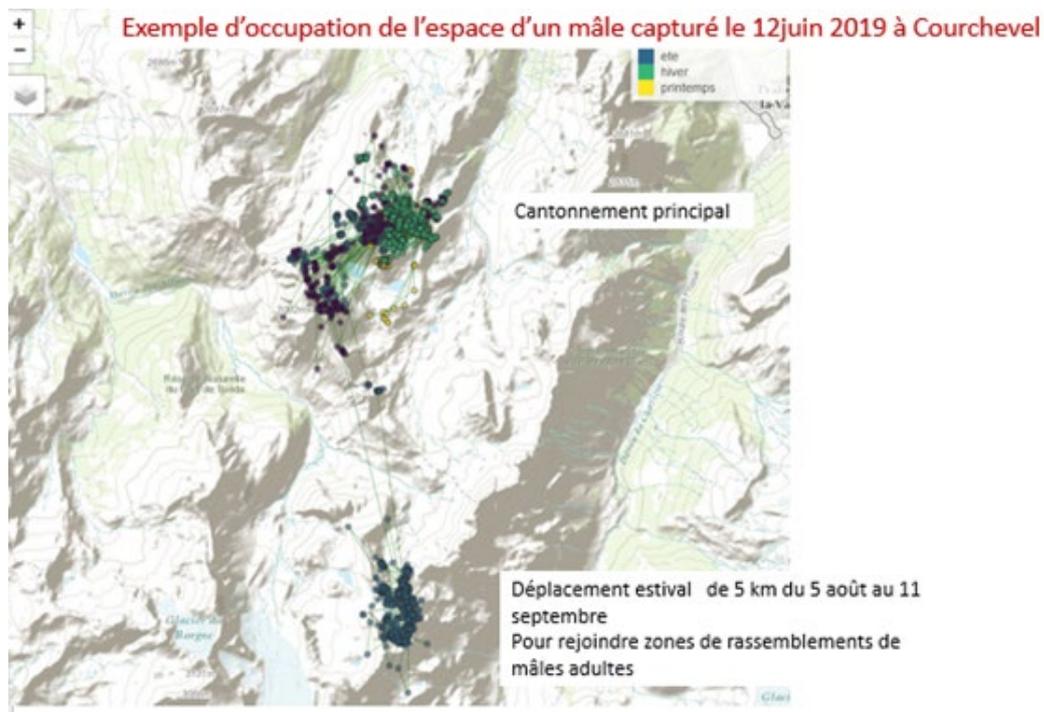


Études pluridisciplinaires

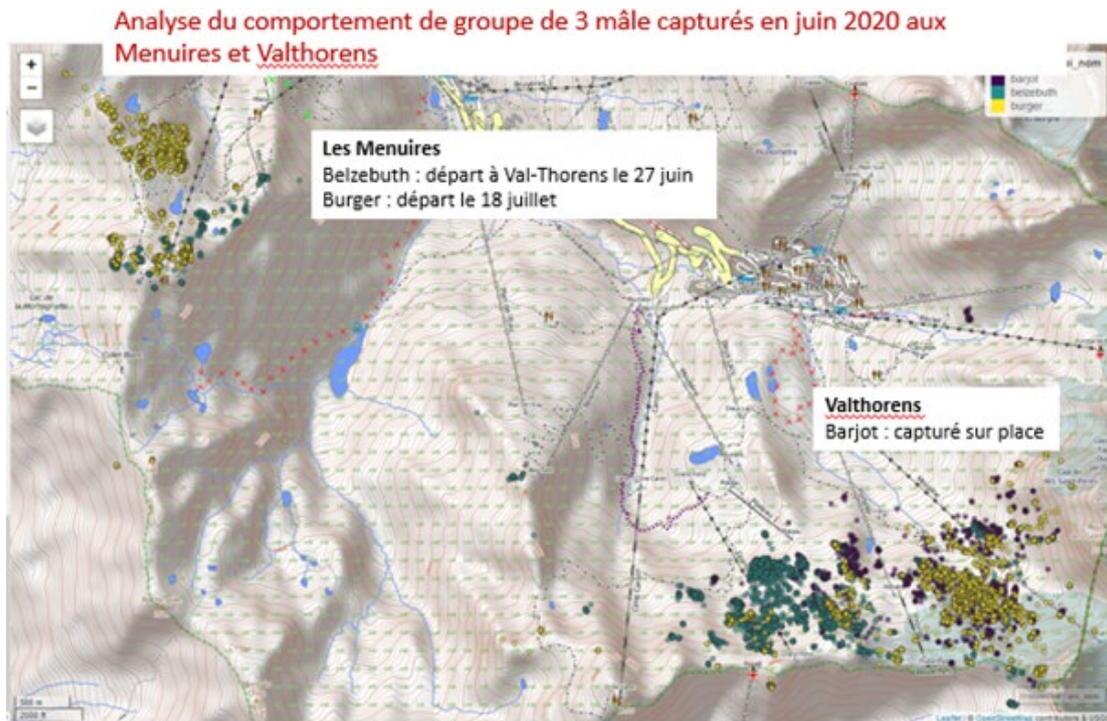
1) Les déplacements et la caractérisation des domaines vitaux

- **Caractéristiques écologiques de l'habitat des animaux en fonction des saisons, de l'âge ou du sexe des individus.**

L'habitat dans lequel évoluent les individus dépend principalement du compromis entre **l'abondance en nourriture** et du **risque de prédation/dérangement d'origine anthropique**. Le sexe et l'âge vont influencer l'équilibre de ce compromis. Par exemple, les étagnes (femelles bouquetins) accompagnées de leur petit vont avoir tendance à se placer en sûreté dans les zones escarpées, tandis que les mâles sont moins craintifs. Les données ainsi collectées permettent de connaître les milieux où évoluent les animaux marqués et d'orienter le cas échéant les mesures de gestion.



La carte ci-dessus montre que les lagopèdes effectuent des déplacements saisonniers : les individus se regroupent sur des zones de rassemblement à la période estivale.



La carte ci-dessus montre que 3 individus capturés sur des zones distinctes se regroupent sous les glaciers de Val Thorens au début de l'été

*Marchand, P., Garel, M., Bourgoïn, G., Dubray, D., Maillard, D., & Loison, A. (2015). Coupling scale-specific habitat selection and activity reveals sex-specific food/cover trade-offs in a large herbivore. *Animal Behaviour*, 102, 169-187. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.01.011>*

- **Localisation des zones essentielles à la réalisation du cycle de vie des animaux (rut, mise-bas, hivernage, ...)**

Les données collectées permettent d'identifier les **zones à enjeux** pour la faune sauvage, au sein desquelles l'activité humaine doit être conciliée à la préservation de la biodiversité. Ainsi, l'animal ou la population n'est pas dérangé(e) au moment où ils sont les plus vulnérables et la survie ou la reproduction n'est pas mise en péril. Les données collectées ont permis d'identifier les **zones d'hivernage du tétras lyre** et de travailler en partenariat avec les domaines skiables pour préserver leur quiétude en période de forte affluence touristique.



L'image ci-dessus montre la zone refuge d'un des mâles tétras lyre équipés dans un bosquet.

Le cycle annuel du bouquetin dans les Pyrénées. (2016, janvier 8). Bouquetin Pyrénées.
<https://www.bouquetin-pyrenees.fr/une-annee-chez-les-bouquetins>

Le Tétrás-lyre s'offre une zone de quiétude au sein du Parc national de la Vanoise. (s. d.). ici, par France Bleu et France 3. Consulté 29 septembre 2022, à l'adresse
<https://www.francebleu.fr/emissions/l-invite-de-17h07/pays-de-savoie/le-tetras-lyre-s-offre-une-zone-de-quietude-au-sein-du-parc-national-de-la-vanoise>

- **Corridors écologiques**

Les données collectées permettent d'identifier les corridors écologiques qui sont les **couloirs de migrations des animaux** entre les différentes zones clés de leur cycle de vie. Les migrations sont nécessaires pour mélanger les individus et donc **entretenir la diversité de gènes** dans les populations. La diversité génétique permet aux populations d'être **plus résistantes et résilientes** face aux diverses menaces (maladies, changements dans l'environnement, etc.) grâce à la diversité de réponses des organismes. Les données collectées contribuent à **identifier les zones de conflit entre activité humaine et couloir de migration** des individus.

Bergès, L., Roche, P., & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. Sciences Eaux & Territoires, Numéro 3(3), 34-39. <https://doi.org/10.3917/set.003.0034>

- **L'apport du suivi pour la compréhension des comportements individuels en réponse à leur environnement**

Les **changements survenant dans l'environnement** sont nombreux et impactent le comportement des animaux : le réchauffement climatique, la présence de troupeaux domestiques en interaction avec la faune sauvage, la présence de chiens de protection et de conduite des troupeaux, le dérangement lié au passage de skieurs ou randonneurs, etc.

Le **suivi GPS** permet d'évaluer les réponses comportementales des individus équipés et de comprendre comment ils s'adaptent. Ces résultats permettent de **mettre en place des mesures d'atténuation d'impact**. Par exemple, certains câbles de lignes électriques et remontées mécaniques sont désormais équipés de dispositifs de visualisation pour augmenter leur visibilité pour les oiseaux et limiter le nombre de percussions.

Bienvenut, J. (s. d.). Dérangement anthropique des rapaces rupestres : État des connaissances et mesures de protection. 25.

Quelques résultats obtenus à partir des données collectées :

- **Exemple 1**

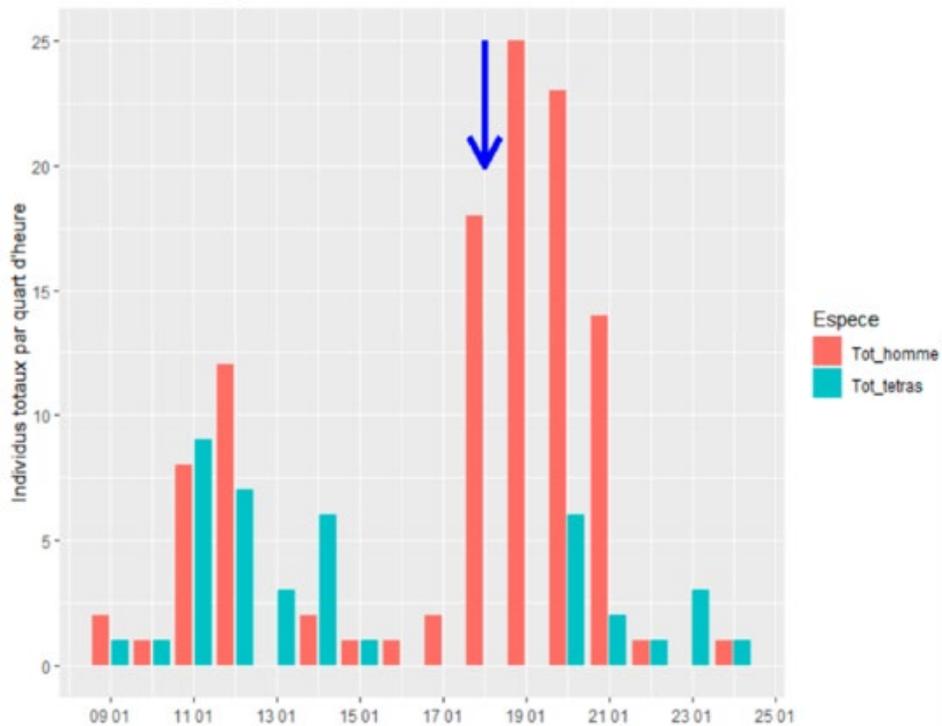
Dans une étude de 2020, les **balises GPS fixées sur des tétras lyres** ont montré une différence d'occupation de l'espace des animaux en fonction de la fréquentation humaine. En effet, les données de localisation d'un tétras lyre équipé suggère qu'après le confinement (fermeture des piste skiabiles), ce coq a occupé beaucoup plus souvent une zone potentiellement très fréquentée, pouvant laisser penser que ce comportement résulte justement de l'absence de dérangement.

- **Exemple 2**

Les données collectées par des **pièges photographiques** (appareils photos laissés en extérieur, qui prennent un cliché si du mouvement est détecté dans leur champ de vision) ont montré que les chutes de neiges attirent les skieurs sur des **zones hors-piste** où le tétras lyre est fréquemment observé.

Après des épisodes neigeux, le nombre d'observation de tétras **diminue drastiquement**. On peut penser que le dérangement occasionné en est la cause. Cette hypothèse est confirmée par les données issues du suivi GPS des animaux marqués.

Distribution journalière du nb de tetras et d'hommes photographiés
aux menuires du 9 au 24/01/2020
Flèche bleue = neige fraîche

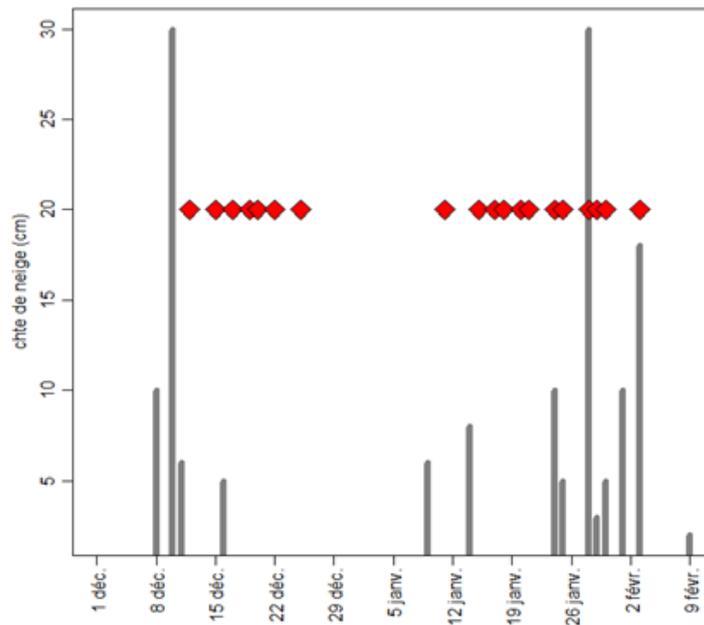


Sur le graphique ci-dessus, la chute de neige correspond à la flèche bleue, et les colonnes représentent le nombre d'individus humains (rouge) et tétras lyres (bleu) observés par jour.

Gomez, N., Chaussinand, M., Marini, M., Montadert, M., & Cavailhes, J. (2020). Bilan 2020 des captures de Tétrasyre dans le Parc National de la Vanoise : Programme d'étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable.

- **Exemple 3**

Le suivi GPS du mâle Blanblan a également montré que suite aux chutes de neiges et donc à l'augmentation de fréquentation des zones hors-piste par les skieurs, l'animal avait tendance à **se réfugier dans la zone de tranquillité** la plus proche. Sur le graphique 2 les losanges rouges correspondent aux jours de fréquentation de la zone de tranquillité par l'animal marqué. On observe que cette **fréquentation est accrue après les épisodes neigeux** représentés par les hauteurs de chute de neige (barres verticales grises).



Utilisation du refuge par le mâle Tétrás lyre Blanblan après les chutes de neige.

Parc national de la Vanoise. (2019). Projet d'étude comportementale en domaines skiables des 3 vallées.

- **Exemple 4 :**

Les suivis GPS ont mis en évidence que les **lignes électriques et les câbles de remontées mécaniques** sont **sources de mortalité pour les oiseaux**. Les colliers GPS ont permis de retrouver les cadavres des animaux et d'illustrer le fait que les **percussions** surviennent et peuvent être mortelles grâce à des autopsies vétérinaires.

Le nombre d'oiseaux équipés depuis le commencement des études conduites sur le sujet permet d'évaluer la part de mortalité par percussion avec ces infrastructures. C'est le cas de la poule tétras dénommée Abel, dont les déplacements montrent sa connaissance fine du territoire dans lequel elle évolue et de la localisation des câbles aériens. Cette poule est morte par percussion avec un câble de télésiège un jour de très mauvaise visibilité, après avoir effectué 18 passages par beau temps sous ce même câble depuis le début de son suivi.

2) Paramètres démographiques

- **Succès de la reproduction :**

Les données collectées permettent d'**estimer le succès de la reproduction** grâce à des indicateurs tels que le taux de femelles gestantes, la survie des cabris ou le nombre de cabris par femelle.

Ces informations sont obtenues **grâce au marquage des animaux** et la possibilité de les reconnaître individuellement. Elles nous renseignent par exemple sur le **lien entre la capacité d'accueil du milieu** (abondance de la ressource alimentaire, disponibilité des zones refuges, etc.) **et la population** (Gauthier & Villaret, 1990).

D'autre part, à l'échelle individuelle, le fait de marquer des animaux permet également de **mettre en lumière des différences de fécondité entre les femelles**. En effet, pour le bouquetin il semble que les conditions environnementales des premières années de vie conditionnent la performance de reproduction des femelles, qui se reproduisent alors tous les ans ou de manière moins fréquente (Hamel et al. 2009b).

Garnier, A. (2013). Conséquences des pathologies sur la dynamique des populations d'ongulés sauvages : Exemple du bouquetin des Alpes dans le parc national de la Vanoise. Ecole Pratique des Hautes Etudes. Hafner, H. (1978). Le succès de reproduction de quatre espèces d'Ardeidés Egretta g. Garzetta L., Ardeola r. Ralloides Scop., Ardeola i. Ibis L., Nycticorax n. Nycticorax L. en Camargue. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 2, 279-289. Comportements reproducteurs du labre oiseau Gomphosus caeruleus dans un récif de l'île de la Réunion : Mode de reproduction, facteurs environnementaux et alternance des stratégies reproductrices | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.11.004>

Exemple 1

Les données de suivi ont montré que des femelles bouquetins en Maurienne ont un âge moyen de première reproduction plus tardif que pour des populations en phase de colonisation. Les informations issues du suivi par Capture-Marquage-Recapture sur le site de référence de Modane suggèrent que les populations de Maurienne et aujourd'hui de Champagny sont en état d'équilibre avec leur environnement. A titre d'exemple, suite au déclin démographique dû aux épisodes de bronchopneumonie en 2007-2008, le succès reproducteur des femelles a fortement augmenté grâce à la disponibilité accrue de la ressource alimentaire.

Gauthier, D., & Villaret, J.-C. (1990). La réintroduction en France du bouquetin des Alpes. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Sup5, 97-120.

Exemple 2

Les données collectées ont également mis en évidence un coût de la reproduction pour les femelles. La gestation, mise bas et l'élevage du petit est coûteux en énergie pour la femelle ce qui se traduit par une hétérogénéité dans la capacité des femelles à se reproduire. On distingue les femelles capables de se reproduire tous les ans et celles pour qui la reproduction une année empêche la reproduction l'année suivante car cela a épuisé leurs réserves énergétiques.

Garnier, A. (2013). Conséquences des pathologies sur la dynamique des populations d'ongulés sauvages : Exemple du bouquetin des Alpes dans le parc national de la Vanoise. Ecole Pratique des Hautes Etudes.

- **Survie des individus**

Le suivi permet de savoir quand les animaux marqués meurent, ce qui permet d'évaluer le taux de survie de la population, par classe d'âge et par sexe. L'identification des causes de mortalité permet par la suite de mettre en œuvre des mesures de conservation adaptées. Les données ont par exemple montré que la mortalité des bouquetins n'était pas influencée par la saison (Garnier, 2021).

Le suivi individuel permet aussi de suivre l'évolution d'une maladie chez un individu marqué puisqu'il est reconnaissable. En effet, un individu présentant des signes cliniques lors d'une première observation est susceptible d'être réobservé indemne ou toujours porteur de ces signes. Ainsi, ce suivi renseigne sur la capacité des animaux ou d'une population à résister au passage d'une maladie.

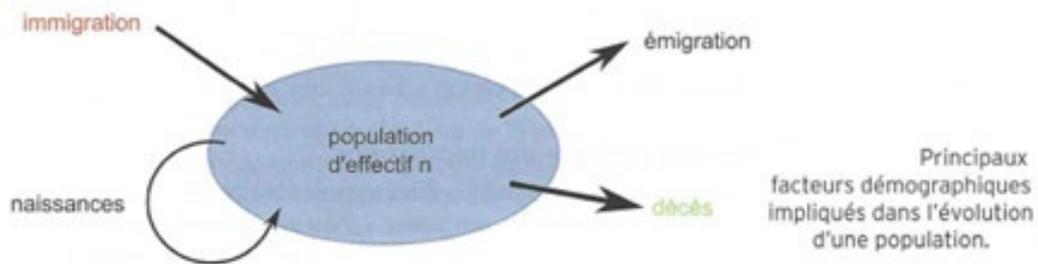
*Garnier, A. (2021). La conservation des espèces de bouquetins (*Capra ibex* et *Capra pyrenaica*) en France. Apport des données de suivi des populations réintroduites et installées.*

- **Tendances démographiques, grâce à la méthode de CMR**

La trajectoire démographique d'une population dépend de 4 paramètres :

1. L'immigration
2. L'émigration
3. La mortalité
4. La natalité

Le marquage visuel et/ou GPS des individus contribue à la compréhension de ces paramètres.



Jean, T. (s. d.). *Biologie des écosystèmes : Les populations et leurs dynamiques*.
<https://www.svt-tanguy-jean.com/uploads/1/2/0/4/120408978/tb-19-populations.pdf>

Ainsi, pour évaluer de manière fiable les tendances démographiques (croissance, décroissance, stabilité), la connaissance précise des 4 paramètres ci-dessus serait nécessaire mais est difficile à obtenir de manière exhaustive. En conséquence, **des méthodes indiciaires** sont utilisées (<https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/le-suivi-dabondance-des-chamois-en-vanoise>).

Ces méthodes sont basées sur les observations répétées et standardisées qui permettent d'estimer précisément les évolutions d'effectifs sur le moyen et long terme. La validation de ces méthodes repose sur la méthode dite de Capture-Marquage-Recapture. En effet, le marquage des individus permet, entre autres, d'**évaluer la probabilité de détection d'un individu à un moment donné à un endroit donné**. Cette probabilité influe sur le nombre de répétitions nécessaires pour que la tendance observée corresponde à une tendance réelle.

Parc national de la Vanoise. Le suivi d'abondance des chamois en Vanoise. Consulté 24 octobre 2022, à l'adresse <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/le-suivi-dabondance-des-chamois-en-vanoise>

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. (2015). Suivi de populations d'ongulés et leur habitats | Fiche technique : Indicateurs de changement écologique (ICE).

Pour information :

La proportion d'individus marqués sur une population est faible. Par exemple, pour le bouquetin, 30 femelles et 30 mâles sont marqués par site. Avec 2 sites en Vanoise, cela fait un total de **120 bouquetins marqués pour une population estimée à plus de 2000 individus**, soit **moins de 6% de la population marquée**.

3) Organisation sociale

- **Structure et composition des groupes sociaux & facteurs à l'origine des migrations d'individus entre groupes et/ou populations**

Le **statut d'un animal au sein du groupe** est défini en fonction de son âge, son sexe, etc. La gestion de l'espèce implique de **comprendre la structure des groupes**. Notamment pour réaliser des opérations de réintroduction, il est nécessaire de respecter la pyramide des âges.

Exemple 1

Chez les **marmottes des Alpes**, les individus vivent en **clans familiaux** avec **une hiérarchie sociale**, connue grâce au suivi d'individus marqués. L'effectif d'une famille peut atteindre 15 à 20 individus. En règle générale, seul le couple dominant se reproduit. Les autres adultes aident à l'élevage des jeunes, à la défense du territoire et à la survie en hiver, jusqu'à leur départ du clan. Les suivis mettent ainsi en évidence des flux d'individus entre différents groupes en perpétuelle évolution.

Parc National de la Vanoise. (2022). Exposition : La Marmotte des Alpes.

Exemple 2

Chez **le bouquetin**, les femelles forment des groupes distincts de ceux des mâles et les individus ne se rassemblent que lors de la période de rut et d'accouplement au cours de laquelle les mâles combattent pour pouvoir se reproduire.

Les jeunes mâles sont écartés des groupes de femelles au moment où leur mère donne naissance à un autre petit. Ils se rassemblent et forment alors des groupes de mâles d'âge divers. Ainsi, **la composition sociale et le fonctionnement des groupes** d'individus évoluent dans le temps et dans l'espace, ce qui est mis en évidence par le marquage.

4) Performance écologique des populations et des individus

- **L'apport des mesures biométriques lors de la capture**

Les captures permettent de **récolter des données biométriques** qui sont des mesures de paramètres morphologiques de l'animal : poids, longueur du métatarse chez le bouquetin. Elles renseignent sur les **caractéristiques de l'espèce** et **l'état des populations**.

La récolte de ces données est indispensable dans le cadre du suivi de variation d'abondance d'une population, car ce sont des **indicateurs de la qualité individuelle**

(génétique, phénotypique, et condition physique), et de **la relation population-environnement**. Le suivi temporel de ces mesures permet d'appréhender comment les différents facteurs environnementaux agissent sur la condition des individus (densité de population, climat, disponibilité en ressources alimentaires, pathologies, ...), et donne des informations sur la variation temporelle de l'état d'équilibre entre la population et son environnement.

Ces mesures constituent potentiellement un outil de suivi des populations en tant qu'**indicateurs de changement écologique (ICE)**. Pour être utilisée dans le cadre d'un suivi de variation d'abondance, une mesure doit avoir une signification biologique, et doit pouvoir être mesurée avec précision, répétable.

5) Epidémiologie

- **Détection de pathologies à l'échelle individuelle et populationnelle**

Les données collectées par la réalisation des prélèvements biologiques permettent de connaître l'état sanitaire des populations et sur le long terme, de surveiller l'évolution spatio-temporelle des agents pathogènes. Ceci contribue à améliorer les connaissances sur leur mode de transmission, leur impact, et enfin de prévenir et contrer leur expansion et l'apparition de nouvelles maladies.

Chez le Bouquetin, **plusieurs maladies sont étudiées**, dont une liste exhaustive a été élaborée par des spécialistes dans le cadre du programme ALCOTRA LEMED IBEX (<https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/programme-alcotra-lemed-ibex>).

La surveillance sanitaire représente à la fois **un enjeu de conservation** pour la faune sauvage, dans le cas de maladies contagieuses, et un enjeu de santé publique, dans le cas de maladies transmissibles à l'homme comme la brucellose du bouquetin. Les transmissions se font notamment suite à l'interaction entre faune sauvage et domestique.

<https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/veille-sanitaire-et-surveillance>

5) Génétique

De nombreuses questions relevant de la biologie peuvent trouver leur réponse dans les analyses génétiques des populations. Il est par exemple possible de comprendre l'état « sanitaire » des populations en analysant leur variabilité génétique et leurs niveaux de consanguinité. Dans les programmes d'introduction d'individus, ces analyses permettent d'identifier les populations qui constitueraient la meilleure source où prélever les individus, afin d'améliorer le patrimoine génétique des populations d'accueil.

Pour mener toutes ces études il est indispensable de disposer d'échantillons d'ADN prélevés sur des animaux au sein des populations présentant un intérêt biologique. Il existe plusieurs manières d'obtenir des échantillons génétiques. Il est possible d'effectuer des prélèvements lors des captures, à partir de quelques ml de sang, de tissus, de poils, de plumes, ou de salive. Il est également possible de prélever des échantillons de tissus à distance à l'aide d'un projecteur et de fléchettes à biopsie pour le bouquetin.

Enfin, des échantillons d'excréments frais peuvent être récoltés sans nécessité de capturer les animaux. Bien que cette dernière méthode soit la moins invasive, les excréments sont une source d'ADN de faible qualité et exigent des analyses plus coûteuses en laboratoire pour obtenir des résultats fiables. Ce même type de problème existe avec les échantillons de poils, de salive, de plumes et même de sang, qui comptent un nombre réduit de cellules nucléées, rendant par conséquent difficile l'extraction d'ADN. Pour disposer de résultats fiables à faibles coûts, il est donc conseillé de prélever des échantillons de tissu (de la peau) qui fournissent un matériel génétique de meilleure qualité. Ces échantillons de tissu peuvent être prélevés à l'aide d'un punch à biopsie au moment de la capture des animaux, ou sans capture, à l'aide de fléchettes à biopsie qui peuvent être projetées à distance avec un fusil hypodermique.

Exemple 1

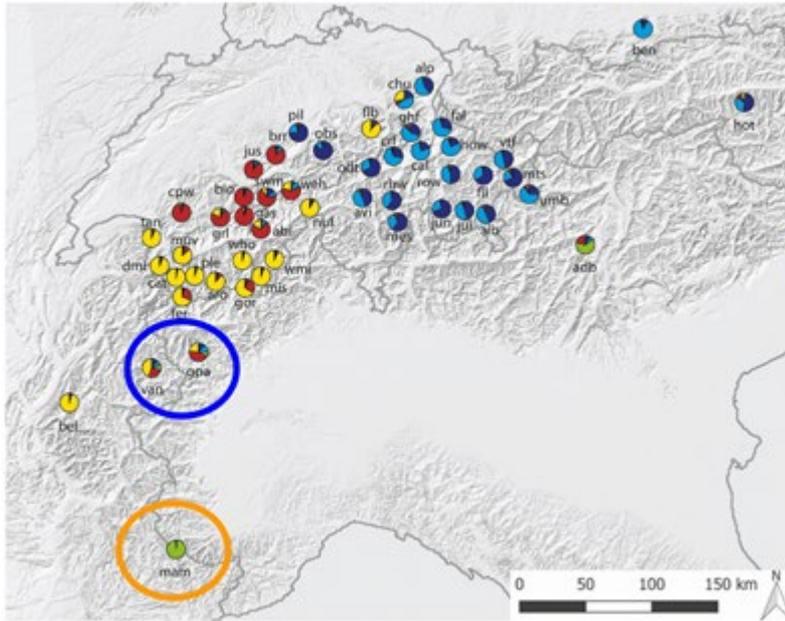
Les résultats du Programme ALCOTRA LEMED Ibex - ce que nous enseigne la génétique du bouquetin.

La banque de données ADN obtenue grâce aux prélèvements sur le terrain permet d'accéder à l'histoire génétique de la population. Cela signifie comprendre l'évolution génétique de l'espèce et ses moteurs principaux, identifier les sous-populations et l'évolution de leur répartition géographique.

- **La pauvreté génétique liée à la quasi-disparition de l'espèce dans les Alpes**

Les données collectées ont permis de distinguer génétiquement un ensemble de populations de bouquetins dans les Alpes. Le bouquetin ayant subi une quasi-extinction au XIX^e siècle, il ne subsistait qu'une centaine d'individus au Grand-Paradis et quelques dizaines en Maurienne. L'analyse des données montre que toutes les populations actuelles sont issues de cette population, et présentent donc un génome appauvri. Ce phénomène s'appelle un goulot d'étranglement génétique (faible nombre d'individus fondateurs). La population du Mercantour notamment est concernée par une diversité génétique trop faible. Un programme de transfert de 19 bouquetins du Parc National de la Vanoise vers le Parc National du Mercantour en 2021 a permis d'introduire des individus pour apporter de la diversité génétique.

Parc national de la Vanoise. 2021. 19 bouquetins de Vanoise en renfort au Mercantour | Parc national de la Vanoise. Site du Parc national de la Vanoise. Consulté à l'adresse : <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/actualites/19-bouquetins-de-vanoise-en-renfort-au-mercantour>



Cette carte représente sous forme de camemberts colorés la diversité génétique de différentes populations à travers les Alpes.

On constate que les populations Vanoise (*van*) et Grand Paradis (*gpa*) présentent la plus forte diversité.

Au contraire, celle de l'Argentera-Mercantour (*mam*) est très réduite.

Source :
Brambilla, à partir de modifications de Biebach et al., 2009 (Molecular ecology)

Canut, M. (2020). *Projet de renforcement de la diversité génétique d'une population de bouquetins des Alpes (Capra ibex) située dans le Parc national du Mercantour 2020.*
https://www.alpesmaritimes.gouv.fr/content/download/35745/274442/file/2020_rapport%20renforcement%20diversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique%20bouquetins%20des%20Alpes.pdf

- **La génétique permet d'établir une structure au sein de la population des Alpes**

Le programme a permis de distinguer génétiquement les populations vivant dans les Alpes. Les analyses d'échantillons biologiques (sang, tissus musculaires, poils) récoltés lors des captures permettent d'associer les animaux capturés à une population. Le suivi permet d'étudier les échanges d'individus et donc le flux de gènes entre les populations. Il est alors possible de comprendre quels sont les sous-populations interdépendantes formant une métapopulation.

Les données collectées dans le cadre du programme ont montré que les populations de bouquetins des Alpes sont divisées en 5 groupes génétiques (visibles dans les couleurs des groupes sur la carte) reflétant l'histoire de la recolonisation des Alpes par l'espèce. Cette distinction claire entre les populations peut s'expliquer par le fait que les bouquetins ont une faible tendance à la dispersion (Scillitani et al., 2012) et des temps de génération très longs, ce qui a limité le brassage des individus et donc des gènes.

Jean, T. (s. d.). *Biologie des écosystèmes : Les populations et leurs dynamiques.*
<https://www.svt-tanguy-jean.com/uploads/1/2/0/4/120408978/tb-19-populations.pdf>

- **La génétique est un indicateur de la viabilité des populations**

La diversité génétique est **un paramètre déterminant** pour la survie, la reproduction et la résistance à des perturbations environnementales des individus. Dans des petites populations et/ou des populations isolées, on observe alors **des problèmes de consanguinité**. C'est le cas des populations actuelles de bouquetins des Alpes, ce qui les rend plus fragiles face à certaines maladies, notamment pulmonaires.

Exemple 2

Un suivi génétique du lièvre variable par **relevé de crottes** a été mis en place en Vanoise.

Les objectifs de ce protocole sont les suivants :

1. Etudier la **démographie et le fonctionnement des populations de lièvre variable** sur le massif alpin (estimation de l'abondance des lièvres variables, suivi de l'évolution de cette abondance dans des sites de référence, utilisation de l'espace).
2. Etudier les **relations entre lièvres variables et lièvres européens** (sympatrie et hybridation). L'étude de ces relations offrira, outre des aspects de connaissance fondamentale, des éléments directement applicables à la gestion de l'espèce *Lepus timidus*.

Les suivis génétiques conduits sur le Lièvre Variable en Vanoise :

- Illustrent les disparités de taille de population entre différents sites. Par exemple, les sites de Plan du Lac et Tueda ont les densités moyennes les plus élevées.
- Suggèrent notamment que les densités de lièvres sont plus faibles dans les domaines skiables que dans des zones moins anthropisées.

En savoir plus : <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-protoger-les-patrimoines/la-faune/la-genetique-au-service-du-lievre-variable>

Bibliographie

Andru, J., Cavailhes, J., & Drouet-Hoguet, N. (s. d.). GUIDE La capture, le marquage et la récolte de données biologiques chez le Bouquetin des Alpes. Consulté 25 octobre 2022, à l'adresse <https://www.calameo.com/parc-national-de-la-vanoise/books/0061768151afd23caffa9>

Bergès, L., Roche, P., & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. Sciences Eaux & Territoires, Numéro 3(3), 34-39. <https://doi.org/10.3917/set.003.0034>

Bienvenu, J. Dérangement anthropique des rapaces rupestres : État des connaissances et mesures de protection. 25

Canut, M. (2020). Projet de renforcement de la diversité génétique d'une population de bouquetins des Alpes (*Capra ibex*) située dans le Parc national du Mercantour 2020. https://www.alpes-maritimes.gouv.fr/content/download/35745/274442/file/2020_rapport%20renforcement%20diversit%C3%A9%20g%C3%A9n%C3%A9tique%20bouquetins%20des%20Alpes.pdf

Comportements reproducteurs du labre oiseau *Gomphosus caeruleus* dans un récif de l'île de la Réunion : Mode de reproduction, facteurs environnementaux et alternance des stratégies reproductrices | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.11.004>

Garnier, A. (2013). Conséquences des pathologies sur la dynamique des populations d'ongulés sauvages : Exemple du bouquetin des Alpes dans le parc national de la Vanoise. Ecole Pratique des Hautes Etudes.

Garnier, A. (2021). La conservation des espèces de bouquetins (*Capra ibex* et *Capra pyrenaica*) en France. Apport des données de suivi des populations réintroduites et installées.

Gauthier, D., & Villaret, J.-C. (1990). La réintroduction en France du bouquetin des Alpes. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, Sup5, 97-120.

Gomez, N., Chaussinand, M., Marini, M., Montadert, M., & Cavailhes, J. (2020). Bilan 2020 des captures de Tétrasyre dans le Parc National de la Vanoise : Programme d'étude comportementale du Tétrasyre en domaine skiable.

Hafner, H. (1978). Le succès de reproduction de quatre espèces d'Ardeidés *Egretta g. Garzetta L.*, *Ardeola r. Ralloides Scop.*, *Ardeola i. Ibis L.*, *Nycticorax n. Nycticorax L.* en Camargue. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 2, 279-289.

Jean, T. Biologie des écosystèmes : Les populations et leurs dynamiques. <https://www.svt-tanguy-jean.com/uploads/1/2/0/4/120408978/tb-19-populations.pdf>

Le cycle annuel du bouquetin dans les Pyrénées. (2016, janvier 8). Bouquetin Pyrénées. <https://www.bouquetin-pyrenees.fr/une-annee-chez-les-bouquetins>

Le Tétrasyre s'offre une zone de quiétude au sein du Parc national de la Vanoise. ici, par France Bleu et France 3, <https://www.francebleu.fr/emissions/l-invite-de-17h07/pays-de-savoie/le-tetras-lyre-s-offre-une-zone-de-quietude-au-sein-du-parc-national-de-la-vanoise>

Marchand, P., Garel, M., Bourgoïn, G., Dubray, D., Maillard, D., & Loison, A. (2015). Coupling scale-specific habitat selection and activity reveals sex-specific food/cover trade-offs in a large herbivore. *Animal Behaviour*, 102, 169-187. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.01.011>

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. (2015). Suivi de populations d'ongulés et leur habitats | Fiche technique : Indicateurs de changement écologique (ICE).

Parc national de la Vanoise. (2022). Exposition : La Marmotte des Alpes.

Parc national de la Vanoise. 2021. 19 bouquetins de Vanoise en renfort au Mercantour | Parc national de la Vanoise. Site du Parc national de la Vanoise <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/actualites/19-bouquetins-de-vanoise-en-renfort-au-mercantour>

Parc national de la Vanoise. Le suivi d'abondance des chamois en Vanoise <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/le-suivi-dabondance-des-chamois-en-vanoise>

Parc national de la Vanoise. (2019). Projet d'étude comportementale en domaines skiabiles des 3 vallées.

Parc national de la Vanoise. La génétique au service du lièvre variable <https://www.vanoise-parcnational.fr/fr/des-actions/gerer-et-proteger-les-patrimoines/la-faune/la-genetique-au-service-du-lievre-variable>