

MONTAGNE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Sur les traces du lagopède alpin et du lièvre variable





MONTAGNE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Sur les traces du lagopède alpin et du lièvre variable





Lepus timidus



Lagopus muta

↑
Lièvre variable (*Lepus timidus*)
et lagopède alpin (*Lagopus muta*).

Le lagopède alpin et le lièvre variable sont deux espèces emblématiques de la haute altitude. On les surnomme « espèces blanches » en référence à leur manteau d'hiver qui leur permet de se fondre dans le décor et de passer inaperçus.

Ces deux espèces ont en commun d'être strictement adaptées à la neige et au froid, elles ont été façonnées par les interactions avec leur milieu durant une longue histoire évolutive. Elles sont des spécialistes du monde des neiges. Mais leur univers est en pleine mutation, le changement climatique touche les montagnes plus encore que le reste de la planète. Que deviennent les espèces blanches dans un monde où le froid et la neige sont en voie de disparition ? Elles sont d'ores et déjà réfugiées climatiques sur les sommets des Alpes. Où est aujourd'hui leur avenir ?

Lièvre variable et lagopède alpin vivent dans un milieu difficilement accessible. Ils ont aussi en commun leur extrême discrétion. Double difficulté pour les étudier ! Comment les scientifiques contournent-ils ces difficultés ? Quelles sont leurs stratégies pour déterminer où vivent ces deux espèces ? Comment savoir combien d'individus sont encore présents dans les Alpes ? Comment déterminer quand et comment les espèces blanches utilisent tel ou tel milieu ?

Partons sur les traces de ces espèces mystérieuses et méconnues pour mieux comprendre l'état actuel de leurs populations, le futur qui les attend et comment essayer de les protéger au mieux.



Des espèces adaptées au froid

Caractéristiques morphologiques des espèces arctico-alpines



Pelage saisonnier
pour rester discret
été comme hiver

Oreilles courtes
limitent la perte de chaleur

Corps trapu

Pelage épais

Queue courte

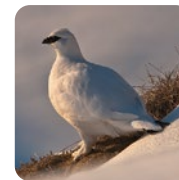
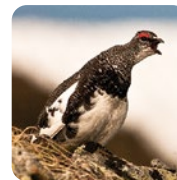
Pattes larges
« en raquettes »

Crottes

Traces

LIÈVRE VARIABLE

Plumage saisonnier
trois mues par an



Petite tête, bec court
limitent la perte de chaleur

Corps trapu
réduit la surface de contact extérieur

**Plumes doubles
et duveteuses**
isolent du froid

**Pattes « en raquettes »,
couvertes de plumes**
adaptées à la neige

Traces

Crottes

LAGOPÈDE ALPIN





Des espèces adaptées




Posons le décor. La montagne est synonyme de froid et de neige, mais quelles contraintes l'altitude exerce-t-elle précisément sur les animaux et les plantes qui y vivent ?

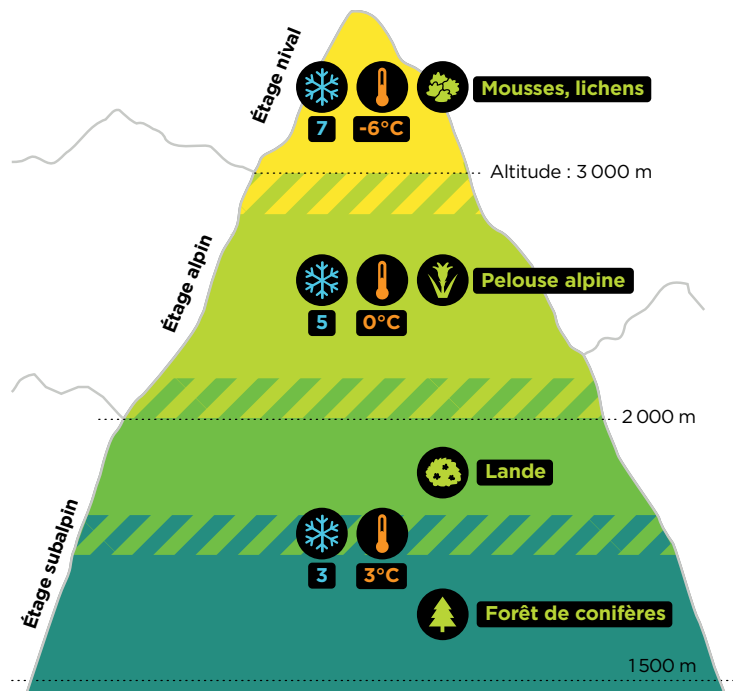
Le froid, tout d'abord. Les conditions climatiques sont directement liées à l'altitude. En moyenne, la température de l'air diminue de $0,6^{\circ}\text{C}$ chaque fois que l'on monte de 100 mètres de dénivelé. Ainsi, la température moyenne annuelle est de plus en plus basse avec l'altitude, avec des variations de températures importantes entre le jour et la nuit ainsi que d'une saison à l'autre.

Lorsque les températures sont suffisamment basses, autour de 0°C , c'est de la neige qui tombe et recouvre les pentes. L'enneigement tend aussi à être de plus en plus important avec l'altitude, à la fois en épaisseur et en durée. Ainsi, un étagement des conditions climatiques s'installe le long des versants.

Comment nos protagonistes résistent-ils au froid intense de l'hiver ? Regardons de plus près le pelage du lièvre variable et le plumage du lagopède : ils sont particulièrement denses et donc efficaces pour les isoler du froid. Les plumes du lagopède, par exemple, sont doubles et duveteuses, elles sont présentes jusque sur les pattes, comme des bottes fourrées. Le lièvre variable a aussi des oreilles plutôt courtes (par comparaison avec ses cousins des plaines), qu'il replie souvent : la surface exposée à une perte de chaleur est

Caractéristiques du milieu

-  Durée moyenne annuelle d'enneigement, en nombre de mois
-  Température moyenne annuelle, en degrés Celsius
-  Type de végétation



↑ Étagement des conditions climatiques et de végétation en montagne. Les chiffres de ce graphique sont spécifiques au massif du Mont-Blanc.

ainsi minime. Enfin, leur silhouette trapue, leur capacité à bouger peu, à se replier sur eux-mêmes en boule leur permet d'économiser de l'énergie. En effet, adopter une forme en boule minimise la surface de contact avec l'air extérieur froid et donc les déperditions d'énergie.

La neige, lorsqu'elle est fraîche et profonde, rend les mouvements plus difficiles. Si vous avez déjà essayé de marcher dans la neige sans skis ou sans raquettes, vous savez comme on s'y enfonce. Les pattes larges du lièvre et les pattes emplumées du lagopède agissent comme des raquettes. Par ailleurs, lagopède signifie « patte de lièvre », l'un aurait-il imité l'autre ? En répartissant ainsi au mieux le poids de leur corps, ils ne s'enfoncent pas dans la neige. Ils économisent encore leur énergie et peuvent fuir plus rapidement.

Enfin, la neige est d'un blanc immaculé, ce qui offre un paysage féérique mais vous rend repérable de loin. Pour le lièvre variable, la prédation par le renard, l'aigle ou l'hermine, est la première cause de mortalité. Passer inaperçu devient donc vraiment une question de vie ou de mort.

Les tenues de camouflage des deux espèces varient au cours des saisons. Blanc comme neige en hiver, brun terre pour le lièvre variable et ardoise pour le lagopède alpin en été, ils se fondent dans le décor. Ils deviennent encore plus invisibles lorsque leurs déplacements se raréfient en hiver. Le rythme de vie essentiellement nocturne du lièvre variable et la préférence du lagopède alpin à rester au sol contribuent aussi à leur discrétion. Les prédateurs



↑
Lagopède alpin en plumage d'hiver. Grâce à leurs pattes larges et emplumées, les lagopèdes se déplacent souvent en marchant sur la neige plutôt qu'en volant, ce qui est moins coûteux en énergie.

mais aussi les scientifiques ont bien du mal à les trouver !

En hiver, le froid et la neige contraignent aussi l'accès à la nourriture. Elle est cachée sous la neige et plus pauvre en calories. Il ne subsiste en effet que des bourgeons, des rameaux ou des herbes sèches à la disposition des animaux. Elle est aussi difficilement accessible car se déplacer dans la neige est coûteux en énergie. Les deux espèces se contentent des maigres ressources de la haute altitude et limitent leurs dépenses énergétiques. C'est la frugalité comme style de vie.

On le voit, leurs adaptations sont tous azimuts : lièvre variable et lagopède alpin sont remarquables à la fois par leur morphologie, leur couleur, leurs comportements... Toutes ces caractéristiques sont le résultat d'une longue histoire évolutive. Le froid, la neige, la nourriture rare, les prédateurs constituent des forces de sélection naturelle ayant, à l'échelle des millénaires, peu à peu façonné ces espèces, génération après génération. Jusqu'à ce qu'elles deviennent des espèces hyper-spécialistes du grand froid. Sous nos latitudes, de fait, elles ne sont présentes que dans les écosystèmes de haute altitude.

Les espèces blanches sont aussi à même d'exploiter toutes les subtilités de ces écosystèmes, plus divers qu'il n'y paraît. Revenons à l'étagement des conditions climatiques en montagne : celui-ci génère un changement de végétation avec l'altitude. Les forêts de conifères (sapins, épicéas, mélèzes, arolles...) sont celles qui détiennent les records d'altitude. On peut les rencontrer jusqu'à environ 2300 mètres suivant l'exposition et la latitude.



↑
À quelques mètres, des conditions d'enneigement différentes : accumulation de neige dans les combes et crêtes déneigées. La pente est aussi un facteur influant sur l'enneigement, plus la pente est forte, moins le manteau neigeux « tient ».

Au-delà, les forêts sont remplacées par une végétation basse de landes, dominée par les rhododendrons, les genévriers, les myrtilles, les airelles, puis par les pelouses alpines, domaine des herbacées, telles que les graminées. Aux plus hautes altitudes, les ambiances sont de plus en plus minérales. Bien sûr, il existe des variations locales : les Alpes du Sud n'ont pas tout à fait les mêmes conditions que les Alpes du Nord.

Sur un même versant, l'orientation des pentes et la forme du terrain créent des microreliefs dans lesquels les différences de températures, d'enneigement et de végétation peuvent être notables. Par exemple, les combes tendent à retenir la neige alors que les crêtes se déneigent plus rapidement. Comment les espèces blanches mettent-elles à profit ces variations de milieux ?

Le lagopède alpin vit toute l'année au-dessus de la limite des arbres, dans un monde de pelouses rases, d'éboulis et de combes à neige. Le lièvre variable fréquente plutôt les zones de transition entre la forêt, les landes et les pelouses. Sur chaque versant, les microreliefs sont précieux : pour se réfugier sur des parcelles de neige restantes avant la mue printanière, pour s'abriter derrière un rocher ou encore pour se nourrir des herbes sèches des crêtes déneigées. Il est cependant difficile de savoir comment ils utilisent précisément cette mosaïque d'habitats, notamment d'une saison à l'autre.

En effet, ces deux espèces sont rares et grâce à leur mimétisme et leur comportement, ils sont les rois de la discrétion. Il y a ainsi de grandes chances que vous n'ayez



↑
Traces de lièvre variable.



↑
Collecte de crottes de lièvre.



↑
Crottier de lagopède alpin.



↑
Plumes de lagopède alpin.

jamais vu de lièvre variable ni de lagopède alpin (et si vous les avez déjà rencontrés, savourez ce privilège plutôt peu commun !). Mais même les plus furtifs laissent des indices...

Il faut bien se déplacer, ce qui laisse des traces. La neige enregistre les passages, on peut alors les lire comme dans un livre ouvert. Les traces si caractéristiques en quatre points formant un Y du lièvre variable signalent que l'un d'eux a bondi par ici. Le lagopède alpin, bien que capable de voler, adopte souvent la marche, moins énergivore, laissant lui aussi des traces de ses pattes d'oiseau dans la neige.



Et ce n'est pas tout, le lièvre variable sème des petites crottes en forme de billes. Celles du lagopède sont comme de petits cylindres. Au moment de la mue, ce dernier peut aussi laisser des plumes derrière lui. Ces fèces et ces plumes se révéleront être une source d'informations précieuses pour ceux qui cherchent à mieux connaître les espèces blanches.

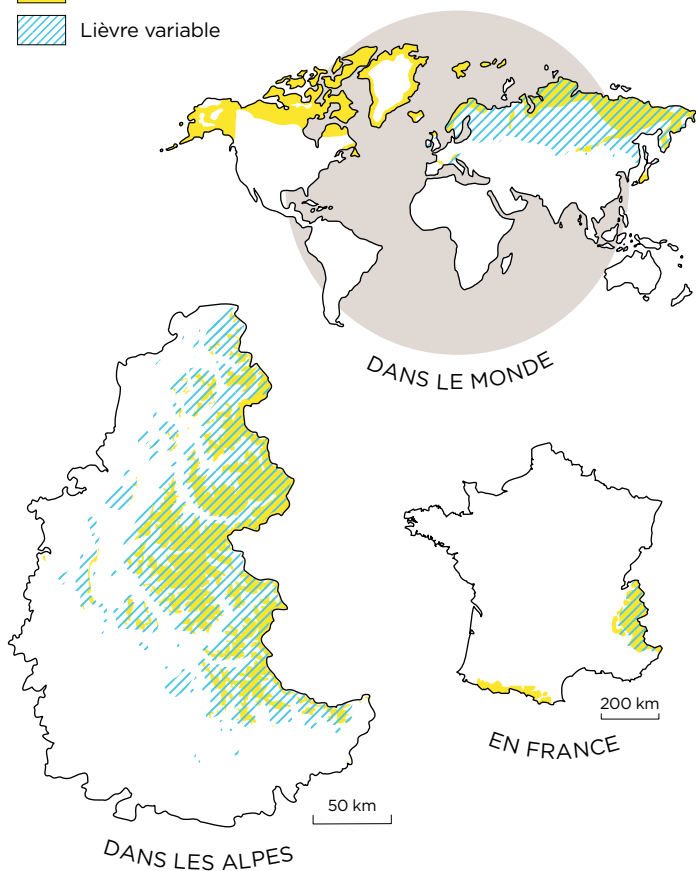
Enfin, si le lièvre variable est silencieux, le lagopède chante, notamment au printemps. En ouvrant les oreilles ou des capteurs sonores, on pourrait bien aussi en apprendre plus sur cet oiseau des sommets.

Vous aussi, ouvrez l'œil et les oreilles, peut-être trouverez-vous des indices de ces espèces blanches.

Répartition actuelle

Aire de répartition des espèces arctico-alpines :

-  Lagopède alpin
-  Lièvre variable



Des espèces éprouvées

Que sait-on de la situation actuelle des populations de nos espèces blanches ? Dans les faits, on estime encore mal les effectifs et leur évolution. Un des indices est le nombre de communes où on observe une présence régulière. À l'échelle des Alpes, pour le lagopède alpin, ce chiffre a diminué d'environ 13% depuis 1999. Pour le lièvre variable, la baisse est de 14% entre 1989 et 2009.

Faisons un zoom arrière sur leur présence dans le monde. Leur répartition actuelle est un héritage des variations climatiques depuis plusieurs centaines de milliers d'années.

Lors de la dernière grande glaciation, qui a débuté il y a environ 115 000 ans, les glaciers couvraient une grande partie de nos régions. Les conditions étaient alors favorables aux espèces blanches dans presque toute l'Europe. Puis, lorsque le climat s'est réchauffé peu à peu, il y a environ 10 000 ans, les glaciers se sont progressivement retirés. Les « espèces arctico-alpines » comme le lièvre variable et le lagopède alpin se sont retrouvées « piégées » dans les chaînes de montagne. Sous nos latitudes, la haute altitude constitue un refuge où les conditions climatiques leur restent favorables. Elles sont aussi toujours présentes en Arctique.

On parle d'espèces relictives car elles témoignent d'un temps où les conditions climatiques étaient bien différentes sous nos latitudes. Actuellement, en France, les espèces






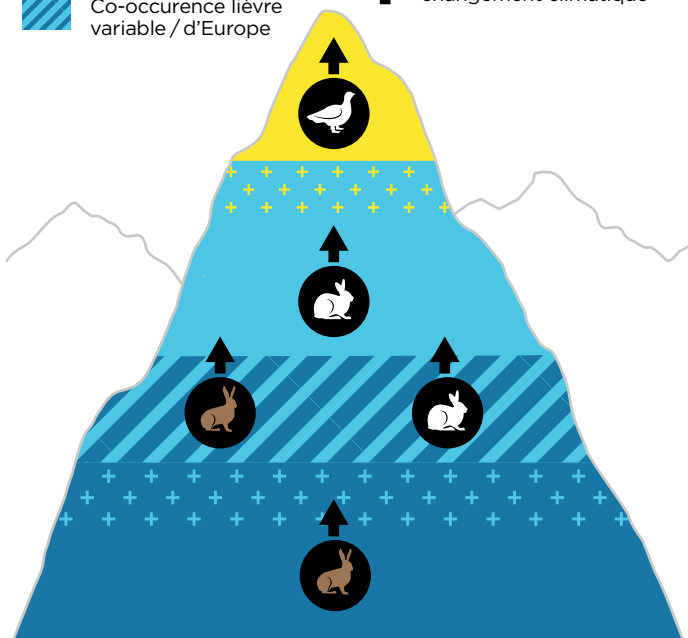
Répartition altitudinale

Aire de répartition

-  du lagopède alpin
-  du lièvre variable
-  du lièvre d'Europe
-  Co-occurrence lièvre variable / d'Europe

Disparition locale

-  du lagopède alpin
-  du lièvre variable
-  Déplacement dû au changement climatique



↑
Avec le changement climatique, les conditions optimales pour les espèces blanches se décalent en altitude. Elles risquent de disposer de moins d'espace et d'être concurrencées par des espèces venues des plaines comme le lièvre d'Europe... Jusqu'où les populations de lièvres variables et de lagopèdes alpins remonteront-elles ?

blanches se rencontrent dans les Alpes, ainsi que dans les Pyrénées pour le lagopède alpin.

Mais depuis un peu plus d'un siècle, le changement climatique s'accélère. Les émissions d'origine humaine de gaz à effet de serre, comme le CO₂, provoquent une augmentation très rapide des températures moyennes, entre autres désordres.

Les Alpes sont aux premières loges de ces bouleversements, le réchauffement y est beaucoup plus rapide : depuis la fin du 19^{ème} siècle, la hausse des températures annuelles moyennes est d'environ 2°C, ce qui est le double de ce qui est mesuré dans l'hémisphère nord (+1,1°C).

La hausse des températures impacte aussi l'enneigement : la quantité de neige se réduit à basse et moyenne altitude et la saison sans neige est plus longue. Depuis les années 1970, dans les Alpes du Nord, la durée d'enneigement (entre 1 100 et 2 500 mètres) s'est réduite de 5 semaines !

Les espèces blanches sont extrêmement adaptées à une niche écologique très spécifique. Or celle-ci change rapidement : la neige, le froid, leurs habitats, leurs colocataires dans ces milieux... tout évolue autour d'eux. Que deviennent-elles alors dans ce contexte d'évolution climatique brutale ? Imaginons des scénarios ou comme diraient les scientifiques, faisons des hypothèses.

Avec le changement climatique, les conditions qui leur sont favorables se décalent en altitude. Les zones favorables aux lièvres variables et aux lagopèdes alpins forment comme « des îles dans le ciel », des populations séparées les unes des autres, certaines étant vraiment à l'écart comme



↑
Avec le changement climatique, la neige disparaît plus tôt au printemps et apparaît plus tard en automne, laissant les espèces blanches particulièrement visibles et donc plus vulnérables aux prédateurs.

celle du Vercors. Ces îles devraient se réduire en surface, jusqu'à peut-être disparaître pour certaines, une tendance qui risque de s'accompagner d'une diminution du nombre et de la taille des populations.

On observera aussi probablement une désynchronisation entre leurs mues et le milieu, ce qui signifie de plus en plus d'individus en manteau blanc d'hiver alors que la neige n'est pas encore arrivée ou a déjà fondu.

Ainsi, pour résumer, les espèces blanches risquent de se retrouver en décalage à la fois spatial et saisonnier.

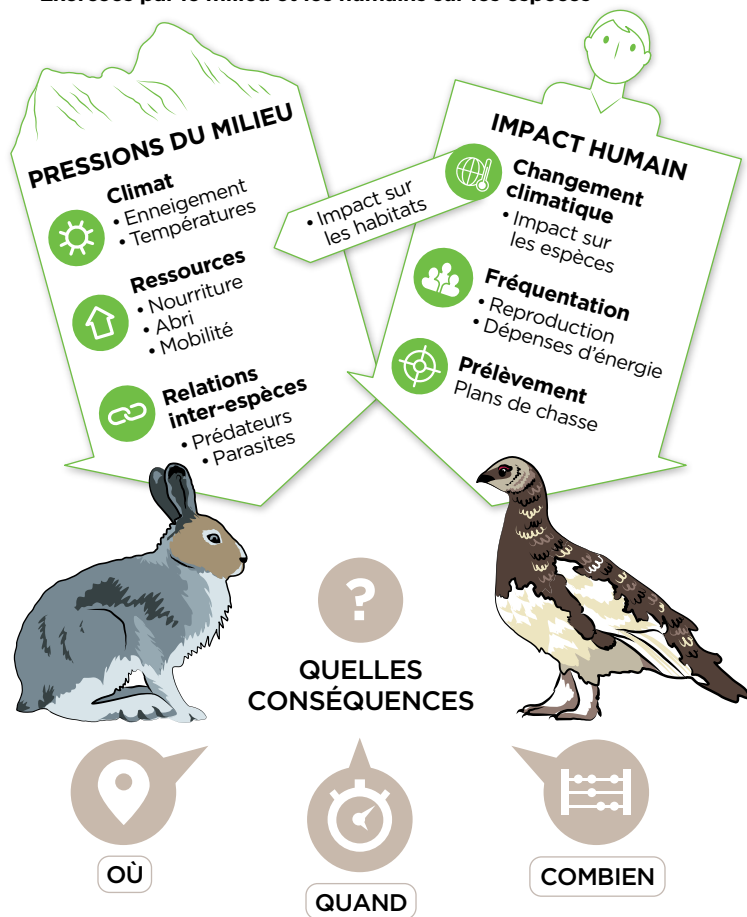
Il faut aussi souligner que la fréquentation humaine, l'aménagement de la montagne et la chasse s'ajoutent au changement climatique dans un cocktail de pressions détonant pour ces espèces. Durant sa période de reproduction le lagopède est sensible au dérangement engendré par les loisirs estivaux (randonnée, trail) alors qu'en hiver, ce sont le ski et les aménagements associés qui perturbent cette espèce. Pour le lièvre variable, la compétition avec une autre espèce proche, le lièvre d'Europe, qui partage de plus en plus les mêmes habitats, est un autre facteur de vulnérabilité.

Mais dans le détail, on connaît mal le fonctionnement de ces espèces, on connaît mal leur répartition et leur abondance actuelle, on connaît mal les facteurs qui influent le plus sur leur évolution. Par conséquent, on ne sait pas prédire avec justesse l'évolution de leurs populations ni adapter les mesures de conservation en conséquence.

Les « victimes » et les présumés coupables sont désignés mais beaucoup de questions subsistent. Alors, prêts à suivre les scientifiques dans leur enquête sur le terrain ?

Comprendre les contraintes

Exercées par le milieu et les humains sur les espèces



Des espèces étudiées

Un vaste programme scientifique a été mis en œuvre entre 2020 et 2023 pour compléter et préciser nos connaissances sur l'état actuel des populations de lièvres variables et de lagopèdes alpins dans les Alpes et pour établir des projections pour le futur. Ainsi, les Parcs nationaux des Écrins et du Mercantour, le Parc naturel régional du Queyras, le CREA Mont-Blanc et l'Office français de la biodiversité ont uni leurs forces pour déployer des études de terrain coordonnées. Bien sûr, il est intéressant de mieux comprendre les espèces blanches pour elles-mêmes et pour ce qu'elles racontent de l'évolution de la montagne dans son ensemble, mais ces études sont aussi nécessaires pour mieux les protéger.

Comme dans une enquête, organisons les sujets et leurs liens sur un tableau.

En premier lieu, des contraintes environnementales pèsent sur les espèces blanches. Le climat, l'accès aux ressources, les relations avec les autres espèces conditionnent les zones où les espèces blanches vivent mais aussi leur utilisation des milieux, leur abondance générale et leur densité locale.

Les impacts humains, on l'a vu, viennent ajouter une strate de contraintes. Changement climatique, fréquentation et dérangement, chasse... jouent aussi un rôle sur les populations de lagopèdes alpins et de lièvres







↑
Prélèvement de crottes
de lièvre sur le terrain.




variables. Quels sont les effets propres à chaque processus ? Par exemple, est-ce que la hausse des températures impacte directement la survie des individus en dérégulant leur physiologie ou indirectement en modifiant leur habitat et donc leurs ressources ? Parmi ces paramètres, lesquels sont les plus déterminants pour les espèces blanches ? Comment ces facteurs se cumulent-ils ? Existe-t-il des situations différentes entre les différents massifs ?

Tous ces éléments de l'enquête doivent au final répondre à trois questions décisives que se posent les scientifiques et les gestionnaires pour nos espèces blanches :

 Où ? Où trouve-t-on les espèces blanches et où les trouvera-t-on demain, à l'échelle des Alpes, d'un massif ou d'un site ?

 Quand ? Quels sont les rythmes d'activité journaliers ou saisonniers des espèces blanches qui déterminent leur présence à tel endroit à un instant t. Comment évoluera leur abondance à plus long terme si ces rythmes sont perturbés ?

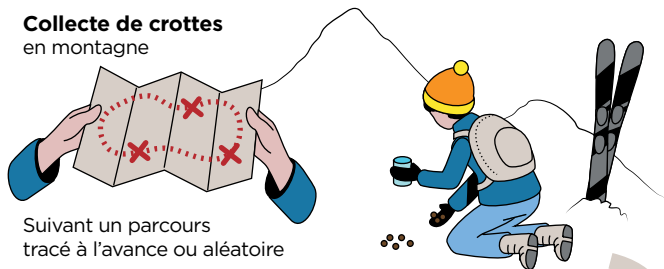
 Combien ? Quels sont les effectifs des populations et leur dynamique (reproduction, mortalité, abondance globale à long terme) ?

Ainsi, en connaissant mieux l'état actuel des populations et les paramètres qui agissent sur elles, des projections futures peuvent être réalisées. Concrètement, sur le terrain, comment les agents des espaces protégés, les scientifiques, les bénévoles contournent les difficultés et récoltent les échantillons et données indispensables ?



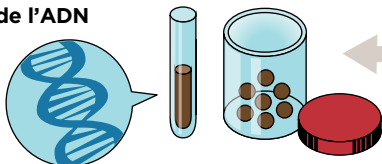
Ce que révèlent les crottes de lièvre

Collecte de crottes en montagne

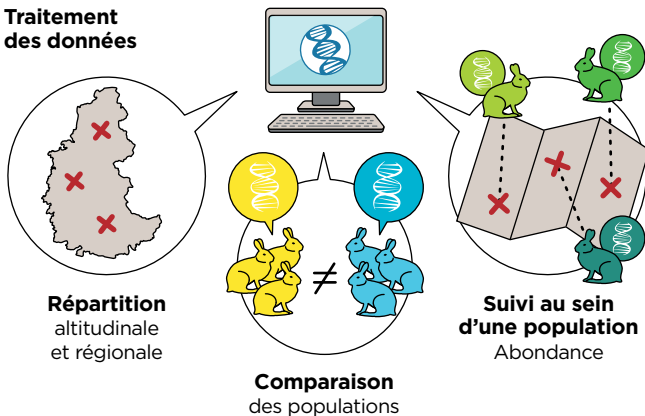


Suivant un parcours tracé à l'avance ou aléatoire

Séquençage de l'ADN en laboratoire



Traitement des données



Répartition altitudinale et régionale

Comparaison des populations

Suivi au sein d'une population
Abondance

Récolter des indices et lire l'ADN

Une simple crotte, cela peut paraître insignifiant. Pourtant, elle peut devenir un matériau précieux riche d'informations. De la crotte à la distribution du lièvre variable dans les Alpes, comment les scientifiques s'y prennent-ils ? Les crottes (ou les plumes pour le lagopède) conservent un peu de matériel génétique. On sait extraire puis séquencer cet ADN. Toutefois, on ne va pas collecter les crottes de la même façon, ni analyser les mêmes régions de l'ADN selon les questions que l'on se pose.

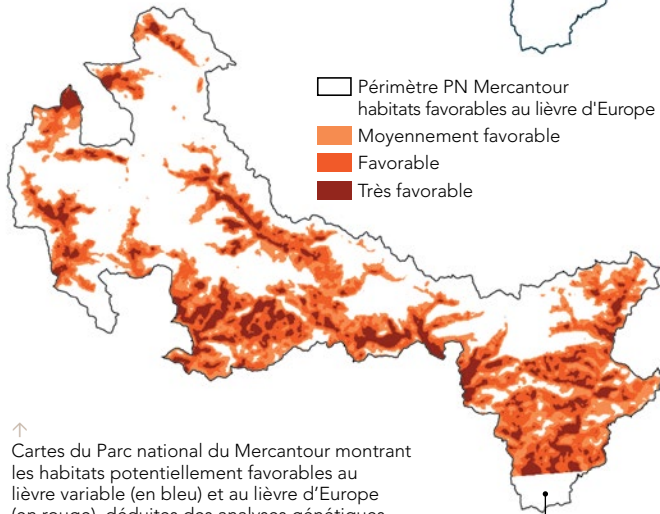
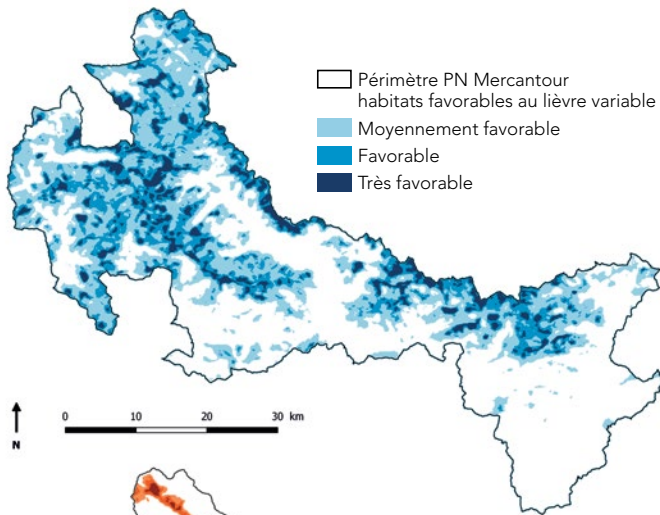
Si la question est : « où se trouve le lièvre variable dans les Alpes ? », nous pouvons en fait chercher deux types d'informations.

Pour établir des cartes de présence à l'échelle des Alpes, il nous faut un maximum de crottes provenant de tous les massifs, en mobilisant de nombreux partenaires sur le terrain. Du côté de l'ADN, il suffit d'analyser les portions qui permettent de déterminer l'espèce et donc de distinguer génétiquement le lièvre variable du lièvre d'Europe.

Si on veut connaître les paramètres qui déterminent la présence ou l'absence du lièvre variable et de son cousin le lièvre d'Europe, comme la pente, l'ensoleillement, la durée d'enneigement, on peut se contenter de moins de crottes mais il faut les prélever sur des parcours standardisés où tous les paramètres sont notés. Et là encore, seule la donnée génétique de l'espèce est utile.

Sur l'ensemble des massifs alpins, 2 700 km parcourus ont permis de collecter 3 800 crottes. Sur chaque parcours effectué, des paramètres du milieu sont relevés : pente, type





↑
Cartes du Parc national du Mercantour montrant les habitats potentiellement favorables au lièvre variable (en bleu) et au lièvre d'Europe (en rouge), déduites des analyses génétiques corrélées aux conditions environnementales.

Données non disponibles dans cette zone.

de couverture végétale (forêt, lande...) ou nature du sol, distance aux zones utilisées par les humains, nombre de jours de neige...

À partir de ces relevés de données, nous pouvons comprendre les paramètres clés qui jouent un rôle sur la présence de l'espèce et extrapoler ces résultats à d'autres territoires. Il est ainsi possible de modéliser les zones favorables des deux espèces de lièvre à l'échelle du massif alpin ou bien de manière plus locale comme par exemple à l'échelle du Mercantour.

Parmi les paramètres environnementaux, la durée annuelle de la couverture neigeuse est le meilleur moyen de prédire la présence des deux espèces de lièvres. Plus elle est longue plus les conditions sont favorables au lièvre variable et défavorables au lièvre d'Europe. Dans le Mercantour, on voit qu'actuellement la répartition des populations des deux espèces de lièvres se recouvrent peu. En répétant ce type de suivi dans le temps, on pourra voir si les zones favorables au lièvre variable remontent en altitude, si les zones de présence du lièvre d'Europe recouvrent de plus en plus celles du lièvre variable...

Autre type de question ciblée par la génétique : les populations de lièvres variables sont-elles isolées les unes des autres ? Ou existe-il des passages d'individus d'une population à l'autre ? Mesurer l'isolement est très important car plus une population est petite et isolée, plus elle est vulnérable. Pour répondre à cette question, l'analyse est un peu différente car cette fois on cherche à regarder les différences entre populations et non à distinguer deux



espèces. Pour cela, il est nécessaire d'étudier d'autres régions de l'ADN.

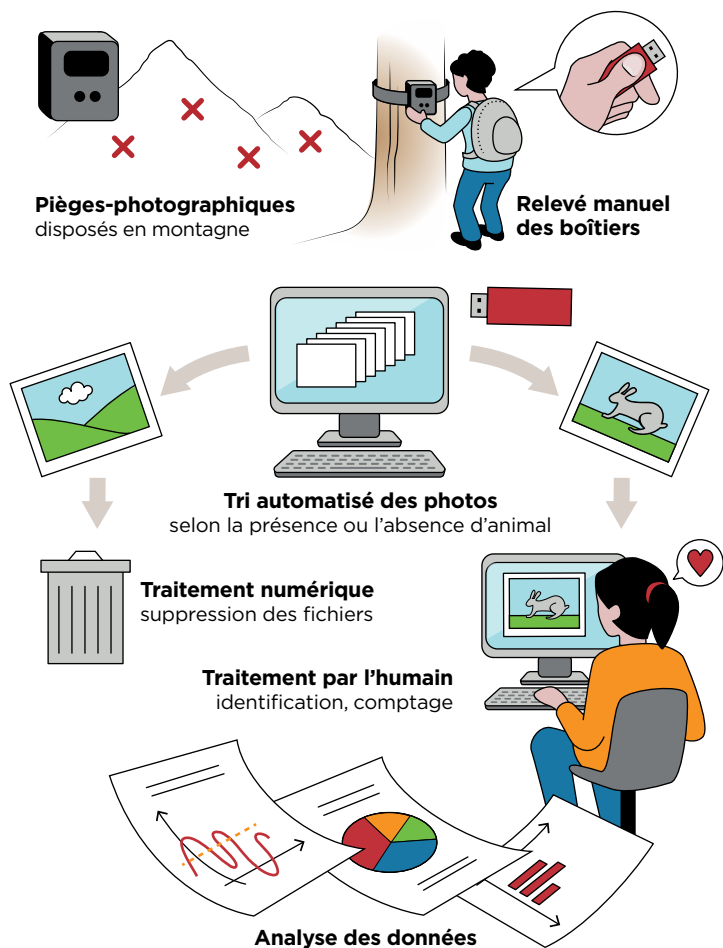
On peut enfin chercher à déterminer des effectifs et la densité des populations, c'est-à-dire combien d'individus différents sont présents sur un site donné. Pour cela, il faut pouvoir distinguer génétiquement les individus. Il faudra donc analyser d'autres zones de l'ADN, celles qui permettent de différencier les individus (comme lors des enquêtes criminelles).

C'est ce que réalise le Parc national des Écrins. Sur la commune de Réotier, un site est suivi depuis 2013, avec des collectes de crottes chaque hiver. En hiver, les crottes sont à la fois mieux conservées par le froid et plus faciles à repérer sur la neige. Entre 100 et 130 crottes sont ramassées chaque année avant d'être envoyées en laboratoire pour les analyses génétiques qui aboutiront à un typage individuel. Ce suivi a permis de montrer que la population de lièvres variables sur ce site oscille entre 20 et 35 individus. Est-ce que l'effectif de cette population augmente, baisse ou reste stable ? Il semblerait qu'il y ait une légère augmentation du nombre de lièvres variables. Toutefois, pour un tel suivi démographique, une dizaine d'années de données reste un intervalle de temps assez court qui ne permet pas de tirer des conclusions statistiquement robustes.

Sur ce site des Écrins, l'analyse génétique a aussi porté sur la distinction lièvre variable et lièvre d'Europe, permettant de confirmer leur coexistence aux plus basses altitudes et par conséquent, probablement une compétition pour le lièvre variable.



Dans le viseur des pièges photo



Voilà comment une simple crotte, ou plutôt de grandes quantités de crottes, permettent de répondre à une variété de questions !

Voir sans être vu

Comment le lièvre variable exploite-t-il la mosaïque de milieux naturels entre forêts, landes et pelouses ? Quel est son rythme d'activité et comment celui-ci varie-t-il selon les saisons ? Quel lien existe-t-il entre les variations saisonnières de la végétation et l'activité du lièvre variable ? Observe-t-on une désynchronisation entre la couleur de leur pelage et les variations de l'enneigement ?

Pour répondre à ces questions, le réseau de pièges photographiques installés par le CREA Mont-Blanc dans le massif du Mont-Blanc a été mis à profit. 46 pièges photographiques automatiques disposés à différentes altitudes prennent deux types de clichés. D'une part, une image est prise chaque jour à heure fixe pour voir l'état de la végétation. D'autre part, les pièges se déclenchent à la détection d'un mouvement que ce soit d'un lièvre variable... ou d'un autre animal.

Il s'agit ensuite de trier parmi les centaines de milliers de photos celles qui montrent un lièvre variable et de renseigner son activité. Il s'agit d'un traitement des données long et fastidieux. Un processus d'analyse automatisé des images avec une intelligence artificielle est en cours de test et d'amélioration. Un site internet participatif a aussi été ouvert où chacun d'entre nous pouvons participer à l'analyse des images.





↑
Exemple d'image prise au piège photographique.
Des données comme l'heure et la température sont aussi enregistrées.

Ce dispositif permet des prises de vue à chaque passage de l'espèce et ainsi d'obtenir des informations régulières et dans toutes les conditions climatiques. Il est ainsi possible d'analyser finement les déplacements saisonniers et l'utilisation de l'espace par l'espèce en relation avec les conditions du milieu.

Les images nous permettent de comprendre le rythme d'activité des lièvres variables, dans le massif du Mont-Blanc. À l'échelle d'une journée, les lièvres variables sont plus actifs la nuit que le jour. Plus précisément, ils montrent une activité crépusculaire et nocturne en été et une activité nocturne en hiver.

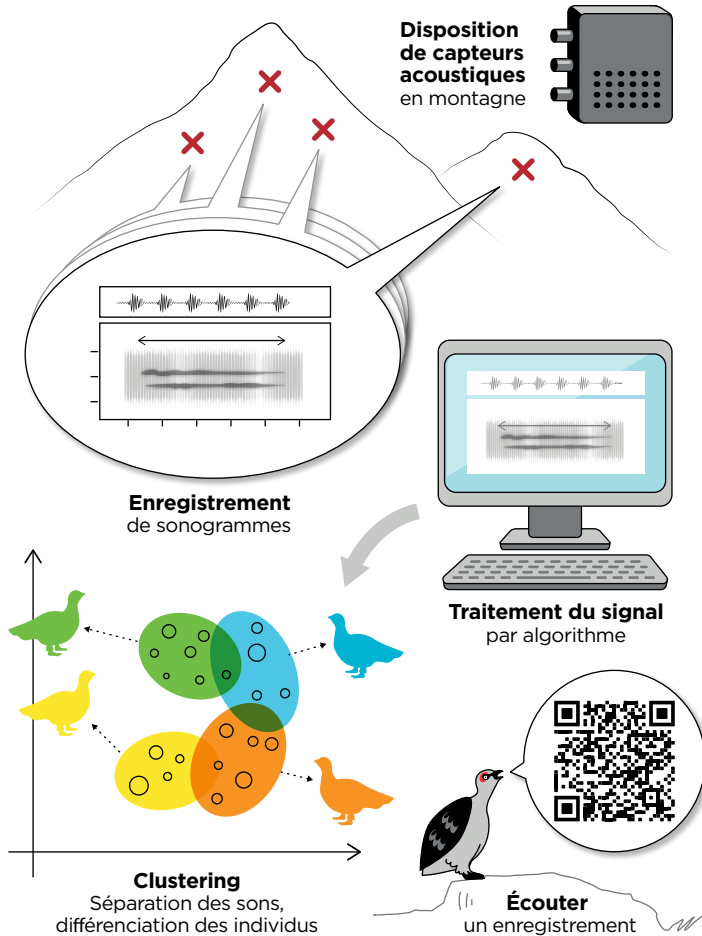
Au cours de l'année, le lièvre variable occupe différents habitats. D'une façon générale, il est présent dans un intervalle d'altitude entre 1400 et 2500 m. En hiver (décembre à avril), on le retrouve principalement en forêt. En étant ainsi abrité, il peut ainsi réduire les dépenses énergétiques liées au froid. Il lui est aussi possible de trouver de la nourriture avec les bourgeons ou les rameaux.

Au printemps et en début d'été (avril à juin), les lièvres variables migrent vers des altitudes plus hautes. Ils occupent alors les landes et les milieux mixtes de landes et de pelouses. Ces habitats de végétation variée leur apportent ainsi de la nourriture et leur permettent de se dissimuler au moment de la reproduction.

On voit ainsi que les lièvres variables utilisent une gamme d'altitudes et de milieux leur permettant de combiner les réponses à trois défis : se protéger du froid, échapper aux prédateurs et trouver leur nourriture.



Écouter chanter les lagopèdes alpins



Enfin, les lièvres variables profitent de cette mosaïque de végétation et évitent les landes hautes avec beaucoup d'arbustes. Or, avec la déprise agricole et le changement climatique, la végétation tend à s'uniformiser sous cette forme, une évolution des habitats qui n'est pas favorable aux lièvres variables.

Écouter sans être entendu

Pour le lagopède alpin, l'estimation d'effectifs se fait traditionnellement par des points d'écoute à l'oreille humaine. L'observation visuelle est utilisée en été pour évaluer le nombre de jeunes, ce qui correspond au succès reproducteur. Réaliser un suivi des populations de lagopèdes grâce à l'observation ou l'écoute directe sur le terrain nécessite un temps humain considérable. Comme cette espèce est discrète et vit dans des zones difficiles d'accès, l'acquisition de données fiables est compliquée.

On sait que les mâles de lagopèdes alpins chantent au printemps. L'idée de la bioacoustique est d'installer des capteurs sonores sur le terrain et, grâce à eux, d'enregistrer automatiquement le chant des lagopèdes. Il est alors possible de déterminer la présence de l'espèce dans un lieu donné. Il est aussi possible de distinguer les individus qui chantent, chacun ayant sa voix propre, et ainsi de répondre à la question « combien d'individus sont présents sur un secteur donné ? ». L'avantage de la méthode est aussi d'éviter de compter plusieurs fois un même individu chanteur.

Les capteurs sonores enregistrent au printemps et au petit matin, c'est-à-dire durant la période où les mâles chantent.





↑
Mâle chanteur de lagopède alpin.

Les chants sont captés quotidiennement quelles que soient les conditions météorologiques, mais le vent ou tout bruit fort peut rendre les enregistrements inexploitable. Dans l'ensemble, les balises bioacoustiques permettent d'assurer une collecte de données beaucoup plus continue et fiable.

De tels systèmes ont été déployés dans le Mercantour et les Écrins dès 2018. Actuellement, 81 balises bioacoustiques ont été installées dans les Alpes. L'objectif est de mieux estimer les effectifs dans les zones périphériques ou de moindre altitude où le déclin des populations de lagopèdes semble le plus marqué. L'hypothèse de travail est la suivante : c'est sur ces sites périphériques que nous devrions détecter en premier lieu les effets du changement climatique au niveau de la distribution spatiale de l'espèce.

Dans les résultats préliminaires, il a été dénombré jusqu'à 8 individus sur un même site avec plus de 1000 chants de lagopède alpin détectés pendant une période de 2 mois d'enregistrement. Certains sites apparaissent comme très favorables à l'espèce sans que l'on sache pourquoi aujourd'hui. Sur d'autres sites périphériques, l'espèce se maintient mais avec des effectifs assez faibles, 1 à 2 individus seulement.

L'inconvénient de cette méthode tient dans l'analyse des enregistrements qui est longue, complexe et encore en développement. Cette innovation promet une méthode fiable, objective et automatisée pour la surveillance des effectifs des populations de lagopèdes alpins.



↑
Suivi télémétrique des lagopèdes équipés d'une balise GPS couplée à un émetteur radio : le signal est capté par l'antenne.

Pister grâce au GPS

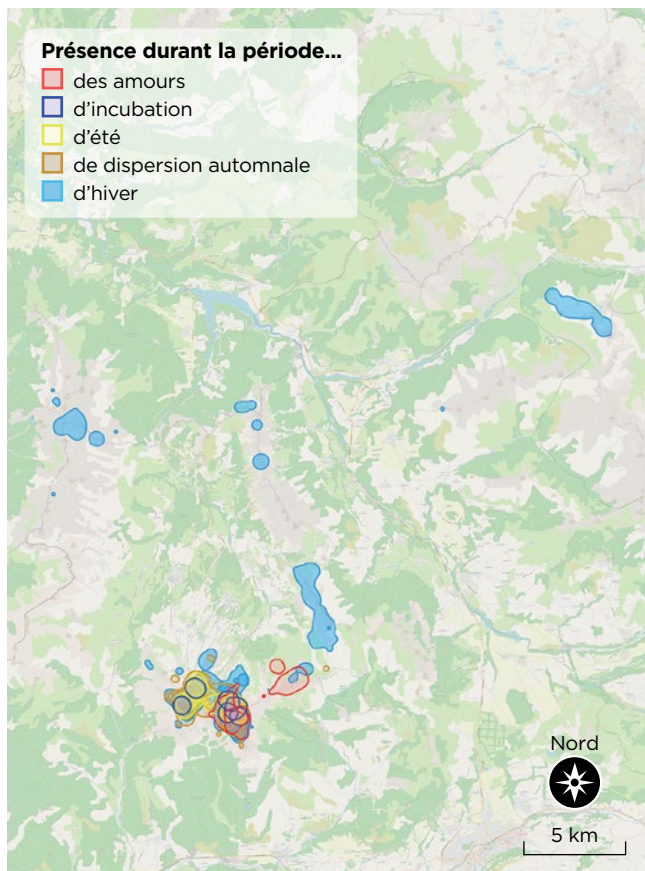
Chez le lagopède alpin, les études menées depuis une vingtaine d'années, dans les Alpes comme les Pyrénées, ont mis en évidence un succès de reproduction bas. Dit autrement, les couples de lagopèdes ont peu de jeunes viables. L'échec peut se produire à différents stades : peu d'œufs arrivent à l'éclosion, la survie des jeunes est faible... Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces échecs, au stade de l'accouplement, de la nidification ou de l'élevage des jeunes. Par exemple, la dégradation de leur habitat de reproduction, le dérangement par des activités humaines sont des sources de perturbation pour la reproduction de cette espèce.

Mais là encore, la discrétion de ces oiseaux engendre une méconnaissance de leurs sites de reproduction. Comment savoir quels milieux leur sont favorables ? Comment estimer l'effet du dérangement dû aux activités humaines (fréquentation et loisirs, ou encore pastoralisme) ? Et justement, comment répondre à ces questions sans trop les déranger ?

Les balises GPS permettent d'enregistrer précisément les déplacements des animaux. Avec la miniaturisation récente, il est désormais possible d'équiper des oiseaux comme les lagopèdes. La technique a été utilisée entre 2016 et 2021 dans quatre sites des Alpes : dans le secteur de la station de Flaine (Haute-Savoie), dans la zone des Trois Vallées (à proximité du Parc national de la Vanoise mais aussi des grands domaines skiables de Savoie), dans les massifs du Mercantour et du Dévoluy.

Domaines vitaux du lagopède alpin

Zones fréquentées dans le massif du Dévoluy à différentes périodes du cycle annuel du lagopède alpin



Équiper les lagopèdes de balises GPS n'est pas sans difficultés. Il faut tout d'abord capturer les oiseaux en occasionnant un minimum de stress pour leur poser un petit baudrier portant la balise GPS. Celle-ci enregistre des positions toutes les 20 minutes en été et toutes les heures en hiver.

Certaines balises envoient leurs données directement sur l'ordinateur au bureau. Pour d'autres types de balises, il faut aller sur le terrain, avec une antenne qui permet de récupérer les positions GPS à moyenne distance.

Pour l'ensemble des quatre sites, 73 lagopèdes ont été équipés, ce qui a permis de récolter plus de 600 000 données GPS pour l'ensemble de l'étude !

Au cours de l'année, les lagopèdes passent par plusieurs phases de vie : avril et mai constituent la saison des amours, suivie de l'incubation (jusqu'à mi-juillet) puis de la période d'élevage des jeunes (jusqu'à fin août). De septembre à novembre, c'est la dispersion automnale jusqu'aux zones d'hivernage où les oiseaux restent jusqu'à fin mars.

Comme le montre la carte, en hiver, une partie des femelles de lagopède migrent pour rejoindre leurs quartiers hivernaux (zones en bleu sur la carte). La distance entre quartiers estivaux et hivernaux peut dépasser les 10 kilomètres. D'une année à l'autre, les lagopèdes sont assez fidèles à leurs territoires pour une même période saisonnière, tout particulièrement en été. Les zones occupées en été coïncident avec les habitats de forte disponibilité en nourriture.

Ce suivi GPS a aussi confirmé l'utilisation très sélective des habitats rocheux végétalisés par les lagopèdes.



En période de reproduction, les femelles recherchent préférentiellement des pelouses souvent un peu plus bas en altitude.

À plus fine échelle, on se rend compte que les lagopèdes recherchent les zones où ils sont le moins dérangés. Ces résultats confirment ainsi leur sensibilité à la fréquentation humaine.

Des parasites qui jouent les indic'

Les crottes vont à nouveau jouer un rôle dans notre enquête. Car dans les crottes, on retrouve aussi des parasites qui infestent les animaux. Ils peuvent ainsi jouer un rôle précieux d'indicateurs de l'état de santé des oiseaux. Pour comprendre comment, voici quelques éléments sur la relation entre l'hôte et ses parasites.

D'une façon générale, toute population animale héberge des parasites. En temps « normal », une forme d'équilibre s'instaure entre l'hôte et ses parasites, qui sont présents mais n'affaiblissent pas ou ne tuent pas l'animal. Dans le cas du lagopède alpin, qui vit dans des milieux très rudes, seules quelques rares espèces de parasites ont su aussi s'adapter. En effet, même si le parasite vit la majeure partie de son cycle dans le corps de l'oiseau, « à l'abri », il se propage « à l'extérieur », notamment par les crottes. Il est alors lui aussi soumis aux conditions de la haute altitude.

Mais si les conditions environnementales changent, ce couple hôte-parasite peut se dérégler avec par exemple une hausse de la charge parasitaire qui pourrait ensuite affaiblir les animaux. Réaliser un suivi sanitaire des



↑
Image au microscope d'œufs de Capillaria, un des parasites des lagopèdes alpins.



↑
Eric Belleau, vétérinaire,
analyse les échantillons
pour déterminer et
dénombrer les parasites
des lagopèdes alpins.

populations de lagopède alpin pour comprendre ce lien hôte-parasite-environnement est une affaire de patience. Il faut en particulier travailler sur le long terme pour dégager des tendances. Dans les Alpes, les analyses de parasites sont menées depuis une trentaine d'années. Conduire des études sanitaires implique aussi de récolter les crottes, puis d'observer chaque échantillon au microscope pour déterminer les espèces de parasites présentes et les dénombrer, pour finalement estimer la charge parasitaire.

Les résultats de ce minutieux travail commencent à dessiner quatre scénarios :

→ Une stabilité de la charge parasitaire. C'est la situation qui prédomine jusqu'à présent dans les Alpes du Nord qui hébergent les plus grandes populations de lagopèdes alpins dans de vastes zones peu morcelées.

→ Une augmentation de la charge parasitaire est observée dans les Préalpes (Chablais, Dévoluy, Vercors, Aravis...). La charge parasitaire observée est parfois jusqu'à quatre fois plus élevée que dans les populations « en bonne santé ». Cette situation sanitaire est le révélateur d'une fragilité de ces populations. La concentration des oiseaux sur de petites zones refuge implique une transmission plus forte des parasites, simplement du fait de la proximité entre les oiseaux. D'autre part, la souffrance physiologique, l'appauvrissement génétique des groupes isolés sont autant de facteurs propices à ces infestations parasitaires importantes. Celles-ci pourraient fragiliser encore plus ces petites populations en aggravant encore l'état physiologique des oiseaux.





→ Une diminution voire une extinction : à l'inverse, une forte baisse de la charge parasitaire traduit souvent une diminution de la densité des populations d'hôte. Dans ce cas, les parasites ne peuvent plus se propager et leur extinction précède celle de leur hôte. C'est une tendance qui semble se dessiner localement, par exemple dans certains secteurs de l'Ubaye.

→ Une apparition de nouveaux parasites : le changement climatique peut favoriser l'expansion de certaines espèces sur l'aire du lagopède, c'est le cas de la perdrix bartavelle. Ces espèces n'arrivent pas seules, elles apportent avec elles de nouveaux parasites auxquels les lagopèdes ne sont pas adaptés et pourraient être vulnérables. C'est une situation encore peu observée mais qui devra faire l'objet d'une surveillance accrue.



Des espèces mieux connues



La vaste enquête menée sur le terrain et dans les laboratoires a permis de mieux cerner comment les contraintes environnementales et humaines agissent sur les lièvres variables.

Grâce aux collectes de crottes et aux analyses génétiques, à l'échelle d'un site (Écrins) ou d'un Parc (Mercantour), il a pu être démontré que plus la durée d'enneigement est longue plus cela est favorable au lièvre variable et défavorable au lièvre d'Europe.

Les pièges photographiques du massif du Mont-Blanc démontrent que le lièvre variable est mobile sur un versant avec une stratégie d'occupation de la mosaïque de végétation au cours des saisons (de 1400 à 2500 m), avec un incontournable : la possibilité de se cacher des prédateurs dans la végétation et de s'abriter du froid.

La compétition avec son cousin le lièvre d'Europe est confirmée par la génétique mais aussi par les pièges photos avec l'enregistrement d'une vidéo de combat. L'hybridation entre les deux espèces a été observée dans les suivis génétiques mais elle reste rare actuellement.



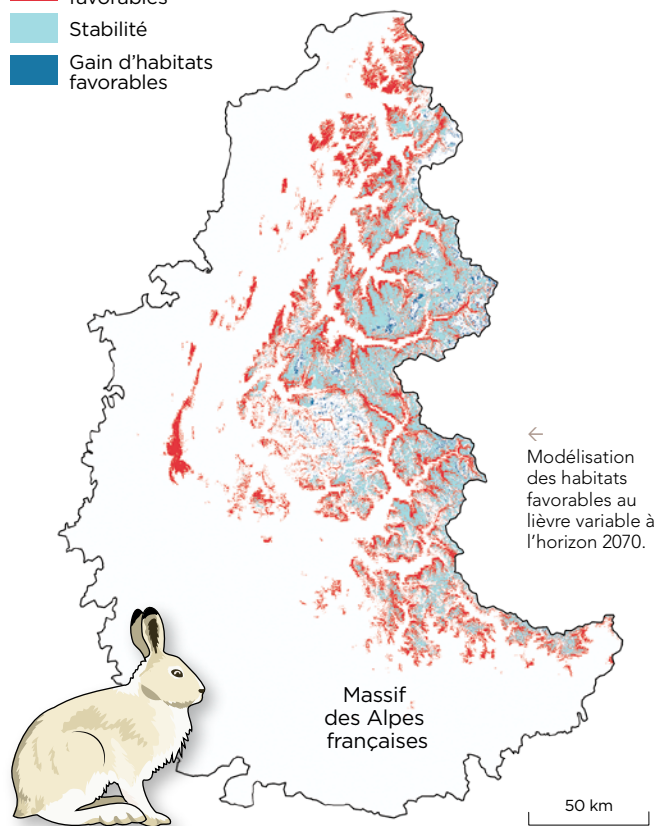
Dans les Alpes, la génétique, toujours, a aussi montré que sept populations peuvent être distinguées et montrent un isolement plus ou moins marqué : il y a peu ou pas d'échange d'individus entre ces populations. Les populations, surtout



Évolution des habitats potentiellement favorables pour le lièvre variable

À l'horizon 2070 (projection)

- Perte d'habitats favorables
- Stabilité
- Gain d'habitats favorables



en périphérie, peuvent être vues comme des îles dans la montagne. Et plus une population est isolée et de petite taille, plus le risque d'extinction est élevé.

Ce portrait dressé par les données les plus récentes confirme la vulnérabilité du lièvre variable face au changement climatique : moins de neige et des températures plus élevées devraient permettre au lièvre d'Europe de remonter en altitude et en cascade de repousser le lièvre variable vers des zones de plus en plus restreintes aux hautes altitudes.

En ce qui concerne le lagopède alpin, les suivis GPS ont confirmé que les oiseaux se cantonnent aux hautes altitudes, au-delà de la forêt, tout en étant mobiles au fil des saisons. Ses zones de reproduction diffèrent de ses quartiers d'hiver. Son taux de reproduction est bas, peu de jeunes atteignent l'âge adulte chaque année ce qui est un facteur critique de la fragilité des populations de lagopèdes alpins.

En étudiant l'occupation de l'espace par ces oiseaux équipés de balises, il a été confirmé que les lagopèdes recherchent les zones de calme. En Haute-Savoie, des études antérieures sur la présence des parasites dans les fèces montrent aussi que leur niveau de stress est bien lié à la fréquentation et au dérangement. Un des points cruciaux pour la préservation de l'espèce est donc de leur ménager des zones de quiétude.

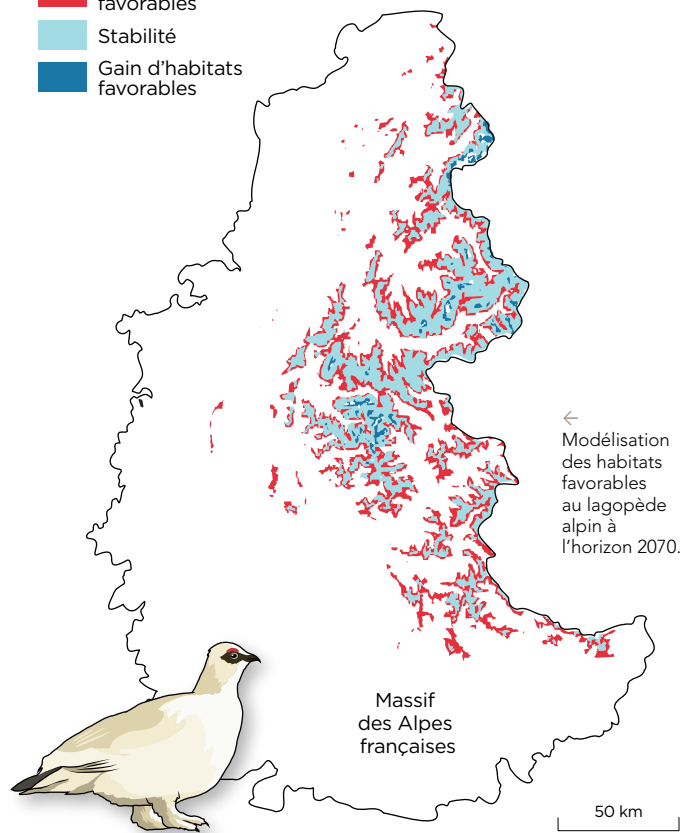
Si l'on compare les situations des espèces blanches, le constat est un peu différent pour le lagopède alpin et le lièvre variable. En effet, les zones favorables au lagopède alpin sont aujourd'hui nettement plus restreintes en surface



Évolution des habitats potentiellement favorables pour le lagopède alpin

À l'horizon 2070 (projection)

-  Perte d'habitats favorables
-  Stabilité
-  Gain d'habitats favorables



que celles du lièvre variable. Le lièvre variable est un peu plus plastique et opportuniste, il peut exploiter une niche écologique un peu plus large.

Les modèles de projections futures indiquent une probable contraction des zones de présence des espèces blanches vers les plus hautes altitudes. Ainsi, on observerait une disparition des populations de lièvre variable et de lagopède alpin dans les massifs situés aux marges, Préalpes et Alpes du Sud.

Mais il est probable que les plus hauts massifs (Vanoise, Mont-Blanc, Écrins) puissent constituer des refuges. Préserver ces zones de froid et de haute altitude sera donc crucial pour préserver les espèces blanches.

Toutefois, des inconnues subsistent. Qu'en sera-t-il des capacités d'adaptation de ces espèces face aux changements de leur environnement ? Profiteront-elles des microrefuges que peuvent offrir les montagnes pour se maintenir aux altitudes intermédiaires ? Quelles seront les conséquences du recul des glaciers qui libéreront ainsi des habitats potentiels ?

Au-delà de leur propre destin, les espèces blanches sont des sentinelles des écosystèmes de haute altitude que le changement climatique rogne et restreint. Toutes les actions, collectives et individuelles, permettant de limiter le réchauffement sont importantes si l'on veut sauver ces espèces et ces milieux.

D'autre part, des actions sont testées pour contribuer à la préservation des espèces blanches dans les espaces protégés.



Des espèces préservées ?

Mener des études approfondies et coordonnées à l'échelle des Alpes est indispensable pour mieux connaître des espèces discrètes comme les espèces blanches. Une meilleure compréhension est également indispensable pour mettre en place des actions de préservation ciblées et plus efficaces. Quels leviers peut-on mobiliser pour préserver ces espèces au regard de nos pratiques ? Comment faire évoluer nos pratiques de pastoralisme ? Comment contenir la fréquentation notamment au moment de la reproduction ? Comment limiter nos aménagements comme les pistes de ski ? Les espèces blanches restent classées gibier, la chasse est-elle compatible avec la conservation de ces espèces et selon quels prélèvements ?

La reproduction est une étape clé et fragile pour le lagopède. Environ une poule sur deux parvient à se reproduire chaque année. Cette poule a ensuite une chance sur deux de réussir à mener ses poussins à l'âge de l'envol. La période de reproduction et les milieux utilisés par les lagopèdes sont donc cruciaux pour la survie de l'espèce.

Ainsi, en connaissant mieux les sites utilisés pour la reproduction grâce aux suivis GPS, on peut maintenir des zones de calme, préservées des aménagements ou de la fréquentation. Des périmètres dits Lago Quiet sont testés, par exemple dans le Queyras, les Écrins et le Mercantour. Des fanions délimitent la zone favorable aux lagopèdes



↑
Fanion indiquant la présence d'une zone de quiétude « Lago Quiet » pour les lagopèdes dans le massif du Queyras.

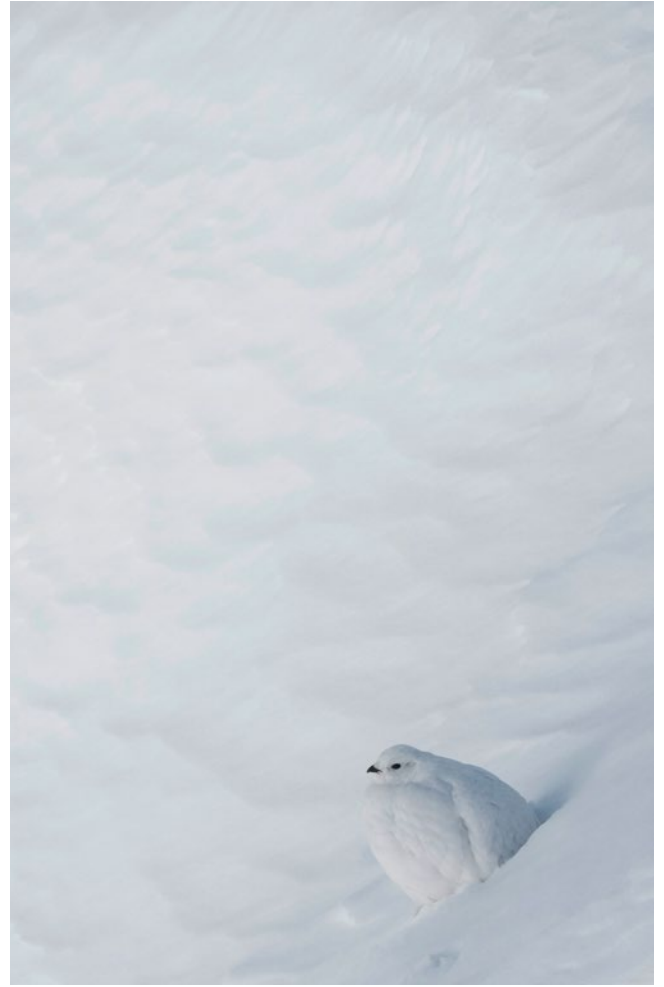




que les randonneurs sont encouragés à contourner. Depuis sa mise en place en 2020, au Col de la Cayolle dans le Mercantour, le Lago Quiet a permis d'accueillir à nouveau des nichées de lagopède. Cette zone n'était plus utilisée pour la reproduction depuis quelques années.

D'une façon plus générale, en connaissant plus finement les habitudes des espèces blanches, les milieux utilisés, les zones de présence et les effectifs, les gestionnaires d'espaces naturels peuvent aussi affiner leur stratégie pour préserver les espèces.





Bibliographie

- www.observatoire-galliformes-montagne.com
- *Les galliformes. Poules et coqs de montagne*. Territoire Écrins, cahiers thématiques du Parc national, n°2, 2006.
- *Le lagopède alpin en Haute-Savoie, biologie des populations et impact des activités humaines*. Claude Novoa & al. Publication ONCFS/Asters/GRIFEM, 64 pages, 2014.
- *Le lièvre variable : comment suivre une espèce aussi discrète*. Ludovic Imberdis & al. Faune sauvage n°320, 2018.
- *Acoustic monitoring of rock ptarmigan: A multi-year comparison with point-count protocol*, Thibaut Marin-Cudraz & al. Ecological Indicators, Volume 101, 2019.
- *L'information individuelle dans les vocalisations comme outil pour le suivi des lagopèdes alpins*, Frédéric Sèbe & al. Faune sauvage n°323, 2019.
- *Lagopède alpin : mobilité des mâles chanteurs durant les comptages printaniers en fonction de leur statut reproducteur - Exemple du suivi sur le domaine skiable de Flaine (Haute-Savoie)*, Bertrand Muffat-Joly & al. Faune sauvage n°325, 2020.
- *Évaluation du protocole de comptage des mâles chanteurs de lagopède alpin au printemps*, Bertrand Muffat-Joly & al. Faune sauvage n°326, 2020.
- *Blancs comme neige*. Marion Bensa & al. Gipeto n°53, hiver 2020-2021.
- *Suivi des changements de distribution hivernale du lièvre variable (*Lepus timidus*) et du lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*) sur leur zone de contact dans les Alpes françaises*. Thibaut Couturier & al. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2021.

- *Étude de la diversité et de la structure génétique des populations de lagopède alpin dans le massif des Alpes françaises*. Nicolas Bech & Jérôme Mansons. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2021.
- *Étude de la parasitologie des populations de lagopède alpin dans le massif des Alpes françaises*. Éric Belleau. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2021.
- *Comportement et écologie spatiale du lagopède alpin (*Lagopus muta*) dans les Alpes françaises*. Nicolas Courbin & al. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2022.
- *Modélisation des habitats favorables au lagopède alpin (*Lagopus muta*) et au lièvre variable (*Lepus timidus*) dans les Alpes françaises*. Maya Guéguen & al. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2022.
- *Étude des facteurs paysagers affectant les flux de gènes chez le Lièvre variable*. Salomé DOVAL & al. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2022.
- *Déplacements altitudinaux et rythme d'activité du lièvre variable d'après les données de pièges photos*. Marjorie Bison & al. Rapport d'étude programme POIA Espèces arctico-alpines, 2022.

Remerciements

Éric Belleau (vétérinaire), Michel Bouche (Parc national des Écrins), Mathieu Ancely (Parc national du Mercantour). Merci aux bénévoles qui ont participé à la collecte de données sur le terrain et aux participants au programme Wild Mont-Blanc qui ont identifié les espèces sur les images des pièges photographiques.

Infographies : Iris de Véricourt.

Rédaction : Francine Brondex / Le fil conducteur,
Anne Delestrade, Irène Alvarez (CREA Mont-Blanc),
Jérôme Mansons (Parc national du Mercantour),
Charlotte Perrot (OFB), Yoann Bunz, Pierre Bouvet
(Parc national des Écrins).

Mise en page : Régis Lesserteur.

Illustration (p4) : Marie Doucedame.

Photos : Bertrand Muffat-Joly, OFB (p8, p12, p16, haut
gauche, p22 haut, p32, p40, p50, p60, p62, p63) ;
Franck Guigo, PNM (p14) ; Cyril Coursier, PNE (p16 haut droite,
bas gauche) ; Pierre Bouvet, PNE (p16 bas droite) ;
Jacques Blanc, PNM (p22 bas) ; CREA Mont-Blanc (p26,
p36) ; Marc Corail, PNE (p42) ; Éric Belleau (p46, 48) ;
Pascal Saulay, PNE (p52) ; PNRQ (p58).

Achévé d'imprimer 1^{er} trimestre 2023

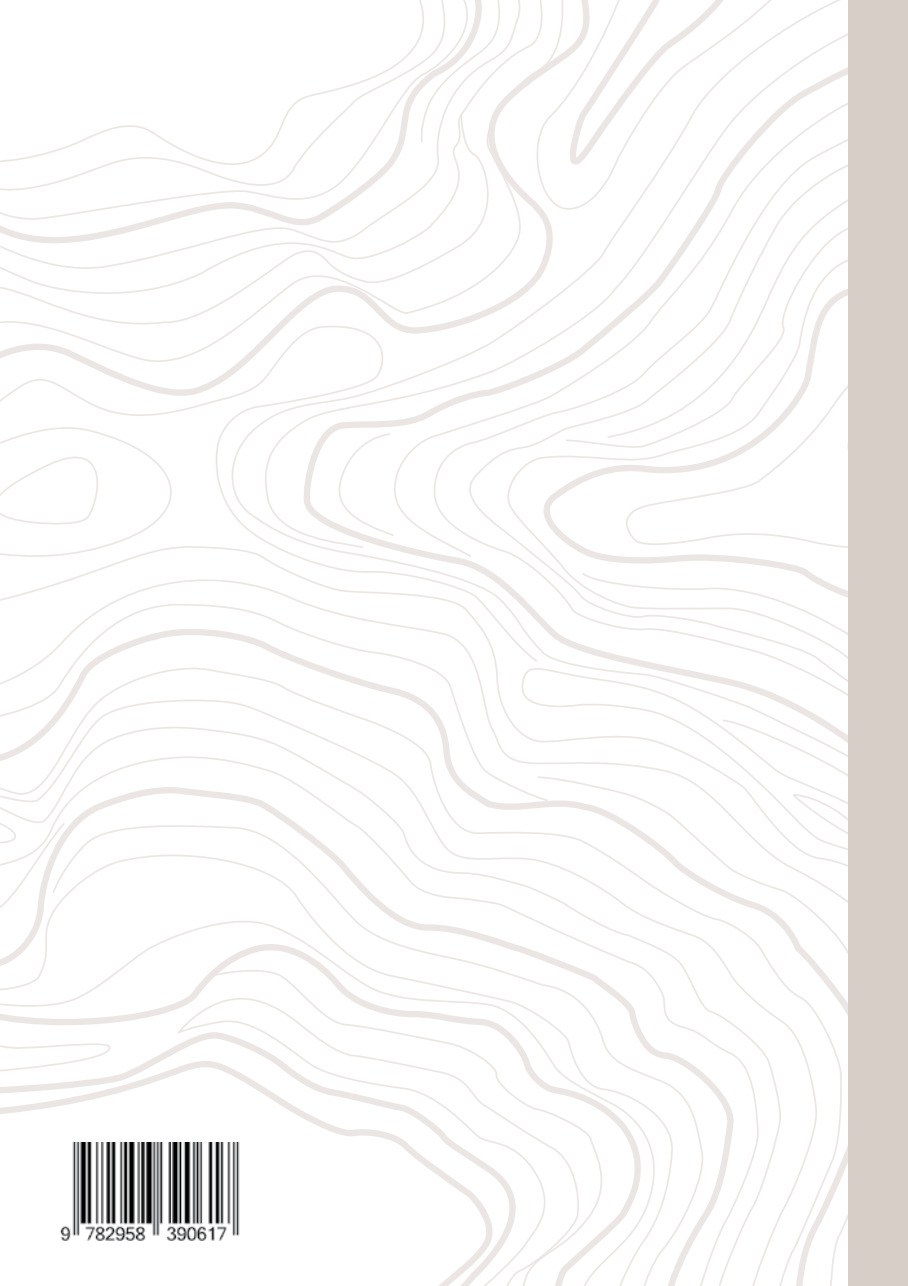
Impression : Facimprimeur - Nice

Papier recyclé non blanchi

ISBN 978-2-9583906-1-7

CREA Mont-Blanc Éditions
creamontblanc.org





9 782958 390617