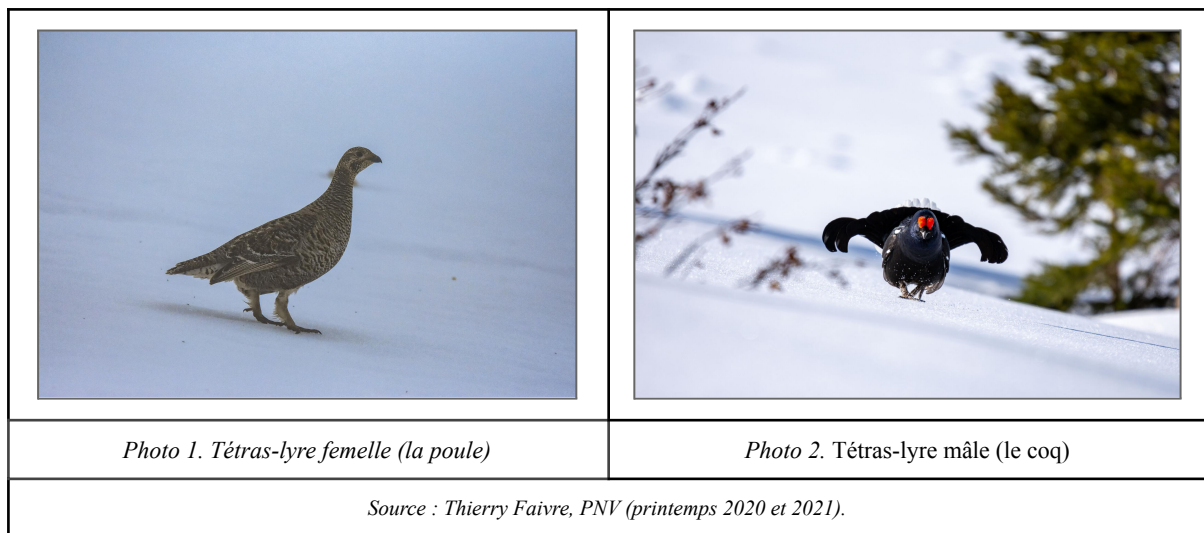
Le domaine skiable des Arcs-Peisey-Vallandry est situé plus précisément dans la Vallée de la Tarentaise dans le département de la Savoie, en région Auvergne-Rhône-Alpes. Il s'agit d'un des plus grands domaines skiables de France, puisqu'il se compose de différents sites, répartis en trois secteurs : Arcs 1600, Arcs 1800 et Peisey-Vallandry, puis Arcs 1950 et Arcs 2000 et enfin Villaroger (Les Arcs Paradiski s. d.). Une partie des limites du domaine se situe à proximité immédiate des limites du cœur du Parc national.

⁸ Le label 'Flocon Vert' est basé sur vingt critères, répartis en quatre thématiques (comme par exemple "Ressources naturelles et écologie"). Il garantit un engagement durable des destinations touristiques de montagne (les domaines skiables notamment). L'association Mountain Riders la développée afin de mettre en vue les destinations touristiques responsables/durables (Mountain Riders s. d.).

Le DS de Val Cenis est situé quant-à lui dans la Vallée de la Maurienne, plus précisément en Haute-Maurienne, toujours en Savoie en région Auvergne-Rhône-Alpes. Réparti sur la commune de Val-Cenis⁹ en trois sites (Val Cenis Lanslevillard, Val Cenis Lanslebourg et Val Cenis Termignon), le DS se compose de cent vingt-cinq kilomètres de pistes balisées pour le ski de descente entre 1300 et 2800 mètres d'altitude et de vingt-neuf remontées mécaniques, dans l'Aire Optimale d'Adhésion du PNV (CC Haute-Maurienne-Vanoise s. d.).

1.3 Le Tétrasyre : une espèce emblématique et à enjeux de conservations :

Lyrurus tetrix, encore appelé petit Tétrasyre ou petit Coq de bruyère est une espèce emblématique des montagnes, faisant partie de l'ordre des galliformes. Le Tétrasyre affectionne les climats froids et les zones enneigées en hiver, particulièrement les versants nords où la neige reste poudreuse plus longtemps du fait de la faible exposition au soleil. Durant cette période, son activité est réduite au minimum afin de dépenser le moins d'énergie possible. Il passe près de 22 heures par jour abrité dans un igloo creusé dans la neige "fraîche" (Parc national du Mercantour s. d.). En France, l'espèce n'est plus présente que dans les Alpes, entre 1300 et 2300 mètres d'altitude à la limite supérieure de la forêt, dans la zone de combat, c'est-à-dire à l'interface entre la forêt et les milieux ouverts (Parc national du Mercantour s. d.). Son habitat se situe typiquement dans un territoire où s'implante les domaines skiables. Généralement, les Tétrasyres s'alimentent des quelques baies séchées, d'aiguilles de Pins cembro (*Pinus cembra*), d'Épicéas (*Picea*) ou de Mélèzes (*Larix decidua*) qu'ils vont trouver en hiver. C'est pourquoi, cette période, comme chez nombre d'espèces, est très critique. Au printemps, durant l'été et à l'automne, ces tétraonidés se nourrissent principalement de fleurs, de myrtilles, de bourgeons et de graines. A noter que les jeunes sont insectivores les premières semaines, avant de devenir végétariens. Cette consommation de protéines leur permet d'atteindre leur poids adulte rapidement (Parc national du Mercantour s. d.). Chez les Tétrasyres, le dimorphisme sexuel est très marqué, comme l'illustrent les photos 1 et 2.



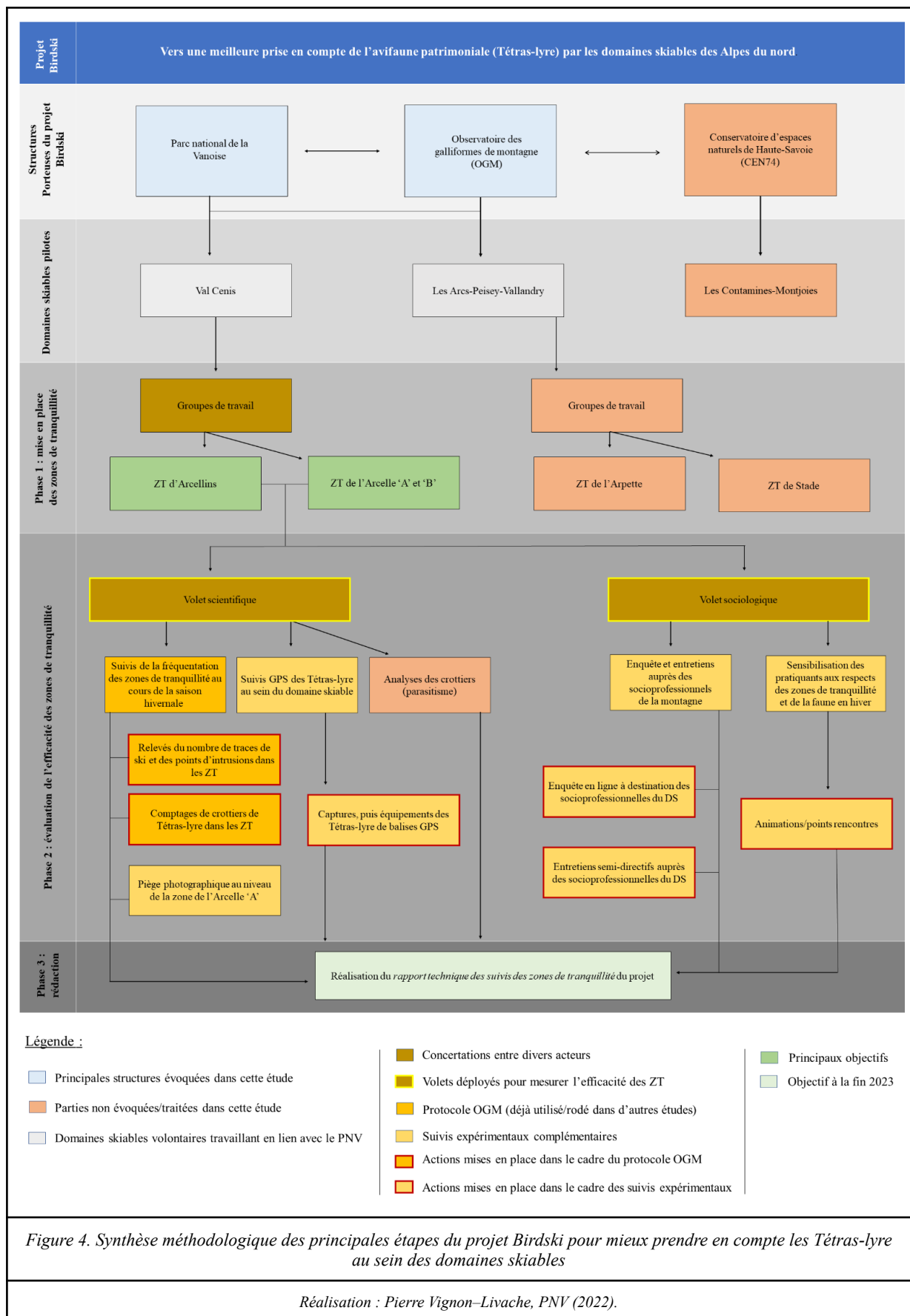
⁹ La commune de Val-Cenis est composée de différents villages : Bramans, Sollières-Sardières, Termignon, Lanslebourg Mont-Cenis, Lanslevillard (Commune de Val Cenis s. d.).

Le mâle (le coq) se distingue par des plumes du corps noires et des plumes de la queue blanches ; cette dernière formant une lyre caractéristique de l'espèce lors des parades nuptiales au printemps. Par ailleurs, le mâle possède des caroncules rouges vifs sur la tête, au-dessus de l'œil. Celles-ci sont particulièrement visibles lors des parades. La femelle (la poule) est moins caractéristique que le mâle, de par sa plus petite taille mais aussi par la couleur de son plumage brun-roux (Parc national du Mercantour s. d.). Une grande partie de l'année, cette espèce est peu visible est discrète ; mais au printemps, lors des parades et des chants, *Lyrurus tetrrix* se montre bien plus bruyant. Durant cette période, les coqs se regroupent sur des places de chants (aussi appelées arènes ou lecks) à l'aube, afin de séduire et d'attirer les femelles pour la reproduction. De plus, cette espèce est qualifiée de 'parapluie', c'est-à-dire que mettre en place des actions en sa faveur favorise également les autres espèces vivant en montagne.

2. Approche méthodologique : l'utilisation de différents protocoles et suivis complémentaires pour mesurer l'efficacité des zones de tranquillité :

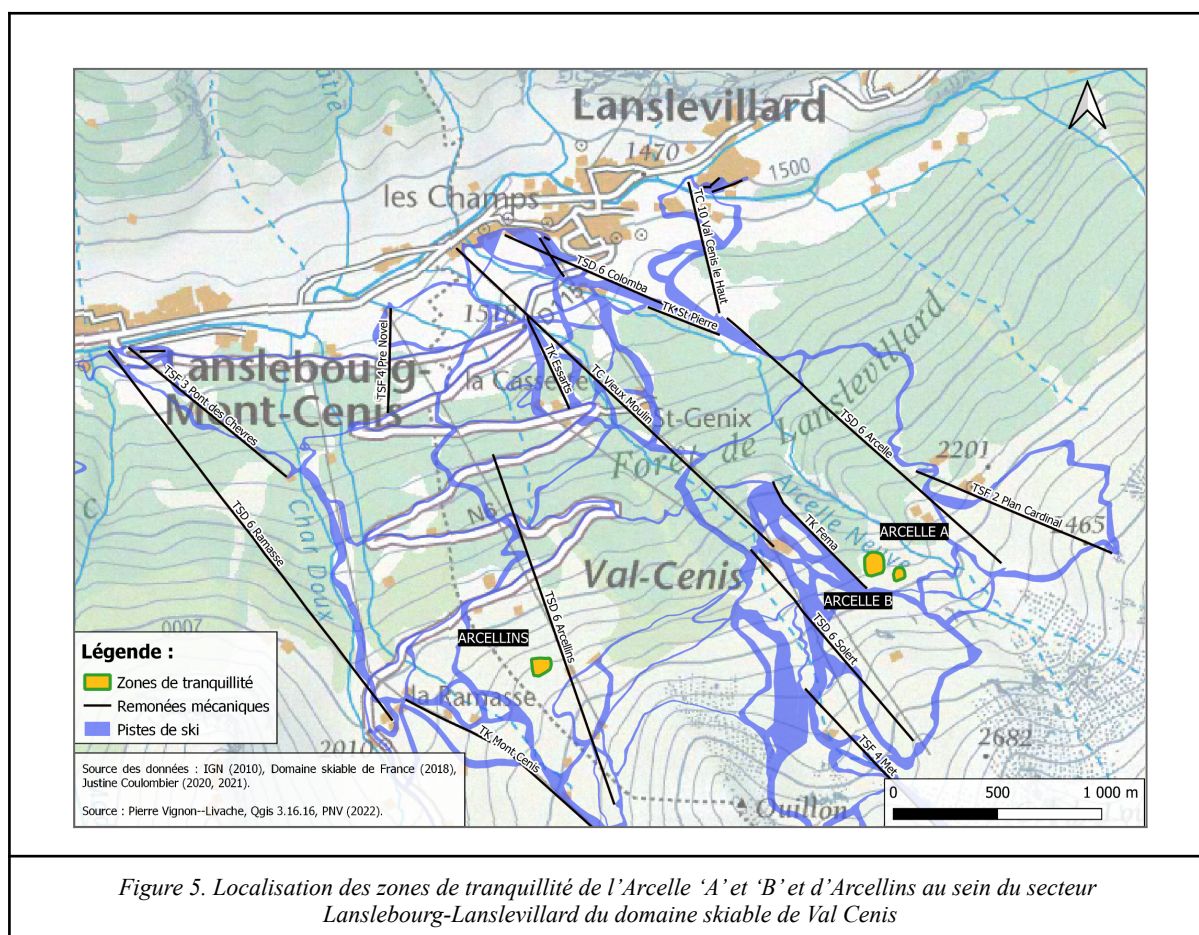
Cette partie est l'occasion d'expliquer en détail la méthodologie mise en œuvre afin de mieux prendre en compte les Tétrasyre au sein du domaine skiable de Val Cenis. Le protocole standardisé OGM est couramment utilisé depuis 2016 pour évaluer l'efficacité des zones de tranquillité (ZT), (Montadert et Couturier, 2016). Incomplet, d'autres protocoles/suivis expérimentaux ont par ailleurs été déployés dans le cadre de ce projet. L'hiver 2019/2020 a servi de témoin, avant la mise en place des ZT. Les hivers suivants, jusqu'à la fin du projet, les mêmes paramètres vont être étudiés en vue de faire ressortir, une évolution de la fréquentation des skieurs et des Tétrasyre dans les ZT, quelle soit positive ou négative. La *figure 4* résume les différentes méthodes déployées dans le projet Birdski.

Certaines données et explications sont issues du *Rapport technique des suivis des zones de tranquillité* du projet, auquel j'ai contribué durant mes six mois de missions. Celui-ci est non finalisé à ce jour et sera disponible à la consultation fin 2023, une fois le projet terminé (Coulombier *et al.*, en préparation).





2.1 Mises en place des zones de tranquillité pour le Tétrás-lyre :

Pour rappel, un des objectifs principaux du projet Birdski est de limiter au maximum le dérangement des zones d'hivernages de *Lyrurus tetrrix*, via l'implantation de zones de tranquillité. Avant toutes analyses et dans le but de mieux comprendre le travail présenté, il convient d'expliquer ce qu'est une ZT. Les ZT, encore appelées 'zone de quiétude' ou 'zone refuge' correspondent à des espaces délimités visant à canaliser les activités humaines en dehors de ceux-ci. L'objectif est d'assurer la quiétude des animaux qui s'y trouvent, vis-à-vis des pratiquants d'activités outdoors, en période hivernale particulièrement. Sur le DS de Val Cenis, les ZT de l'Arcelle 'A' (0,62 ha) et 'B' (0,28 ha) à proximité du télésiège de la Féma, ainsi que celle d'Arcellins (0,44 ha), située sous le télésiège du même nom, ont été matérialisées à l'automne 2021 comme l'illustre la *figure 5* et les *annexes 2* et *3*. De plus, une clairière à poudreuse (ouverture de milieu forestier par les agents de l'ONF) a été mise en place, toujours à l'automne 2021. Les deux ZT ne représentent que 0,088 % de la surface totale du secteur Lanslebourg-Lanslevillard du DS ; et seulement 0,073 % de la surface totale de l'ensemble du domaine skiable, ce qui est infime.



Ces zones ont été définies grâce aux concertations de groupes de travail (GT) menés en 2020 ; impliquant d’un côté les représentants des acteurs socioprofessionnels gravitant autour du DS de Val Cenis (SEM¹⁰ de Val Cenis en tant que gestionnaire, l’ONF, l’ESI et l’ESF, une société de chasse locale, ...) et de l’autre, les agents du PNV concernés par le projet (Coulombier *et al.*, Ibid. p. 13). Lors du premier GT, les différents acteurs présents ont pré-identifié six zones “favorables” au sein du domaine skiable ou implanté les ZT, tout en prenant en compte le fait que celles-ci devaient être compatibles avec les pratiques sportives. Pour ce faire, des cartes du diagnostic d’hivernage du Tétrás-Lyre sont présentées. Celles-ci ont été réalisées par des agents du PNV (du secteur) lors de l’hiver 2019. Elles “font état des lieux de la fréquentation par les skieurs et de la présence de Tétrás-lyre sur le domaine skiable, y compris le domaine skiable hors-piste” (Coulombier, 2020). Le deuxième GT s’est déroulé sur le terrain, dans le but de vérifier la possibilité de matérialisation des ZT pré-définies avec l’ensemble des acteurs impliqués. A l’issue de ces deux réunions, les zones de l’Arcelle ‘A’ et ‘B’ et d’Arcellins ont été retenues (Coulombier, 2020).

Sur le terrain, les deux ZT sont matérialisées par quatre rangées de cordelettes élastiques (sandow), entrecoupées de différents piquets polycarbonates amovibles comme l’illustrent les *photos 3 et 4*. Des panneaux et des fanions complètent le dispositif de matérialisation. A noter que cette matérialisation n’est présente qu’en amont des ZT (en haut).

	
<p><i>Photo 3. Matérialisation de la zone de tranquillité d'Arcellins</i></p>	<p><i>Photo 4. Matérialisation de la zone de tranquillité d'Arcelle 'B'</i></p>
<p><i>Source : Justine Coulombier, PNV (novembre 2021).</i></p>	<p><i>Source : Pierre Vignon-Livache, PNV (février 2022).</i></p>

¹⁰ Une Société d'économie mixte est une société dite 'anonyme', ou la collectivité doit posséder entre 51 et 85 % du capital, disposer d'au moins un représentant et de la moitié des voix au conseil d'administration. Les SEM sont des personnes morales de droit privé, ou la responsabilité des actionnaires est limitée à leurs apports. Son capital est détenu en majorité par une ou plusieurs personnes publiques (l'État, un établissement public ou encore une collectivité territoriale), (Anon 2022).

2.2 Volet scientifique :

2.2.1 Suivis des zones de tranquillité au cours de la saison hivernale

Dans le but de suivre la fréquentation des zones de tranquillité, aussi bien par les pratiquants que par les Tétrasyre, et ainsi de mettre en lumière ou non le gain de tranquillité apporté par l'implantation des ZT, deux méthodes ont été mises en place par les équipes du Parc national de la Vanoise. En effet, le protocole dit "OGM", utilisé et rodé depuis 2016 et le suivi photographique ont été employés durant la période d'ouverture du domaine skiable, entre mi-décembre 2021 et mi-avril 2022.

Protocole OGM : suivi de la fréquentation :

Le premier protocole se compose de deux actions. La première nécessite des passages réguliers sur les zones à la suite des chutes de neige ; idéalement entre trois et cinq jours après. Sur le terrain est relevé le nombre de traces de ski présentes dans une ZT, mais aussi celles d'animaux éventuels. Il faut veiller à pénétrer dans les ZT uniquement de manière exceptionnelle afin de limiter au maximum le dérangement de *Lyrurus tetrix*. Par exemple, lors d'intrusions multiples en un même point, il est parfois nécessaire de s'introduire dans les ZT de manière à pouvoir compter le nombre de traces plus facilement. Le long du dispositif de matérialisation des zones, l'ensemble des points d'intrusion séparés de cinq mètres environ sont ainsi relevés. (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13). De ces points d'intrusions, ressort un nombre de personnes. Ces observations sont notées sur une tablette en créant un 'jalon' (pointage GPS) sur l'application *OruxMaps*¹¹. De retour au bureau, un tableur de type 'Excel' est complété, en indiquant les différents 'critères' résumés dans le *tableau 1*, et ce pour chaque ZT. Pour l'année 2022, il a été fait le choix de renseigner huit "critères". De plus, les points GPS créés sur *Oruxmaps* permettent de créer sur le logiciel de SIG *Qgis*, une cartographie des principaux points d'entrées ainsi que les principales traces de passages à l'intérieur des ZT lors du traitement des résultats, dans le but d'améliorer les actions l'année suivante.

1	Dates	5	Types d'activités (ski/snowboard, ...)
2	Nb de jours/date après la chute de neige	6	Traces d'animaux (oui/non)
3	Observateur(s) (initial de ou des agents ayant effectué(s) le relevé)	7	Remise en place de la zone (fanions, panneaux, cordelettes, ...)
4	Nb de traces constatées	8	Remarques (éventuelles)

Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).

¹¹ *OruxMaps* est une application cartographique (type Iphigénie-IGN rando) utilisée par les agents du PNV lors de leur mission de terrain (*OruxMaps* 7.4.22 s. d.).

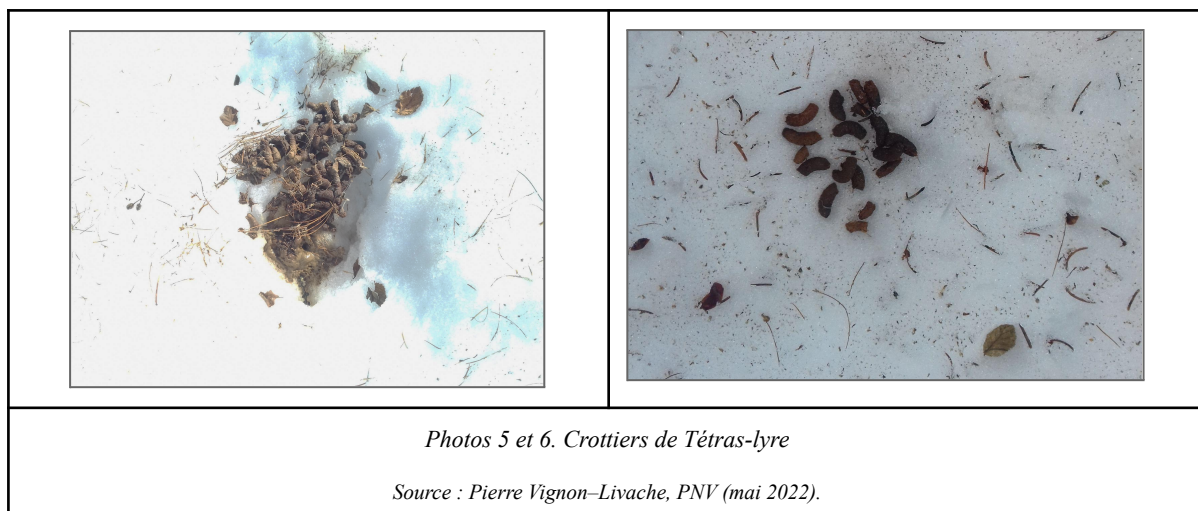
Protocole OGM : suivi des crottiers :

La deuxième action du protocole est le comptage de crottiers pour un meilleur suivi de l'utilisation spatiale des ZT par les Tétralyres. L'objectif est d'évaluer le degré de fréquentation des zones par ces tétraonidés pour connaître leurs réponses spatiales face à l'implantation du dispositif. Lors de l'hiver 2019-2020, un comptage témoin a été réalisé par des agents du PNV avant l'installation des ZT, dans le but de comparer les résultats et de faire ressortir ou non une évolution du nombre de crottiers lors des années de suivies. Les comptages de l'hiver 2020-2021 sur Val Cenis ont été réalisés sans la mise en place des ZT, et avec la fermeture des remontées mécaniques, ce qui n'est pas représentatif d'une année dite "normale" (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13). Ceux-ci ne seront donc pas présentés lors de l'analyse des résultats. L'hiver 2021-2022 va servir de première bonne indication.

Sur le terrain, l'entièreté de la zone de tranquillité doit être parcourue selon deux schémas en fonction de la topographie de celle-ci : de haut en bas ou bien de long en large. Dans les deux cas, muni de son téléphone portable et de l'application *OruxMaps*, l'agent progresse en ligne droite en scrutant de part et d'autre dans un rayon de 2-3 mètres afin de repérer un maximum de crottiers, illustrés sur les *photos 5* et *6*. Un crottier repéré, un point GPS (jalon) est créé sur l'application, en notant le type de crottier ainsi que son numéro ('N3' par exemple s'il s'agit du troisième crottier trouvé et ainsi de suite. Le 'N' correspond au type de crottier (détails ultérieurement)). Ces points GPS sont par la suite importés sur le logiciel de cartographie *Qgis* de manière à créer des cartes de comparaison de l'évolution de la répartition des crottiers. En fonction du taux de déneigement, la végétation arbustive ou arborée tels que les Aulnes verts (*Alnus viridis*) ou bien les Rhododendrons ferrugineux (*Rhododendron ferrugineum*) peut compliquer les relevés, en rendant difficile la progression et en masquant une partie du sol. Le cheminement dans la zone est alors adapté aux conditions rencontrées. Ces comptages doivent idéalement avoir lieu lorsque le déneigement des zones se situe autour de 60 %, puisqu'il est plus facile de détecter un crottier sur du 'blanc' (de la neige) que sur un sol marron à nu (de la terre). Les fortes chaleurs du mois de mai 2022, ainsi que le faible enneigement de l'hiver ont engendré une fonte rapide du manteau neigeux cette année-là. En conséquence, sur le DS de Val Cenis, les zones n'ont pas été prospectées avec un taux de déneigement équivalent. Les prospections ont eu lieu les 12 et 17 mai 2022 (environ une demi-journée pour chaque ZT à un agent), avec un déneigement estimé à 98 % pour la ZT de l'Arcelle 'A' et 'B' et environ 60 % pour celle d'Arcellins. Lors de l'analyse des résultats, il faut toujours garder à l'esprit le fait qu'il peut exister un biais lié à la visibilité des crottiers.

Par ailleurs, pour les comptages de crottiers 2022 et dans un souci d'améliorer la connaissance de la fréquentation des zones de tranquillité, il a été fait le choix de différencier la typologie des crottiers lors des relevés, à savoir :

- crottiers perchés/d'alimentation : quelques crottes éparpillées
- crottiers diurnes : 10-20 crottes
- crottiers nocturnes : 30-50 crottes



Suivi photographique :

La deuxième méthode employée dans le but de mesurer la fréquentation des zones est le suivi photographique. Sur Val Cenis, ce protocole expérimental a débuté lors de la saison 2021-2022. La zone de tranquillité de l'Arcelle 'A', a été équipée d'un piège photo grand angle (prise de vue à 180°), de type 'Moultrie'. A noter que la ZT d'Arcellins n'a pas été équipée. L'objectif de ces suivis est d'identifier le comportement des pratiquants de ski, c'est-à-dire exposer la pénétration dans la ZT ou bien son évitement (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13). Ces suivis photographiques viennent compléter les campagnes de terrain, en vérifiant ce qui a été observé lors de l'application de la première action du protocole OGM.

Concernant le fonctionnement du piège photo ; deux périodes ont été couvertes, contre trois prévues initialement par le suivi. Tout d'abord, une période du 15 décembre au 25 décembre 2021 (11 jours) durant les vacances de Noël, puis une seconde longue période du 11 février au 6 mars 2022 (24 jours) durant les vacances de février. Cette dernière a été divisée en deux périodes (11/02/22 au 28/02/22 puis du 1/03/22 au 6/03/22) dans l'analyse des résultats de la partie 3.1.1. Le piège photo doit rester quinze jours en place, les données sont ensuite récupérées et analysées. Les images sont collectées grâce à la technique du 'timelapse', c'est-à-dire que les photographies sont prises toutes les trente secondes entre 9 h 00 et 17 h 00 (ouverture des remontées). Celles-ci sont prises de loin pour qu'il ne soit pas possible d'identifier les personnes photographiées.

A propos de l'installation de l'appareil, celui-ci doit être placé dans un arbre à 4-5 mètres de hauteur, de sorte que le dispositif de matérialisation de la zone de tranquillité soit visible sur l'image, comme le montre la *photo 7*, issue du piège photo de l'Arcelle A.



Photo 7. Image provenant du piège photo grand angle de la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A'

Source : piège photo ONF-PNV (février 2022).

Lors de l'analyse au bureau des images récoltées, l'agent fait défiler les photographies rapidement de façon manuelle sur un ordinateur. En grand angle, les Tétrasyres apparaissent très petits sur l'écran ; et l'enchaînement rapide des images permet de déceler le ou les changement(s), et ainsi d'identifier des points noirs (TL) ou bien des skieurs. Pour une meilleure observation, il est conseillé de traiter chaque image deux fois : une première fois en se focalisant uniquement sur le bord gauche de l'image, puis une seconde fois en se focalisant cette fois-ci sur le bord droit. Cependant, compte tenu du grand nombre de photographies récoltées (près de 30 000 images au total), une seule visualisation a été effectuée.



2.2.2 Suivi GPS des Tétrasyres au sein des Domaines skiables

Initié lors du printemps 2020, les campagnes de captures de *Lyrurus tetrix* visent à étudier précisément la répartition de ces galliformes à différentes échelles spatio-temporelles, via des suivis par GPS. Cette géolocalisation permet de délimiter le domaine vital de chaque Tétrasyre capturé et ainsi d'en apprendre davantage sur son rythme d'activité, son mode de vie, notamment dans les zones d'hivernages (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13). De plus, ces suivis visent à déceler une éventuelle corrélation entre l'ouverture des remontées mécaniques en journée (9 h 00 et 17 h 00) et le déplacement des oiseaux. Enfin, ceux-ci visent à mieux connaître les couloirs de vols de *Lyrurus tetrix* afin d'équiper les remontées mécaniques concernées de systèmes de visualisations des câbles, tels que les 'birdmarks' qui sont illustrés sur la photo 9.

Il convient maintenant de s'intéresser à l'aspect technique de ce protocole expérimental. Depuis 2016, des études sont menées conjointement par les équipes du PNV et de l'Office français de la biodiversité (OFB) afin d'identifier les balises GPS les plus adaptées pour de tels suivis. 9 équipements de 4 marques ont ainsi été testés durant plusieurs mois. A la suite des divers tests, la balise "OrniTrack-E25 transmitter", dotée d'un panneau solaire a été retenue. Les données GPS sont transmises presque en temps réel (émissions toutes les dix minutes environ) à un site web via le système GSM. A noter que les balises se rechargent facilement entre avril et octobre puisque l'ensoleillement est conséquent et les températures clémentes. Cependant, en hiver, la fréquence d'émission est bien moindre (3 émissions par jour) et il arrive régulièrement que la balise cesse de fonctionner (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13).

La phase de capture d'oiseaux pour la pose des GPS intervient au printemps lorsque les coqs se retrouvent sur les places de chants pour parader. En amont, des repérages sont effectués

pour vérifier et/ou découvrir de nouvelles lecks. Les campagnes de capture ont lieu très tôt le matin, du crépuscule jusqu'à la fin de matinée (5 h 00 à 11 h 00 environ). L'accès au place de chant s'opère en ski de randonnée où bien à pied. Les agents mobilisés pour la capture doivent se trouver dans les tentes d'affût (*photo 8*) vers 4 h 30/5 h 00, avant que les Tétrasyre ne commencent à chanter, dans le but d'être le plus discret possible. Sur la zone de chant, quatre à six filets de captures d'une trentaine de mètres de longueur (mailles de 10 x 10 cm) sont installés (illustrés brièvement sur la *photo 8*).

	
<p><i>Photo 8. Tente d'affût et filet utilisés lors des campagnes de captures de Tétrasyre</i></p>	<p><i>Photo 9. Système de type 'birdmark' utilisé pour visualiser les câbles des remontées mécaniques pour l'avifaune de montagne</i></p>
<p><i>Source : Pierre Vignon-Livache, PNV (mai 2022).</i></p>	<p><i>Source : Pierre Vignon-Livache, PNV (mars 2022).</i></p>

Des repasses comportant le chant du coq et des poules, ainsi que des chuintements sont également diffusées afin d'exciter les Tétrasyre. L'oiseau pris dans un filet, celui-ci est immobilisé puis retiré du filet, tandis qu'un masque lui est apposé sur les yeux dans le but de limiter le stress causé par la manipulation. L'oiseau calmé, un agent procède à des mesures de tailles, de poids, puis l'équipe d'une balise GPS (accrochée en "sac à dos"). Une fois la manipulation terminée, l'oiseau est vite relâché.

2.3 Volet sociologique :

2.3.1 Enquêtes et entretiens auprès des socioprofessionnels de la montagne

La mise en place d'une enquête auprès des socioprofessionnels de la montagne du DS de Val Cenis vise à une meilleure acceptation locale de l'implantation des zones de tranquillité. En effet, leurs efficacités dépend en grande partie des usagers du territoire, puisque s'ils ne se sentent pas impliqués dans les actions ou bien s'ils sont mal informés, ils risquent de pénétrer régulièrement dans les zones et ainsi de compromettre leurs vocations (Coulombier *et al.*, Ibid., p. 13). A travers le déploiement de l'enquête sociologique, l'objectif est de mieux comprendre la perception des "locaux" vis-à-vis de la mise en place des dites zones ; mais aussi de mesurer l'efficacité des actions de communication menées sur le projet

Birdski. Créées de manière concertée, les ZT ont à priori plus de chance d'être acceptées localement. De plus, les professionnels de la montagne gravitant autour du domaine skiable via ses diverses activités associées (loueurs de matériels sportifs, restaurateurs, moniteurs de ski, ...) sont pour la plupart en lien direct avec les clients de passages. Par conséquent, ceux-ci sont essentiels pour informer leur clientèle à propos des actions réalisées.

D'un point de vue méthodologique, deux types d'enquête ont été déployés : un questionnaire d'ordre quantitatif au travers d'une enquête en ligne ; puis dans un second temps, un questionnaire d'ordre qualitatif via la réalisation d'entretiens semi-directifs. La mise en forme de l'enquête quantitative puis sa diffusion s'est déroulée sur une période de deux ans. Les restrictions d'ouvertures des DS n'ont pas permis de diffuser l'enquête comme prévu initialement. En 2020-2021, la première version de l'enquête comprenant vingt-deux rubriques et une trentaine de questions a été rédigée. De nombreux contacts (mails et numéros de téléphones) des différents professionnels de la montagne du DS de Val Cenis ont également été récoltés. Lors de l'hiver 2021-2022, cette enquête est passée à onze rubriques et une vingtaine de questions, à la suite de nombreuses modifications et relectures. Cette version "finale" a ensuite été testée par différents agents du siège, dans le but de mettre en lumière les éventuels problèmes de compréhensions ou de pertinences. La liste des socioprofessionnels de la montagne auprès de qui diffuser l'enquête a été complétée, permettant d'obtenir près d'une centaine de destinataires et donc de répondants potentiels.

Cette enquête de type "Google Forms¹²" a été diffusée en ligne une première fois le 7 mars 2022 grâce aux adresses emails, puis une relance a été effectuée une dizaine de jours plus tard. Au total, le questionnaire a été accessible pendant une période d'un mois, et a permis de récolter près de vingt et une réponses (taux de réponse de 21 %). A la suite de la diffusion du questionnaire et du tri rapide des réponses, différents socioprofessionnels ont été abordés pour savoir s'ils étaient toujours intéressés d'échanger plus longuement sur leur perception des ZT. Au total, huit personnes ont été contactées par mail et/ou téléphone pour seulement trois entretiens effectués (taux de réponses favorables de 37,5 %). Parmi ces trois entretiens réalisés courant avril 2022, deux se sont déroulés en face à face avec des moniteurs de ski de l'ESF de Val Cenis (30/40 minutes par entretiens) et le dernier par téléphone avec un pisteur-secouriste (15/20 minutes environ). Au préalable des entretiens, un 'guide d'entretien' comportant une dizaine de questions a été rédigé afin de comparer les résultats entre les personnes interrogées.

2.3.2 Sensibilisation des pratiquants aux respects des zones de tranquillité et de la faune en hiver

Bien que cette méthode ne serve pas directement à mesurer l'efficacité des zones de tranquillité, il a été fait le choix lors de l'hiver 2021-2022 de mettre en place un volet sensibilisation des publics présents au sein du DS de Val Cenis au travers de points rencontres (animations) dédiés. Il s'agit là d'une nouvelle action déployée dans le cadre de ce projet, dans le but de toucher un large public de skieurs en particulier, qu'ils soient simplement de passages ou bien de la région. Ces animations sont l'occasion d'informer les pratiquants sur la mise en place des ZT, leurs intérêts et plus globalement de les sensibiliser au respect de la

¹² "Google Forms" est un outil de création en ligne de formulaires/d'enquêtes, permettant de les partager/diffuser grâce à un simple lien web, mais aussi d'analyser les réponses rapidement (Google Forms s. d.) .

faune en hiver. La période hivernale étant très rude pour l'ensemble des animaux, il faut éviter au maximum le passage dans les zones refuges. Ces points rencontres sont nécessaires de manière à ce que les zones de tranquillité soient mieux connues, comprises, respectées et donc plus efficaces pour *Lyrurus tetrrix*.

Différents matériels pédagogiques¹³ ont été utilisés lors des diverses animations comme l'illustrent les photos 10 et 11.



Photo 10. Illustration du matériel pédagogique utilisés lors des différentes animations sur le DS de Val Cenis



Photo 11. Ingrid Chappel (PNV) en action lors de la première animation des vacances de février

Source : Pierre Vignon-Livache, PNV (février 2022).

Celles-ci se sont déroulées en majorité durant les vacances de février à la gare d'arrivée de la télécabine du Vieux-Moulin. Accessible aussi bien aux skieurs qu'aux piétons, le sommet de cette remontée mécanique se situe à proximité de la ZT de l'Arcelle 'A'. Stratégique du point de vue de leurs localisations sur le domaine skiable, six animations ont ainsi été réalisées. Par ailleurs, le weekend 'Nature et ski' organisé par le domaine skiable de Val Cenis, dont le PNV est partenaire, a permis la présence d'un agent afin de présenter le POIA-Birdski. Inscrits dans le programme des animations, cela a permis de toucher environ trois cent vingt personnes sur neuf heures trente de présence. Le weekend 'Nature et ski' a été l'occasion d'échanger avec quatre-vingt personnes environ durant les onze heures de présence.

3. Résultats : diversité des protocoles employés :

3.1 Premiers résultats :

Lors de l'analyse des premiers résultats de cette étude pour l'hiver 2021-2022, il a été fait le choix de séparer les suivis de la fréquentation des ZT par les pratiquants, des suivis de la fréquentation par *Lyrurus tetrrix*.

¹³ Drapeau et roll up du PNV pour une meilleure visibilité, birdmarks et flotteurs pour illustrer les systèmes de visualisation des câbles, plumes et moulages d'empreintes de Tétrax en taille réelle, photographies diverses, ...

3.1.1 Suivis de la fréquentation des zones de tranquillité par les pratiquants

Dans un premier temps, il convient de s'intéresser aux résultats des suivis de la fréquentation par les pratiquants en fonction du protocole OGM. Ceux-ci ont eu lieu entre fin janvier et mi-avril 2022. L'ouverture des remontées mécaniques, combinée à la forte fréquentation, va être un bon indicateur pour savoir si les zones sont respectées ou non. L'hiver a été particulier : d'un côté, le taux d'ensoleillement a été élevé, ce qui a favorisé la fréquentation ; et de l'autre, il y a eu très peu de jours de neige fraîche, cela a pu diminuer quelque peu la pratique du hors-piste. Ce facteur météorologique reste à confirmer les hivers avec "neige".

Huit relevés ont ainsi été effectués dans la zone de tranquillité d'Arcellins. Parmi ces huit relevés, un seul a mis en évidence la présence d'un passage dans la zone fin janvier. Cette non-fréquentation de la ZT peut s'expliquer par sa localisation géographique (en haut d'une petite butte), à l'écart des pistes de ski, mais aussi par la présence de végétations et d'une digue à l'aval de celle-ci. Concernant la ZT de l'Arcelle, onze relevés ont été réalisés dans les zones 'A' et 'B'. Parmi ces onze relevés, deux d'entre eux comptait six traces dans la zone, ce qui est très peu. La différence du nombre de relevés entre les deux zones de tranquillité résulte de la localisation de la zone d'Arcellins sur le DS. Effectivement, celle-ci est située dans une zone topographique où le vent est souvent présent ; et où les pistes de ski sont exposées aux coulées de neige. Cela induit en cas de mauvais temps, la fermeture des remontées mécaniques pour y accéder.

Les différents relevés sont présentés en *annexes 6, 7 et 8*¹⁴ Ces suivis ont permis de mettre en évidence quatre points d'intrusions principaux le long du dispositif comme l'illustre l'*annexe 4*, dont un dans la zone 'B' et trois dans la zone 'A'. Compte tenu de la très faible fréquentation de la zone d'Arcellins (seulement 1 trace pour rappel), le point d'intrusion visible en *annexe 5* a tout de même été matérialisé dans le but de comparer l'évolution lors de l'hiver 2022-2023. A noter que "l'espace d'évitement"¹⁵ de la ZT de l'Arcelle, située entre le TK de la Fema et la ZT d'Arcelle 'A' a été très emprunté tout au long de l'hiver, ce qui témoigne d'un bon respect de la zone.

Dans un deuxième temps, il convient de présenter les résultats apportés par les suivis photographiques. Au cours des trois périodes de suivi, ce qui représente trente cinq journées, 65 individus ont été observés sur les images. Parmi ces personnes, seulement 14 (25 %) ont pénétré dans la zone et 42 (75 %) l'ont à priori contournés comme le montre le *tableau 2*, grâce à l'espace d'évitement. L'analyse du piège photo aboutit à des résultats très intéressants et prometteurs sur le DS de Val Cenis ; puisque les $\frac{3}{4}$ des individus remarquées sur les images, semblent ne pas pénétrer dans la ZT. Certaines de ces personnes skient dès le début (en haut du TK de la Fema) dans l'espace d'évitement, ce qui peut témoigner d'une connaissance de l'existence de la zone ; et donc du respect de celle-ci en descendant uniquement dans l'espace dédié. De même, les individus qui contournent le dispositif de matérialisation une fois au contact de celui-ci, ne sont peut être pas au courant de la mise en place des actions sur le domaine skiable ou bien sont simplement curieux.

¹⁴ Dans les tableaux de suivis de la fréquentation par les pratiquants des ZT présentés en *annexes 6, 7 et 8* ; la colonne 'remarques' n'a pas été présentée du fait de sa non utilité dans l'analyse des résultats.

¹⁵ L'espace d'évitement correspond à une zone périphérique aux zones de tranquillité, où un passage est laissé volontairement de sorte qu'un skieur qui se retrouve devant le dispositif de matérialisation des ZT, ai la possibilité de continuer à descendre sans avoir à remonter à pied en bords de piste ou à pénétrer dans les ZT.

Tableau 2. Récapitulatif des suivis par piège photo de la ZT de l'Arcelle 'A' lors de l'hiver 2021-2022

Périodes	Nb d'individus observés	Nb d'individus ayant pénétrés	Nb d'individus ayant contournés	Nb de Tétràs/d' animaux observés	Type d'activité principal	Météorologie principale
15/12/21 - 25/12/21	10	2	6	0	Ski_descente	Soleil
11/02/22 - 28/02/22	39	12	23	0	Ski_descente	Soleil/nuageux
1/03/22 - 6/03/22	16	0	13	0	Ski_descente	Soleil
35 jours de suivis	(65-9) = 56 ¹⁶	14	42	0	Ski_descente	Soleil

Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).

Les vacances de février (plus forte fréquentation) semblent être la période où le taux de pénétration dans la zone est le plus important, c'est en tout cas ce qui ressort du traitement des différentes photos.

Par ailleurs, il est intéressant de s'intéresser maintenant aux quelques dysfonctionnements relevés lors de l'analyse des images. En effet, le 25/12/21, l'appareil arrête de fonctionner en milieu d'après-midi, sûrement à cause d'un problème de batterie. De même, le piège photo n'a fonctionné qu'entre 5 h 51 et 7 h 28 le 22/02, avant de fonctionner de nouveau le 23/02 à partir de 12 h 36. D'autres améliorations seraient à prendre en considération pour la saison 2022-2023 dans le but d'obtenir de meilleures images à certaines périodes. Il a été constaté une forte luminosité sur l'objectif de l'appareil à compter de la mi-février les jours de beau temps, liée à la réverbération du manteau neigeux. Bien que l'appareil permette une vision globale du dispositif de matérialisation de la zone, cette forte luminosité certains jours altère la qualité des images et rend parfois difficile leurs analyses.

Bien que ces chiffres soient discutables et dépendent de l'observation d'un seul agent, cette première année d'expérimentation a fait ressortir des résultats très encourageants, notamment lorsque l'on sait que les ZT sont situées à proximité de pistes de ski très fréquentées en journée. Ils soulignent le respect de la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A', avec peu de passages à l'intérieur de la ZT ; et des descentes hors-pistes majoritaires dans l'espace d'évitement. La complémentarité du piège-photo et du suivi de la fréquentation par les pratiquants a très bien fonctionné et ces dispositifs se sont révélés très intéressants pour mesurer le taux de fréquentation de la zone. Par ailleurs, même si les DS ont retrouvé un taux d'affluence important, il y a eu très peu de journées neigeuses cette année, ce qui n'a peut-être pas incité massivement les pratiquants au hors-piste. Enfin, il est important de

¹⁶ A noter que dans l'analyse des résultats du piège photo, il n'est pas mis en évidence la pénétration de 9 individus sur les 65 constatés sur les images. C'est pourquoi, dans l'analyse des résultats, les calculs de pourcentages se basent sur le chiffre 56 ; correspondant au nombre d'individus total (65) moins le nombre d'individus dont-il n'est pas possible de savoir clairement s'ils ont ou non pénétré dans la ZT (9).

souligner le fait qu’aucun Tétrasyre n’a été décelé. Ce dernier point peut être lié à un biais d’analyse des images de la part de l’observateur.

3.1.2 Suivi de la réponse spatiale des Tétrasyres à l’implantation des ZT

La campagne de détection réalisée en mai 2022 a permis de mettre en évidence 25 crottiers d’hivernage pour la zone d’Arcellins comme l’illustre le *tableau 3* L’année témoin (2020) avait quant à elle permis de déceler 26 crottiers.

<i>Tableau 3. Récapitulatif des relevés crottiers par années entre 2019 et 2022 sur la zone de tranquillité d’Arcellins</i>					
ZT d’Arcellins (0,44 ha)	Nombre de crottiers observés (total)	Alimentaire	Diurne	Nocturne	Nombre de crottiers observés/ha
2019	2	2			4,54
2020	26	26			59,09
2021	Pas de comptages				
2022	25	3	12	10	56,81
<i>Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).</i>					

Pour la ZT d’Arcellins, la tendance d’évolution des crottiers semble stable, et sera à confirmer en 2023.

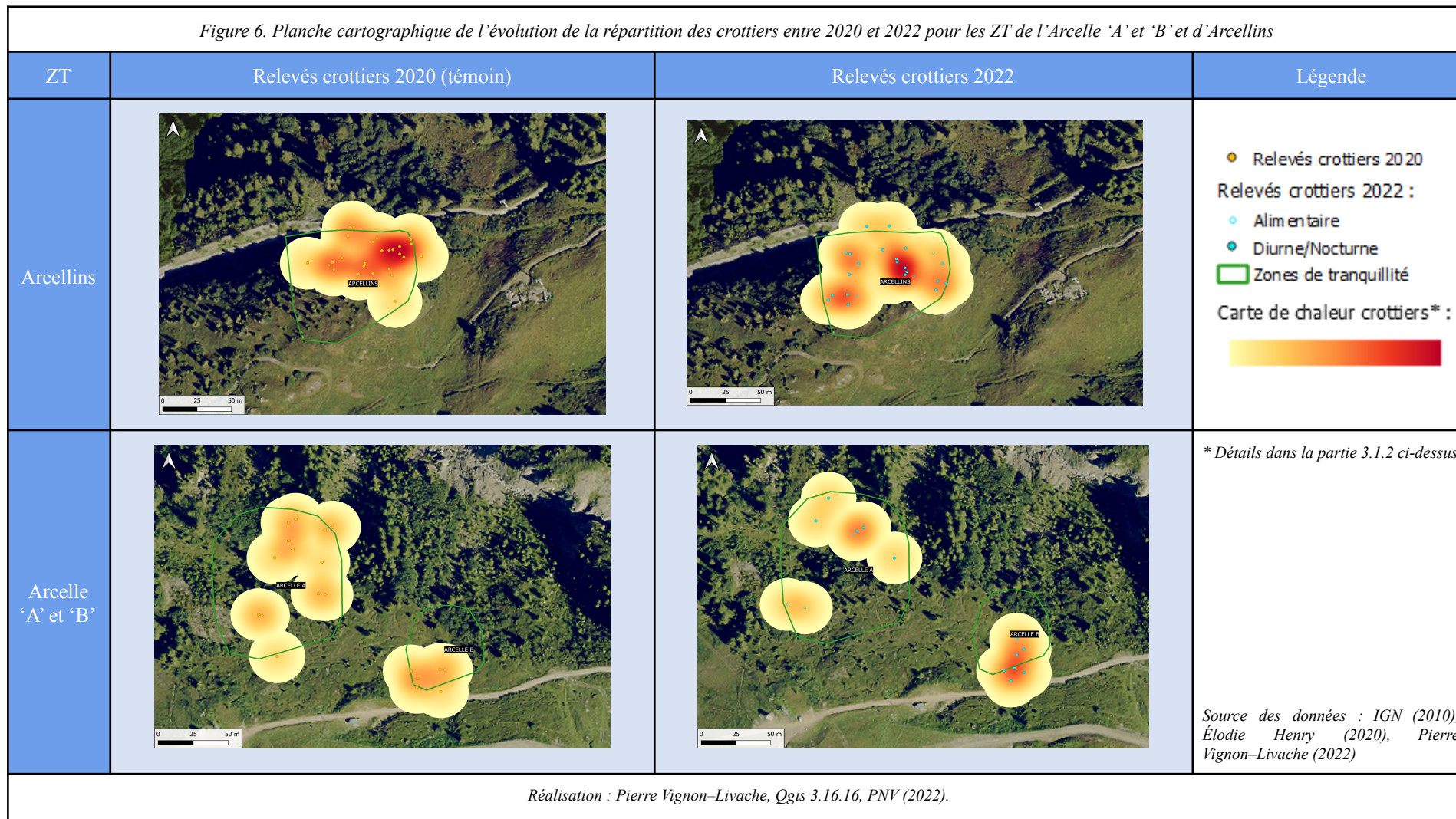
La prospection de crottiers pour la zone de l’Arcelle a quant-à elle permis de déceler une quinzaine de crottiers : huit dans la zone ‘A’ et sept dans la zone ‘B’ comme l’illustre le tableau récapitulatif en *annexe 9*. Par rapport à l’année témoin, la tendance d’évolution du nombre de crottiers semble également stationnaire. De plus, le tableau présente les résultats du comptage de crottiers de façon différenciée en 2022. Pour les prochaines années de suivis, cette différenciation des types de crottiers va permettre une meilleure précision lors de l’analyse de la réponse spatiale des Tétrasyres à l’implantation des ZT.

Par ailleurs, Il a été fait le choix dans cette analyse de représenter les résultats à l’aide de cartes de chaleur* pour une meilleure visualisation et comparaison. Les cartes de chaleur ou ‘Heatmap’ permettent d’identifier facilement les “points chauds” et les grappes de points. Pour ce faire, le plugin ‘Heatmap’ a été utilisé sur le logiciel de SIG Qgis. Celui-ci utilise l’estimation de densité de noyau afin de créer un raster de densité (carte de chaleur) d’une couche de point vecteur en entrée (ici les crottiers). La densité est calculée en fonction du nombre de points dans une zone dans laquelle, plus le nombre est important, plus la valeur est grande. Pour cette manipulation, des rayons de 20 mètres autour des points ont été définis (Documentation Qgis s. d.).

La *figure 6* met de nouveau en lumière cette tendance de stagnation (légère diminution) des crottiers au niveau des deux ZT. Les crottiers pour les deux années de relevés sont localisés principalement dans les parties boisées des deux zones de l’Arcelle ‘A’ et ‘B’. Le passage en

ski est le plus délicat, la neige reste fraîche plus longtemps et la nourriture y est disponible. Au travers de la *figure 6*, la répartition des crottiers entre 2022 et l'année témoin semble s'être déplacée, notamment dans la ZT d'Arcellins. En effet, les points chauds situés en majorité en bas à droite de cette zone en 2020, semblent se situer en milieu de zone en 2022 (sous la rupture de pente). La surface localisée derrière le dispositif de matérialisation de la ZT d'Arcellins, fortement soumise au vent (neige potentiellement dure), avec très peu de végétation, ne comporte aucun crottiers les deux années de relevés. Les crottiers se situent dans la partie la plus pentue, moins exposée aux éléments et à proximité de la végétation ligneuse.

Figure 6. Planche cartographique de l'évolution de la répartition des crottiers entre 2020 et 2022 pour les ZT de l'Arcelle 'A' et 'B' et d'Arcellins



Réalisation : Pierre Vignon-Livache, Qgis 3.16.16, PNV (2022).

3.2 Limites des protocoles et des résultats :

L'hiver 2021-2022 a permis d'obtenir des résultats encourageant suite à la mise en place des différents protocoles ou suivis expérimentaux. De plus, cela a été l'occasion d'identifier les améliorations possibles pour la saison suivante. Différentes contraintes ou facteurs pouvant faire varier les résultats ont ainsi été décelés lors de la réalisation de cette étude.

Tout d'abord, il convient de s'intéresser à la campagne de détection des crottiers. La densité de ceux-ci à l'intérieur des ZT, ne renseigne pas sur le nombre de Tétrasyes fréquentant la zone. En effet, un même nombre de crottiers peut être produit par un petit nombre de Tétrasyes séjournant longtemps, aussi bien qu'un plus grand nombre de tétraonidés présents sur une très courte période. Par ailleurs, divers événements successifs interviennent dans la détection des crottiers par les observateurs. Il est ainsi difficile d'être exhaustif à 100 % lorsqu'une zone est parcourue, et la probabilité de détection de part et d'autre de la trace est variable. Ces comptages de crottiers dépendent par ailleurs, en grande partie du facteur météorologique ; puisqu'il est nécessaire d'attendre que le taux de déneigement se situe aux alentours de 60 % avant de se rendre sur site. Cependant, en 2022, les conditions "optimales" de prospections n'ont été réunies que pour une seule zone du fait du faible enneigement de l'hiver et des chaleurs précoces du mois de mai. Par conséquent, cela rend plus difficile la détection des crottiers sur fond de végétation, et peut également entraîner leur lessivage par les pluies. La fenêtre météorologique favorable entre les années de suivis peut fortement varier ; ce qui peut aboutir à de grandes différences de résultats. De plus, il peut exister un problème d'exhaustivité entre les relevés témoins (2020) et ceux réalisés durant les prospections des années du projet ; puisque ces derniers permettent de vérifier l'utilité des ZT pour les Tétrasyes. L'individu chargé des prospections de terrain va peut-être passer plus de temps à repérer les crottiers que lors des relevés de l'année témoin. En 2022, il a été fait le choix de différencier les types de crottier, alors que les années précédentes cela n'a pas été le cas, se pose alors la question de comment comparer au mieux les résultats entre les années de suivis et l'année témoin si les niveaux de détails ne sont pas les mêmes ? Peut-être aurait-il été intéressant dans ce cas de réaliser un témoin chaque année de suivies, afin d'évaluer si une tendance autre que celle liée à la ZT se dégage ? Par conséquent, si le témoin diminue l'année d'après ; et que le relevé de la ZT diminue également, la population de Tétrasyes-lyre pourrait-être considérée comme en baisse.

D'autre part, il est intéressant de se pencher sur la pertinence du piège photo. Pour le DS de Val cenis, la présence d'un seul appareil est suffisante pour couvrir un transect du dispositif de matérialisation de la zone de l'Arcelle 'A'. En fonction des ZT, Il peut être difficile de trouver le bon angle (mauvais cadrage, mauvaise luminosité à certaines heures, ...). Par ailleurs, le traitement manuel des images est long et fastidieux, créant probablement un biais dans les résultats obtenus étant donné qu'une partie des informations des images ne sont potentiellement pas vues. Le développement de nouvelles méthodes informatiques permettant le tri automatique des images serait une perspective intéressante pour de tels suivis à l'avenir. La deuxième zone pourrait alors être équipée à son tour d'un piège photo. Un des derniers points avancés par le déploiement du suivi expérimental par piège photographique est la résistance des piles dans le temps, ce qui peut interférer dans les résultats. Pour pallier ce problème, des batteries externes ont été achetées. Malheureusement, celles-ci ont créé des bugs sur l'appareil. Aucune solution n'a à ce jour émergée.

Concernant le suivi de la fréquentation des zones par les pratiquants, il est apparu difficile de compter le nombre de traces lorsqu'il y avait plusieurs intrusions multiples en un même point. Se pose alors la question de la légitimité qu'à l'agent chargé du relevé pour éventuellement pénétrer dans la zone, même si le dérangement est qualifié de négligeable ? De plus, il n'a pas toujours été possible de se rendre sur site entre 3 et 5 jours après les chutes de neige ; et le tassement rapide du manteau neigeux à parfois rendu difficile les relevés. C'est pourquoi, un nouveau protocole est-à l'étude pour l'hiver 2023. Celui-ci sera mis en place pour valider et corroborer également les données du piège photo.

Le volet sociologique serait également à améliorer les années suivantes ou lors de sa mise en place au sein d'autres domaines skiabiles. En effet, il est apparu difficile de créer, puis de diffuser un questionnaire rapide et précis dans le but d'obtenir les réponses souhaitées en un minimum de questions ; notamment en pleine saison hivernale, ou la plupart des socioprofessionnels étaient très occupés par leurs activités. Par la suite, contacter les personnes favorables pour un échange plus poussé sur la mise en place des ZT s'est avéré plus long que prévu. Certaines personnes se sont révélées ne plus être intéressées ou bien étaient en vacances à la suite de la saison. De plus, il a été relativement difficile de contacter et d'interroger les personnes non favorables aux actions menées au sein du domaine skiable. Lors des animations, il n'est bien évidemment pas possible de toucher tous les publics et bien souvent, les personnes intéressées par l'action de sensibilisation étaient déjà sensibles aux questions environnementales. Toute la difficulté de ce volet réside dans le fait d'arriver justement à toucher un public large, qu'il soit initié ou non.

Conclusion et discussion :

Dans cette étude, l'objectif est de mieux prendre en compte l'avifaune de montagne tels que les Tétrasyre au sein des domaines skiabiles ; en particulier celui de Val Cenis. Dans le but de mesurer l'efficacité et donc la pertinence des zones de tranquillité déployées pour *Lyrurus tetrrix*, différents protocoles ou suivis expérimentaux ont ainsi été mis en œuvre lors de l'hiver 2021-2022. Fréquemment employé depuis 2016, le protocole OGM a de nouveau été utilisé. Celui-ci permet d'étudier d'un côté la fréquentation des ZT par les pratiquants, mais aussi l'utilisation spatiale des zones par les Tétrasyre. Insuffisant, de nouvelles méthodes complémentaires ont également été déployées, tels que les suivis des ZT grâce à un piège photo, des captures puis la pose de balises GPS sur les Tétrasyre, ainsi que la mise en place d'une enquête quantitative puis qualitative auprès des socioprofessionnelles du domaine skiable pilote de Val Cenis. Ce volet social comporte une dernière action ; il s'agit de la sensibilisation des pratiquants au respect des ZT et à leurs utilités.

Compte tenu de la durée de ma mission au PNV, des choix ont dû être effectués dans ce travail, tant sur l'aspect de la présentation de la méthodologie employée, que lors de la présentation des premiers résultats. Plusieurs discussions et échanges ont ainsi permis d'y voir plus clair et de structurer l'axe de cette étude. Néanmoins, cette première saison d'analyse de l'efficacité des zones de tranquillité, a été l'occasion d'obtenir un premier aperçu satisfaisant de la mise en œuvre des différents protocoles ou suivis complémentaires pour les Tétrasyre, à la suite de l'implantation des ZT. L'utilisation de toutes ces méthodes a fait ressortir d'une part, un certain respect des zones de tranquillité par les pratiquants, mais aussi leurs utilisations par *Lyrurus tetrrix*. Effectivement, l'espace d'évitement de la zone de

l'Arcelle 'A', a été emprunté tout au long de l'hiver ; dans le même temps, peu de passages dans la zone ont été recensés alors que le domaine skiable a bénéficié d'une forte fréquentation liée à la fois au contexte post Covid 19 et à la météorologie favorable. Les Tétras-lyre ont quant-à eux continué à fréquenter les ZT d'Arcellins et de l'Arcelle 'A' et 'B' dans une proportion très similaire à ce qui avait été mis en lumière lors des relevés témoins en 2020. Cependant, les relevés réalisés au printemps 2022 ont exposé une évolution de la répartition des crottiers par rapport à 2020 à l'intérieur des ZT. Cela peut-être liée aux conditions météorologiques de l'hiver 2021-2022 (taux d'enneigement et de journées neigeuses très faibles). Cependant, le manque de recul lié à l'unique année de suivie ne permet pas de proposer des explications fiables ; dans ce travail, il est seulement possible de dégager une première tendance d'évolution, qui sera à confirmer les années suivantes. L'utilisation d'un piège photo pour vérifier les relevés de fréquentation s'est également montrée intéressante ; bien que certains inconvénients ont été décelés et détaillés dans la partie 3.2, comme par exemple l'analyse manuelle d'un grand nombre d'images.

Ces divers résultats sont néanmoins à relativiser pour l'instant étant donné qu'il y a seulement un an de suivi sur le DS de Val Cenis. Le protocole OGM est de son côté, tout de même bien rodé, même si quelques améliorations pourraient y être apportées. Ces évolutions seront à confirmer les hivers suivants ; notamment ceux où les conditions météorologiques seront favorables à la pratique du hors-piste. Se pose alors la question de comment interpréter les résultats après seulement un an de suivi ?

Il semblerait que la combinaison de divers protocoles et/ou actions soient adaptées et pertinentes dans le but de mesurer l'efficacité des ZT pour *Lyrurus tetrrix* au vu des premiers résultats apportés par les analyses des suivis de l'hiver 2021-2022. Toutefois, bien que tous les protocoles ou suivis expérimentaux semblent complémentaires et permettent d'avoir des retours prometteurs, ceux-ci apparaissent très chronophages. Par ailleurs, il ne faut pas oublier qu'à ce jour, il n'existe qu'un an de suivi, ce qui ne permet pas une analyse poussée des résultats.

Il serait peut-être intéressant de se pencher sur d'autres méthodes de suivis ou bien accentuer encore un peu plus celles employées aujourd'hui. En effet, outre le nouveau protocole d'observation à l'étude entre le PNV et l'OFB pour 2023 ; il serait pertinent de développer un protocole optimal en termes d'investissements humains, de coûts et de résultats scientifiques, bien que tous ces paramètres soient difficiles à concilier. Le volet sensibilisation des pratiquants et des socioprofessionnels serait à reconduire et élargir les saisons suivantes. En effet, un des meilleurs moyens pour que les zones de tranquillité soient respectées est d'informer au maximum sur leurs intérêts : soit lors d'animations ou de points rencontres dédiés au cours de l'hiver, soit d'intervenir directement auprès des socioprofessionnels lors d'assemblée générales en début de saisons ou bien durant une demi-journée dédiée avec visite sur le site. Par ailleurs, installer des panneaux explicatifs à proximité des ZT, avec un jeu de piste pour les enfants sous forme de question ou d'interrogation serait un bon moyen de toucher un large public.

Références bibliographiques :

- Arlettaz, R., Patthey, P., Baltic, M., Leu, T., Schaub, M., Palme, R. et Jenni-Eiermann, S. 2007. « Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife ». *Proceedings of the Royal Society, Series B, Biological Sciences*, n° 274, pp. 1219-1224.
- Arlettaz, R., Patthey, P. et Braunisch, V. 2013. « Impacts of Outdoor Winter Recreation on Alpine Wildlife and Mitigation Approaches : A Case Study of the Black Grouse ». (Eds. C. Rixen et A. Rolando), Bentham eBooks, pp. 137-54.
- Charrier, J., Thiolière, D., Xeridat, P. et Cherbonnier, J-P. 2014. « Un outil pour éviter le dérangement du tétras-lyre par le ski de randonnée ». *Faune sauvage*, 1er semestre, n° 302, pp. 22-29.
- Clariond, A. 2018. *La gestion des sports de pleine nature au sein du Parc national de la Vanoise. D'une réglementation à une gestion concertée des sports de pleine nature. Mémoire de thèse professionnelle pour le Mastère spécialisé PAPDD*. École des Ponts ParisTech, AgroParisTech.
- Coulombier, J. 2020. *Groupe de travail n°1 « zone de quiétude ». Compte rendu des réunions*. Parc national de la Vanoise.
- Coulombier, J., Grosset-Janin, M. et Vignon--Livache, P. en préparation. *Rapport technique des suivis des zones de tranquillité. Synthèse technique*. Parc national de la Vanoise.
- Delahaye, T., Augé, V., Balais, C., Berlioz, E., Bouchard, J., Chillet, C., Faivre, T., Folliet, P., Gotti, C., Hagry, V., Lagaye, C., Parchoux-Borot, C., Plumecocq, B., Rutten, C., Séon, C. et Tardivet, C. 2022. *Guide illustré de la Flore de Vanoise*. Biotope. Parc national de la Vanoise.
- Giraud, L. 2021. *Évaluation de l'efficacité de la zone de mise en défens pour la protection du Tétrasyre au Contamines Montjoie. Mémoire de stage*. Géographie. Université Paul Sabatier, Toulouse III.
- Klemencic, M. 2017. *La sensibilisation des pratiquants des sports d'hiver au dérangement de la faune sauvage. Création d'une initiative de sensibilisation à l'échelle alpine. Mémoire de stage de Master 2 "Science du territoire"*. Géographie. Université Grenoble Alpes.
- LPO PACA. 2015. *Protection des zones d'hivernages du Tétrasyre dans la réserve naturelle régionale des Partias. Bilan du projet 2012-2015*.
- Ménoni, E. et Fortin, J. 2015. « Emprise des loisirs de plein air sur les habitats des galliformes de montagne dans les Pyrénées françaises ». *Faune sauvage*, 4e trimestre, n° 309, pp. 38-43.
- Montadert, M. 2013. *Tétrasyre et dérangement touristique : Synthèse bibliographique sur le dérangement hivernal vis-à-vis des galliformes de montagne*. Observatoire des galliformes de montagne.
- Montadert, M. et Couturier. 2016. *Protocole de suivi de l'efficacité des refuges hivernaux pour le Tétrasyre. Rapport technique*. Observatoire des galliformes de montagne.
- Montadert, M., Cavailhes, J., Gomez, N. et Auliac, P. 2018. *Programme d'étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable : premiers résultats du suivi de 5 oiseaux équipés de balises satellitaires. Compte rendu*. Parc national de la Vanoise, Fédération des chasseurs de Savoie, Office national de la chasse et de la faune sauvage.

Palay, J. et Paccalet, Y. 2013. *A la découverte de la Vanoise, Parc national*. Parc national de la Vanoise. Glénat.

Références sitographiques :

- Anon. 2022. « Société d'économie mixte ». *Wikipédia*. Consulté le 14 juin 2022. (https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Soci%C3%A9t%C3%A9_d%27%C3%A9conomie_mixte&oldid=193912026).
- Anon. s. d. « Office français de la biodiversité ». *Wikipédia*. Consulté le 14 juin 2022. (https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Office_fran%C3%A7ais_de_la_biodiversit%C3%A9&oldid=194199032).
- Article L331-1 (Légifrance). s. d. Modifié par LOI n°2016-1087 du 8 août 2016 - art. 160 (V). « Chapitre Ier : Parcs nationaux (Articles L331-1 à L331-28) - Légifrance ». Code de l'environnement. Consulté le 14 juin 2022. (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000006159239/).
- Article L331-3 (Légifrance). s. d. Modifié par Ordonnance n°2020-745 du 17 juin 2020 - art. 3. « Chapitre Ier : Parcs nationaux (Articles L331-1 à L331-28) - Légifrance ». Code de l'environnement. Consulté le 14 juin 2022. (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000006159239/).
- CC Haute-Maurienne-Vanoise. s. d. « Domaine skiable alpin ». *Haute Maurienne Vanoise*. Consulté le 17 juin 2022. (<https://www.haute-maurienne-vanoise.com/hiver/val-cenis/ski/station-de-ski-alpin/>).
- CEN Haute-Savoie. 2014. « Le CEN de Haute Savoie ». *CEN Haute-Savoie*. Consulté le 14 avril 2022 (<http://www.cen-haute-savoie.org/le-cen-haute-savoie>).
- Commune de Val Cenis. s. d. « Site Officiel de la Commune de Val-Cenis - Station de Val-Cenis Vanoise - Savoie - Maurienne - France ». Consulté le 17 juin 2022. (<https://www.commune-valcenis.fr/#>).
- Documentation Qgis. s. d. « Extension Carte de chaleur ». Consulté le 23 août 2022. (https://docs.qgis.org/1.8/fr/docs/user_manual/plugins/plugins_heatmap.html).
- Google Forms. s. d. « Google Forms : outil de création de formulaires en ligne | Google Workspace ». Consulté le 17 août 2022. (<https://www.facebook.com/GoogleDocs/>).
- Les Arcs Paradiski. s. d. « Station de ski Les Arcs, vos vacances à la montagne - Station de ski Les Arcs ». Consulté le 17 juin 2022. (<https://www.lesarcs.com/>).
- Les Parc nationaux de France. s. d. « Portail des parcs nationaux de France | ». Consulté le 12 juin 2022. (<http://www.parcsnationaux.fr/fr>).
- Mountain Riders. s. d. « Le Flocon Vert : Ses stations lauréates ». *Flocon Vert*. Consulté le 17 juin 2022. (<https://www.flocon-vert.org/stations-laureates/>).

Observatoire des galliformes de montagne. s. d. « O.G.M - observatoire des galliformes de montagne ». Consulté le 14 avril 2022.
(<https://www.observatoire-galliformes-montagne.com/>).

Office français de la biodiversité. s. d. « Organisation et instances de gouvernance ». Consulté le 1 septembre 2022. (<https://www.ofb.gouv.fr/organisation-et-instances-de-gouvernance>).

OruxMaps 7.4.22. s. d. « OruxMaps 7.4.22 - Télécharger pour Android APK Gratuitement ». *Malavida*. Consulté le 3 août 2022. (<https://oruxmaps.fr.malavida.com/android/>).

Parc national de la Vanoise. s. d. « Parc national de la Vanoise | ». Consulté le 14 avril 2022.
(<http://www.vanoise-parcnational.fr/fr>).

Parc national du Mercantour. s. d. « Parc national du Mercantour | ». Consulté le 14 avril 2022.
(<http://www.mercantour-parcnational.fr/fr>).

Table des figures :

Numéro	Titre	Page
<i>Figure 1</i>	<i>Localisation du Parc national de la Vanoise au sein du département de la Savoie</i>	8
<i>Figure 2</i>	<i>Localisation des 11 Parcs nationaux français en 2022</i>	9
<i>Figure 3</i>	<i>Localisation des domaines skiables pilotes au sein de l'AOA du Parc national de la Vanoise</i>	11
<i>Figure 4</i>	<i>Synthèse méthodologique des principales étapes du projet Birdski pour mieux prendre en compte les Tétrasyre au sein des domaines skiables</i>	14
<i>Figure 5</i>	<i>Localisation des zones de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B' et d'Arcellins au sein du secteur Lanslebourg-Lanslevillard du domaine skiable de Val Cenis</i>	15
<i>Figure 6</i>	<i>Planche cartographique de l'évolution de la répartition des crottiers entre 2020 et 2022 pour les ZT de l'Arcelle 'A' et 'B' et d'Arcellins</i>	28

Table des photos :

Numéro	Titre	Page
<i>Photo 1</i>	<i>Tétrasyre femelle (la poule)</i>	12
<i>Photo 2</i>	<i>Tétrasyre mâle (le coq)</i>	12
<i>Photo 3</i>	<i>Matérialisation de la zone de tranquillité d'Arcellins</i>	16
<i>Photo 4</i>	<i>Matérialisation de la zone de tranquillité d'Arcelle 'B'</i>	16
<i>Photo 5</i>	<i>Crottiers de Tétrasyre</i>	19
<i>Photo 6</i>		
<i>Photo 7</i>	<i>Image provenant du piège photo grand angle de la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A'</i>	20
<i>Photo 8</i>	<i>Tente d'affût et filet utilisés lors des campagnes de captures de Tétrasyre</i>	21
<i>Photo 9</i>	<i>Système de type 'birdmark' utilisé pour visualiser les câbles des remontées mécaniques pour l'avifaune de montagne</i>	21
<i>Photo 10</i>	<i>Illustration du matériel pédagogique utilisés lors des différentes animations sur le DS de Val Cenis</i>	23
<i>Photo 11</i>	<i>Ingrid Chappel (PNV) en action lors de la première animation des vacances de février</i>	23

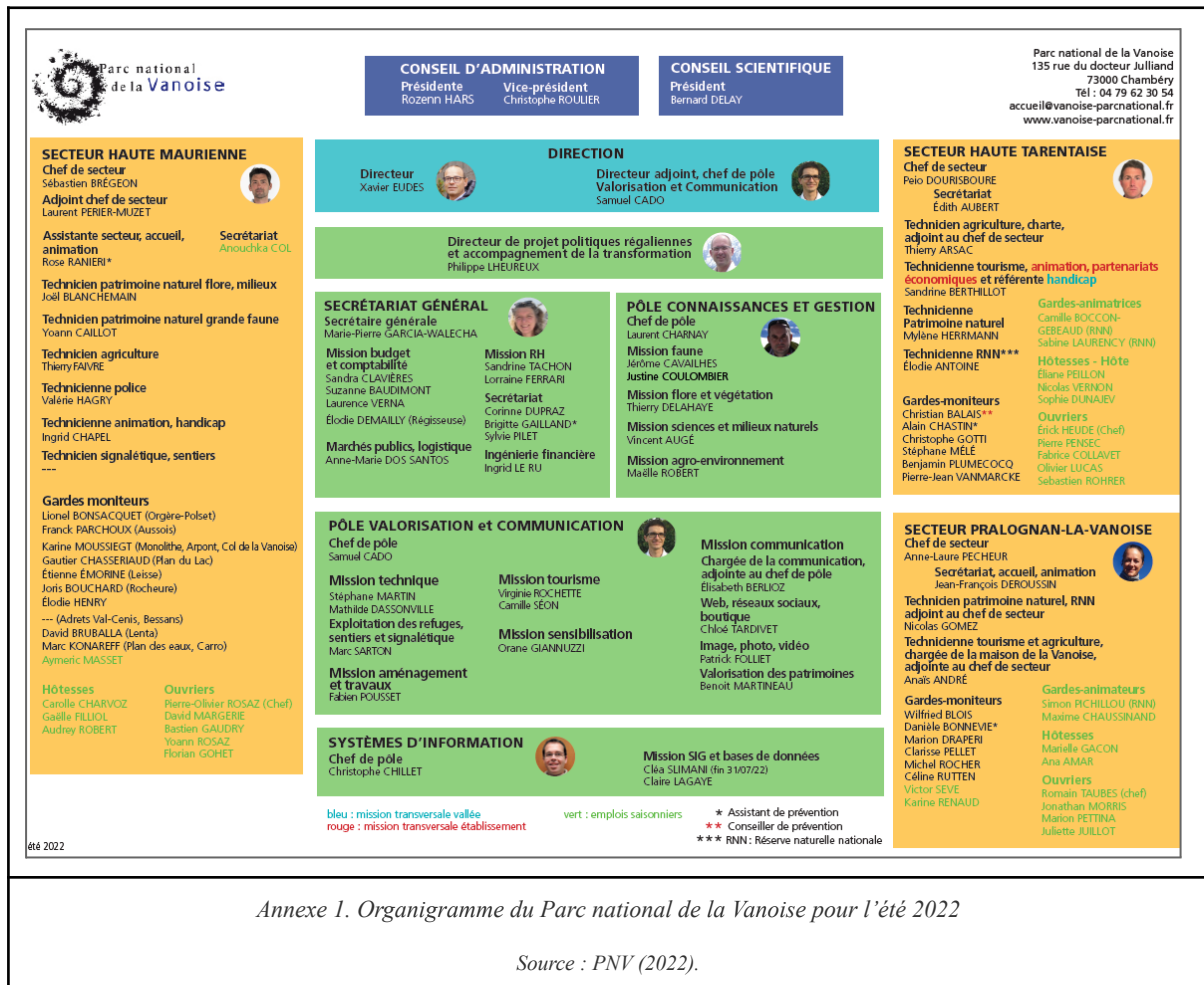
Table des tableaux :

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	<i>Critères utilisés dans le tableur 'Excel' pour renseigner le taux de fréquentation des ZT par les skieurs</i>	17
Tableau 2	<i>Récapitulatif des suivis par piège photo de la ZT de l'Arcelle 'A' lors de l'hiver 2021-2022</i>	25
Tableau 3	<i>Récapitulatif des relevés crottiens par années entre 2019 et 2022 sur la zone de tranquillité d'Arcellins</i>	26

Table des annexes :

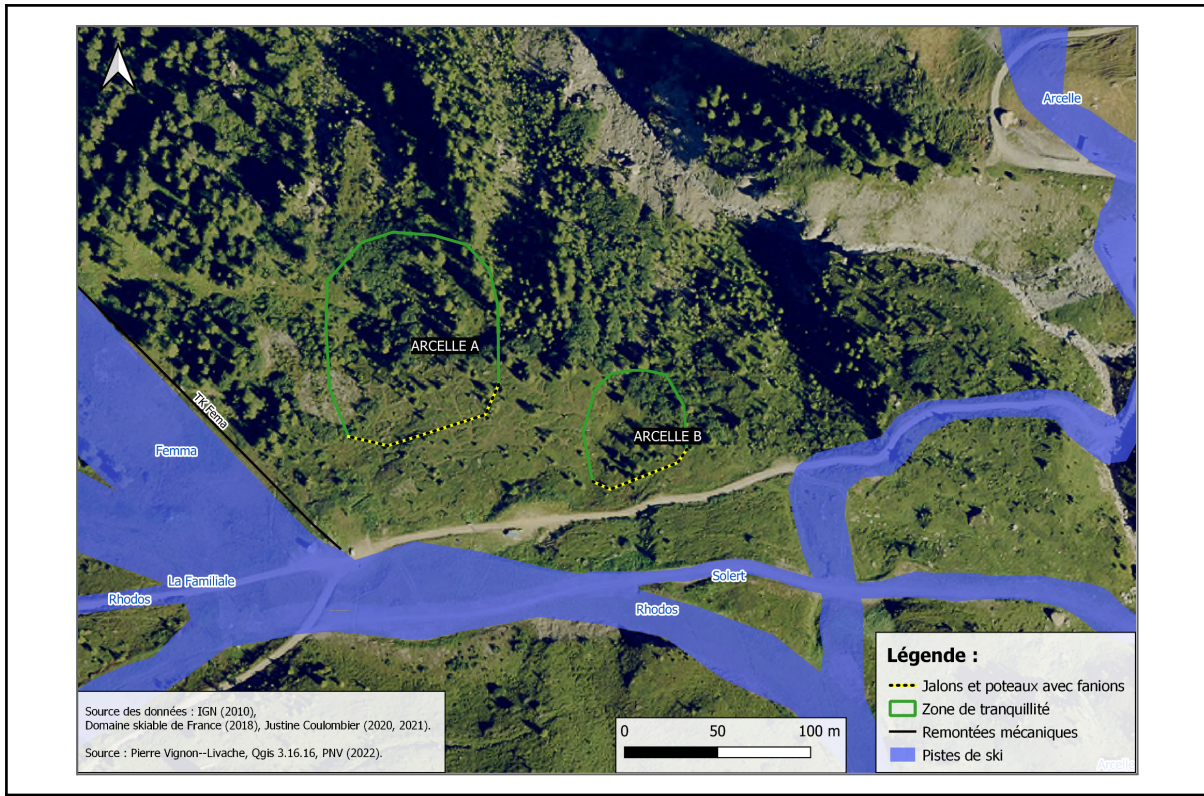
Numéro	Titre	Page
Annexe 1	<i>Organigramme du Parc national de la Vanoise pour l'été 2022</i>	37
Annexe 2	<i>Zoom sur la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'</i>	38
Annexe 3	<i>Zoom sur la zone de tranquillité d'Arcellins</i>	38
Annexe 4	<i>Points d'intrusions principaux et traces de ski principales dans la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'</i>	39
Annexe 5	<i>Points d'intrusions principaux et traces de ski principales dans la zone de tranquillité d'Arcellins</i>	39
Annexe 6	<i>Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT de l'Arcelle 'A' au cours de la saison hivernale 2021-2022</i>	40
Annexe 7	<i>Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT de l'Arcelle 'B' au cours de la saison hivernale 2021-2022</i>	41
Annexe 8	<i>Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT d'Arcellins au cours de la saison hivernale 2021-2022</i>	42
Annexe 9	<i>Tableau récapitulatif des relevés crottiens par années entre 2019 et 2022 sur la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'</i>	43

Annexes :

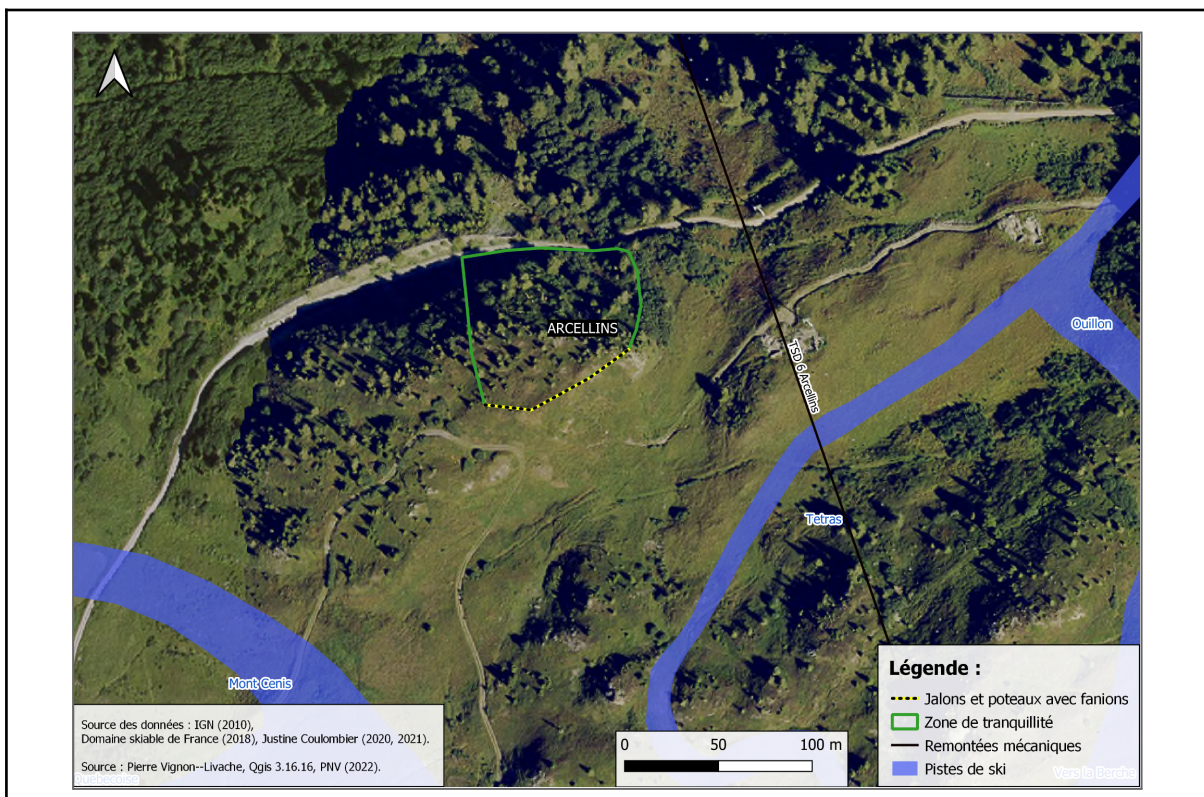


Annexe 1. Organigramme du Parc national de la Vanoise pour l'été 2022

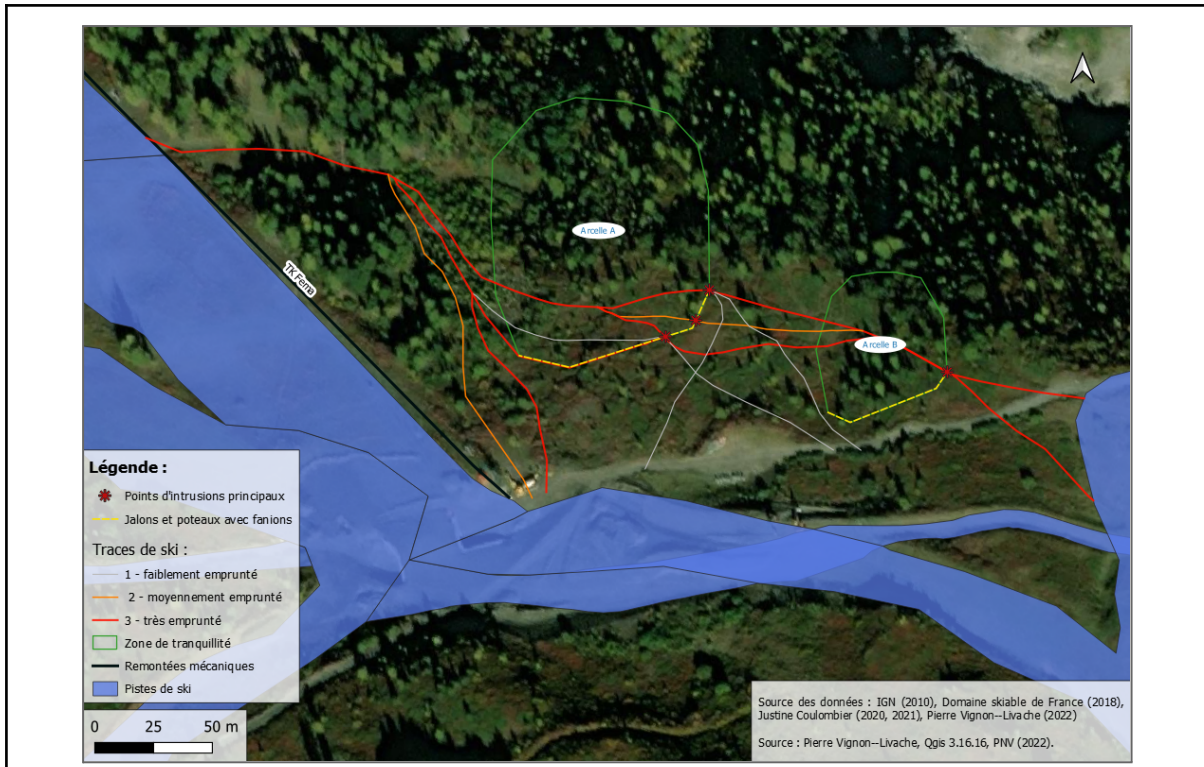
Source : PNV (2022).



Annexe 2. Zoom sur la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'



Annexe 3. Zoom sur la zone de tranquillité d'Arcellins



Annexe 4. Points d'intrusions principaux et traces de ski principales dans la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'



Annexe 5. Points d'intrusions principaux et traces de ski principales dans la zone de tranquillité d'Arcellins

Annexe 6. Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT de l'Arcelle 'A' au cours de la saison hivernale 2021-2022

Dates	Nb de jours après la chute de neige ou date de la chute	Observateurs	Nb de traces constatées	Types d'activités	Traces d'animaux	Remise en place de la zone (fanions, panneaux, ...)
28/01/2022	Plus de 15 jours	J.C / P.VL	2	Ski	Oui	Non
02/02/2022	1 jour	P.VL / L.PM	2	Ski	Oui	Non
11/02/2022	4 jours	P.VL / L.PM	0		Oui	Non
17/02/2022	3 jours	J.C / P.VL	3	Ski		Non
22/02/2022	3 jours	P.VL	0			Non
23/02/2022	4 jours	LPM	6	Ski		Non, ok
10/03/2022	? longtemps !	L.PM	?	Ski	Oui	Non, ok.
16/03/2022	? longtemps !	P.VL / L.PM	?			Non, ok.
23/03/2022	? longtemps !	P.VL	?		Oui	Baisse de plusieurs cordelettes
03/04/2022	2 jours	P.VL	0		Non	Non
11/04/2022	2 jours	P.VL	0		Oui	Non

Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).

Annexe 7. Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT de l'Arcelle 'B' au cours de la saison hivernale 2021-2022

Dates	Nb de jours après la chute de neige ou date de la chute	Observateurs	Nb de traces constatées	Types d'activités	Traces d'animaux	Remise en place de la zone (fanions, panneaux, ...)
28/01/2022	Plus de 15 jours	J.C / P.VL	0		Oui	Non
02/02/2022	1 jour	P.VL / L.PM	0		Non	Déneigement d'une cordelette sous la neige
11/02/2022	4 jours	P.VL / L.PM	1	Ski	Oui	Déneigement d'une cordelette sous la neige
17/02/2022	3 jours	J.C / P.VL	0			Quelques cordelettes remontées en prévention
22/02/2022	3 jours	P.VL	4	Ski	Oui	Un panneau avait tournée avec le vent
23/02/2022	4 jours	L.PM	6	Ski	Oui	Non, ok.
10/03/2022	?	L.PM	?	Ski	Oui	Non, ok.
16/03/2022	?	L.PM / P.VL	?		Non	Non, ok.
23/03/2022	?	P.VL	?		Non	Baisse de quelques cordelettes
03/04/2022	2 jours	P.VL	6	Ski	Non	Déneigement des 2 cordelettes les plus basses (neige lourde)
11/04/2022	2	P.VL	0		Oui	Non, ok.

Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).

Annexe 8. Tableau récapitulatif des suivis de fréquentation par les pratiquants de la ZT d'Arcellins au cours de la saison hivernale 2021-2022

Dates	Nb de jours après la chute de neige ou date de la chute	Observateurs	Nb de traces constatées	Types d'activités	Traces d'animaux	Remise en place de la zone (fanions, panneaux, ...)
28/01/2022	Plus de 15 jours	J.C / P.VL	1	Snowboard	Oui	Non
02/02/2020	1 jour	P.VL / L.PM	0			Non
11/02/2022	4 jours	P.VL / L.PM	0		Oui	Non
24/02/2022	3 jours	P.VL	0			Non
10/03/2022	?	L.PM	0			Non
16/03/2022	?	P.VL / L.PM	0		Non	Baisse de quelques cordelettes
23/03/2022	?	P.VL	0		Non	Non
03/04/2022	2 jours	P.VL	0		Non	Non

Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).

Annexe 9. Tableau récapitulatif des relevés crottiers par années entre 2019 et 2022 sur la zone de tranquillité de l'Arcelle 'A' et 'B'

ZT de l'Arcelle 'A' (0,62 ha)	Nombre de crottiers observés (total)	Alimentaire	Diurne	Nocturne	Nombre de crottiers observés/ha
2019	2	2			3,22
2020	13	13			20,97
2021	Pas de comptages				
2022	8	3	5		12,9
ZT de l'Arcelle 'B' (0,28 ha)					
2019	0	0			0
2020	6	6			21,4
2021	Pas de comptages				
2022	7	1	6		25
<i>Réalisation : Pierre Vignon-Livache, PNV (2022).</i>					