

# DÉMARCHE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DE LA RÉSERVE NATURELLE NATIONALE DES HAUTS DE CHARTREUSE



## DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ ET D'OPPORTUNITÉ

### CONTEXTE DE LA RÉSERVE NATURELLE

DATE DE CRÉATION	SUPERFICIE	RÉGION	DÉPARTEMENTS	ALTITUDE
01/10/1997	4450 hectares	Auvergne-Rhône-Alpes	Isère (5 communes) Savoie (4 communes)	Minimum : 900 m (sous le col du Granier) Maximum : 2062 m (Dent de Crolles)



**L'étage subalpin** (d'environ 1600 m à 2062 m) présente une alternance entre des milieux ouverts **(1)**, semi-ouverts et fermés. Les forêts subalpines sont dominées par l'épicéa (*Picea abies*) **(2)** et, plus haut en altitude, par le pin à crochets (*Pinus uncinata*) **(3)**.

**L'étage montagnard** (de 900 m à environ 1600 m) est principalement composé de milieux forestiers. Ils sont dominés par le hêtre (*Fagus sylvatica*) et le sapin pectiné (*Abies alba*) **(4)**.

Le **pastoralisme**, la **silviculture** (pratiquée uniquement sur les flancs) et la **chasse** (interdite par décret sur 30 % du site) constituent les trois principales activités et maîtrises d'usages présentes sur les Hauts de Chartreuse. À ces activités s'ajoutent les **pratiques touristiques et sportives** favorisées par la proximité des grandes agglomérations : Grenoble, Chambéry et Lyon.

### POURQUOI S'INTERESSER AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Depuis quelques années, les effets que l'on peut attribuer au changement climatique commencent à s'observer sur les Hauts de Chartreuse : **diminution de l'enneigement, hausse des températures, sécheresses, migration** des espèces en altitude, **assèchement** des sources d'eau plus tôt dans la saison et **fonte des glaciers souterrains**.

Les impacts du changement climatique s'observent notamment à travers les activités socio-économiques (exemple : demande de stockage d'eau supplémentaire ou de réfection de captages d'eau préexistants sur les alpages). Au regard de ces constats, le gestionnaire souhaite s'engager dans une **démarche prospective** lui permettant d'avoir une vision plus globale des scénarios climatiques et de leurs effets connus et potentiels à venir sur le site.

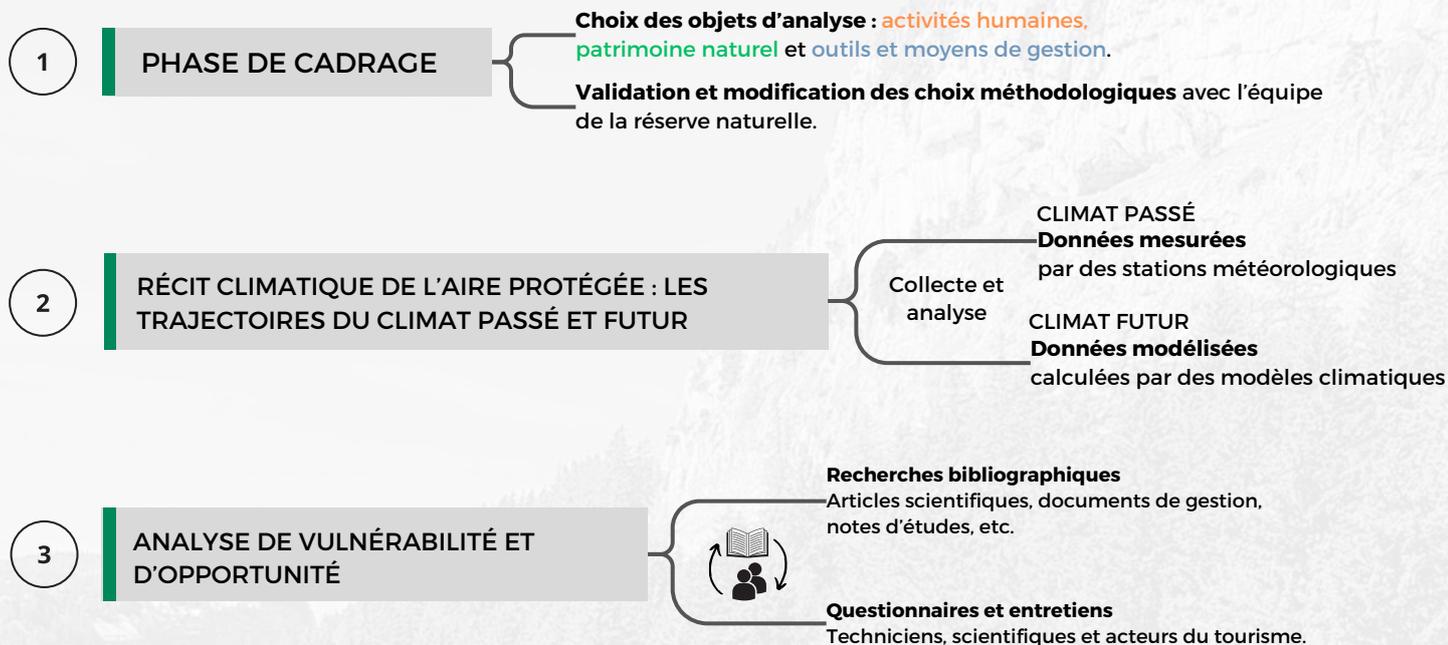
**La fonte de la glacière souterraine du Grand Glacier (Chapareillan)**



Source : Spéléo-Club de Savoie, Réserve naturelle des Hauts de Chartreuse.

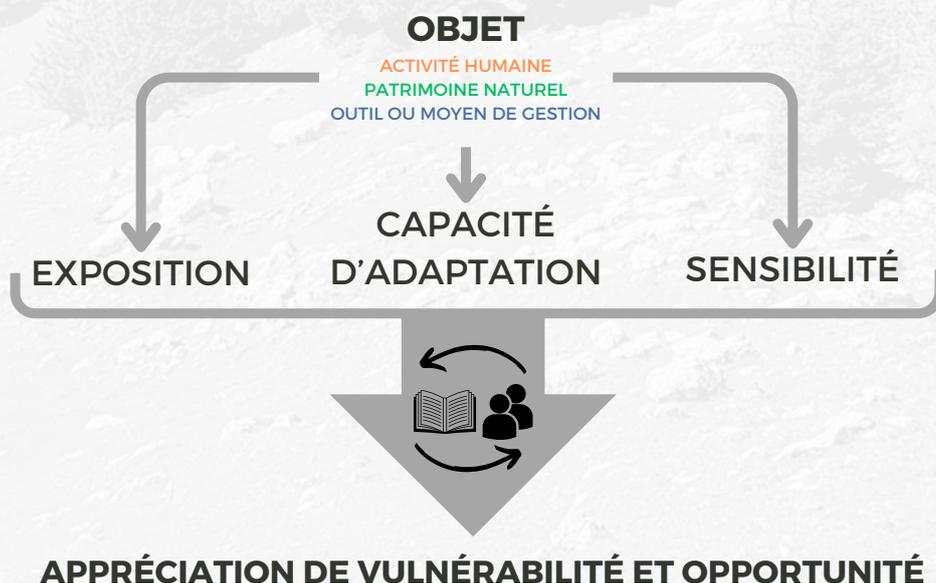
## QU'EST CE QU'UN DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ ?

Pour tenter de répondre à ces questionnements, la Réserve naturelle des Hauts de Chartreuse s'est saisie de la méthodologie issue du **projet LIFE Natur'Adapt**, coordonné par l'association des Réserves Naturelles de France entre 2018 et 2023. Cette méthode donne les clés pour réaliser un **diagnostic** évaluant les **vulnérabilités** et les **opportunités** que représente le changement climatique à l'échelle du site, afin de les intégrer à la gestion de l'aire protégée. Cette analyse de vulnérabilité et d'opportunité est précédée par une collecte de données climatiques afin de dresser le **récit du climat passé et futur**, selon différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.



## COMMENT ÉVALUER LA VULNÉRABILITÉ ET L'OPPORTUNITÉ ?

Le diagnostic croise l'évaluation de la **sensibilité**, de l'**exposition** et de la **capacité d'adaptation** au changement climatique d'une vingtaine d'« objets clés » du territoire de l'aire protégée : activités humaines, espèces et habitats du patrimoine naturel et les outils et moyens de gestion de la Réserve. Cette évaluation s'appuie sur une revue des effets du changement climatique en montagne connus et documentés, mais aussi sur la connaissance du territoire par le **gestionnaire** et certains **acteurs locaux** interrogés.



## LE CLIMAT LOCAL : ÉVOLUTONS RÉCENTES ET PROJECTIONS

Le **récit climatique** traite les évolutions récentes et les projections futures du climat, paramètre par paramètre (température atmosphérique, précipitations, enneigement) et à différentes échelles (régionale et locale).

Les tendances d'évolutions récentes du climat proviennent de **données mesurées** issues de stations météorologiques. L'étude du climat futur se base sur la collecte et la lecture de **données modélisées** extraites de la plateforme *DRIAS, Les futurs du climat*<sup>1</sup>, visualisées à l'échelle du massif de la Chartreuse, à 1500 m d'altitude, et à travers différents modèles climatiques et horizons temporels<sup>2</sup>.

### TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE

Par rapport à la référence de 1961-1990 :

- Augmentation des températures de l'ordre de **+1.5°C** en Chartreuse, à 945 m.
- Une augmentation plus marquée au printemps et en été.
- Baisse du nombre de jours de gel et augmentation du nombre de journées chaudes et des extrêmes thermiques.

Sources : station de la Grande-Chartreuse (Météo France) ; ClimatHD ; Bigot et al., 2009.

D'après les projections climatiques à 1500 m :

- **+ 2,2 °C** selon le scénario d'émissions modérées (RCP4.5), à l'horizon lointain, par rapport à 1976-2005.
- **+ 4,1 °C** selon le scénario d'émissions non réduites (RCP8.5), à l'horizon lointain, par rapport à 1976-2005.



### PRÉCIPITATIONS

Par rapport à la référence de 1961-1990 :

- Des cumuls annuels de précipitations **stables** depuis le milieu du siècle dernier.
- Une importante **variabilité interannuelle** : alternance entre des périodes arrosées et d'autres plus sèches (exemples : 1971-1976 et 2003-2011), favorisant les aléas de **sécheresse** et de **vague de chaleur**.

Sources : ClimatHD ; Dumas, 2011 ; Obs'y, 2019.

D'après les projections climatiques à 1500 m :

- Un climat autant arrosé, sans grandes différences entre les scénarios d'émissions.
- Une répartition plus inégale des précipitations dans l'année.



### ENNEIGEMENT

Entre 1960 et 2021 (en période hivernale), à 1325 m :

- Une diminution de 30 à 40 % du manteau neigeux.
- Près d'un mois d'enneigement en moins.

Sources : site nivo-météorologique du Col de Porte - Nivose (CNRM).

D'après les projections climatiques à 1500 m :

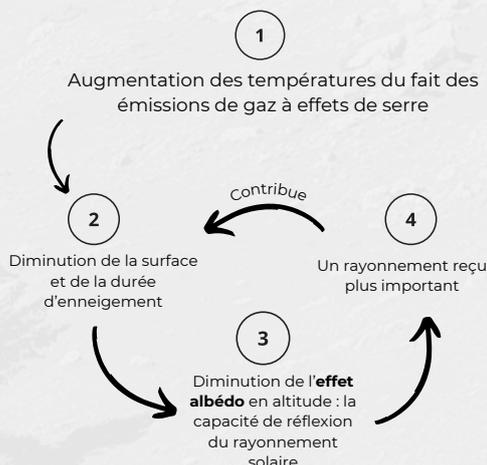
- Poursuite d'une dynamique de diminution constante à l'horizon moyen.
- Ralentissement du rythme de diminution à l'horizon lointain.



Les projections climatiques peuvent différer d'un modèle à l'autre, en particulier sur les paramètres d'enneigement et de précipitations. Les données modélisées affichées sont alors teintées d'**incertitudes** et permettent seulement de visualiser une trajectoire d'évolution du climat.

## DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PLUS IMPORTANTS À MESURE QUE L'ON MONTE EN ALTITUDE

### POURQUOI LE RÉCHAUFFEMENT EST-IL PLUS RAPIDE AVEC L'ALTITUDE ?

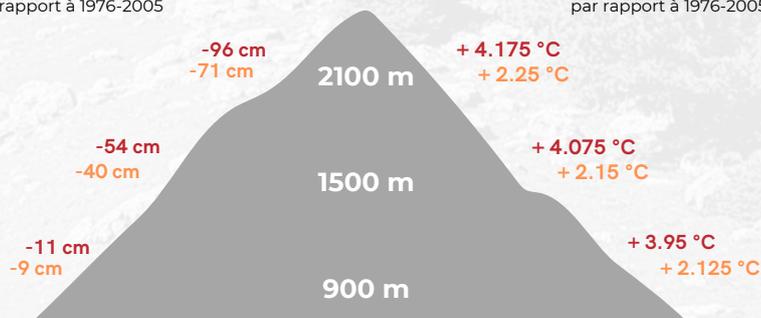


Diminution de l'épaisseur de neige moyenne en période hivernale à l'horizon lointain

par rapport à 1976-2005

Augmentation des températures moyennes annuelles à l'horizon lointain

par rapport à 1976-2005



■ RCP8.5 : scénario d'émissions non réduites

■ RCP4.5 : scénario d'émissions modérées

Données : CNRM-CM5 / ALADIN53, correction ADAMONT. Source : DRIAS 2020.

<sup>1</sup> DRIAS : Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements.

<sup>2</sup> Horizon proche : entre 2021 et 2050 ; Horizon moyen : entre 2041 et 2070 ; Horizon lointain : entre 2071 et 2100.

# SYNTHÈSE DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES HAUTS DE CHARTREUSE

## 1 ACTIVITÉ PASTORALE

L'activité est fortement sensible à certains effets du changement climatique qui affectent la ressource fourragère et les bêtes :

- augmentation des températures printanières pouvant conduire à une baisse de la qualité de l'herbe,
- répétition d'années en années de sécheresses estivales pouvant affecter la quantité de la ressource fourragère et favoriser un stress thermique et hydrique élevé pour les bêtes, en particulier les bovins.

Le niveau de vulnérabilité de l'activité varie selon les alpages en raison de leurs caractéristiques propres :

- l'alimentation en eau,
- la topographie et les propriétés des sols,
- et la disponibilité en zones intermédiaires à proximité de la zone d'estive.

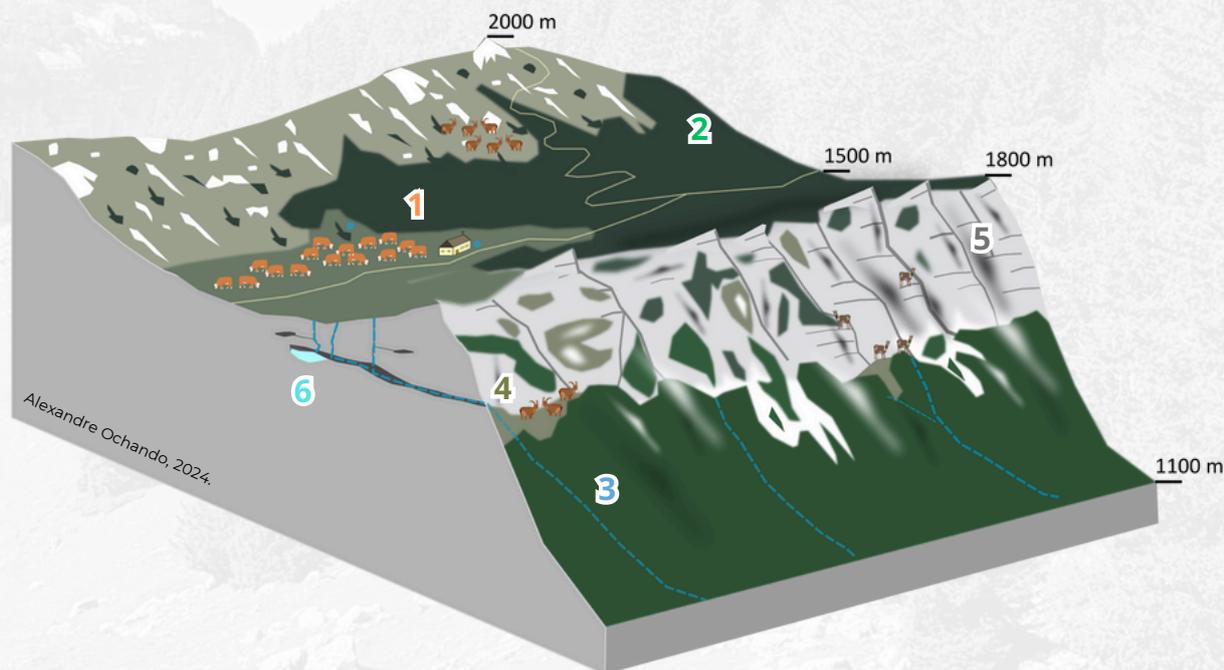
Le changement climatique induit des choix d'adaptation en cours et à venir pour l'activité, touchant à la sélection et aux effectifs des bêtes, à l'alimentation en eau et à la conduite des troupeaux.

## 3 ALIMENTATION EN EAU

Même à précipitations constantes, l'eau disponible diminue et tend à être distribuée de façon différente dans le temps :

- L'augmentation des températures entraîne une augmentation de l'évaporation et un accroissement des besoins en eau de la faune, de la flore et de la société.
- Les précipitations printanières sont de moins en moins complétées par l'apport lié à la fonte des neiges du fait de la réduction du manteau neigeux en quantité et en durée.

Sur les Hauts de Chartreuse, ces effets impactent le fonctionnement des réseaux hydriques et hydrogéologiques et ont des répercussions sur certains milieux (à l'image des pelouses, des grottes et des zones humides) et sur la conduite de l'activité pastorale.



## 4 BOUQUETIN DES ALPES

Le changement climatique a des effets directs et indirects sur le bouquetin :

- La hausse des températures favorise le stress thermique et conduit à des adaptations comportementales telles que la recherche de zones fraîches qui peut prendre sur le temps alloué à la recherche de nourriture.
- Les printemps précoces, chauds et les sécheresses l'été affectent la qualité et la quantité de cette nourriture.
- Le bouquetin serait encore plus exposé au dérangement, avec l'allongement de la période de fréquentation.

## 5 PATRIMOINE GÉOLOGIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

L'évolution future du patrimoine géologique est à la marge et invisible à l'échelle des temps humains.

Pour autant, les flancs du site pourraient connaître des bouleversements sensibles :

- éboulements,
- chutes de blocs,
- torrencialité, etc.

Favorisés par le changement climatique, ces aléas gravitaires s'inscrivent dans le fonctionnement naturel du site.

## 2 LES MILIEUX FORESTIERS

Les essences forestières telles que le hêtre, l'épicéa et le sapin semblent toutes vulnérables face au changement climatique. Présents ponctuellement en Réserve, certains effets sont observés sur les milieux forestiers jusqu'à environ 1300 m en Chartreuse :

- dépérissements de l'épicéa et du sapin associés aux sécheresses qui facilitent les attaques d'insectes ravageurs,
- perturbation du renouvellement forestier par la pression d'abrutissement des ongulés en altitude en lien avec la diminution de l'enneigement.

Des incertitudes persistent sur la plasticité génétique des essences.

## 6 GLACIÈRES SOUTERRAINES

Observée depuis plus d'une dizaine d'années, la fonte des glaciers souterrains est due :

- à l'augmentation des températures moyennes
- et, en conséquence, à la modification de l'aérogologie souterraine.

Cet élément du patrimoine géologique est menacé de disparition par le changement climatique.



## ZOOM SUR LES ACTIVITÉS DE PLEIN AIR

L'accès au site serait facilité dans le temps et l'espace en lien avec la diminution de l'enneigement et des périodes d'intersaison plus clémentes. Cela laisse envisager un **allongement de la période de fréquentation dans l'année**. Déjà constatée, cette évolution des pratiques est susceptible d'accentuer le dérangement d'espèces et le risque de potentiels conflits d'usage. Le changement climatique accroît certains risques associés aux pratiques touristiques et sportives : tarissement des sources en eau en été, conditions aérologiques plus instables pour les pratiques de vol libre, déstabilisation des sentiers (due à la fréquentation et à une répartition des précipitations plus concentrée dans le temps).

### CONSTATS ET RÉCITS DES PROFESSIONNELLS DU TOURISME

Dans le cadre de la démarche, les professionnels du tourisme du site ont été invités à livrer leurs connaissances sur les **effets du changement climatique** et la **capacité d'adaptation** de leurs activités.

#### 1. LES EFFETS PERÇUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	HIVER
Une durée des saisons bouleversée : printemps précoce, automne tardif, allongement de la période de croissance de la végétation.			
<p><b>Retrait plus précoce du manteau neigeux et températures clémentes</b></p> <p>Plus propice à la pratique des activités de plein air (hors neige) malgré le maintien de conditions accidentogènes liés au précipitations et à la nébulosité.</p>	<p><b>Fortes chaleurs et conditions plus tempétueuses</b></p> <p>Adaptations ponctuelles, subies et anticipées, des activités : évitement de certains horaires, conditions plus tempétueuses, difficultés à observer la flore en lien avec les sécheresses.</p>	<p><b>Températures clémentes après la période de chaleur estivale</b></p> <p>Plus propice à la pratique des activités de plein air (hors neige).</p>	<p><b>Diminution de l'enneigement et températures plus douces</b></p> <p>Adaptions permanentes, mettant à l'écart la pratique d'activités de neige au profit de la randonnée. Vers une meilleure accessibilité du massif.</p>

#### 2. RÉCITS À L'HORIZON 2050

A partir de ces constats, un exercice de récit a permis de dégager les perspectives envisagées par les acteurs, selon leurs activités respectives, à l'horizon 2050. Ces récits individuels sont un moyen d'engager une réflexion prospective.

##### Activités de neige

Disparition des activités de neige (ski de randonnée, raquettes) sur les Hauts de Chartreuse. Remplacement par la randonnée pédestre.



##### Vol libre

Pratique plus difficile et engagée. Des conditions aérologiques plus instables et fortes, accentuant le risque d'accidents. Plus de vols l'été depuis les Hauts de Chartreuse, au-dessus des couches d'inversion des températures qui progresseront en altitude.

##### Spéléologie

Activité un peu plus risquée en lien avec des souterrains déstabilisés par la fonte des glaciers. Le tarissement des sources complique la tenue de camps scientifiques. Attrait de l'activité pour la recherche de fraîcheur en été.

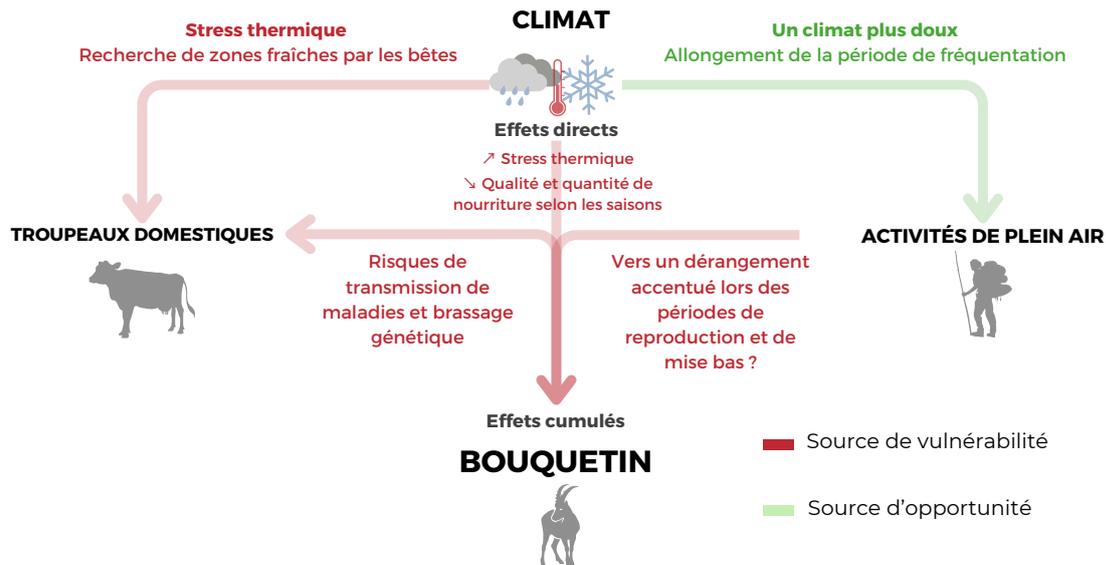
##### Randonnée et trail

Pratiques ciblées sur l'intersaison et devenues plus difficiles à pratiquer l'été, sauf avec des horaires aménagés.

# LA MODIFICATION DES INTERACTIONS ENTRE LES ACTIVITÉS HUMAINES, LES ESPÈCES ET LEURS HABITATS

Le diagnostic de vulnérabilité a permis de saisir des impacts plus complexes qui touchent aux **interactions** entre les hommes, leurs activités, les espèces et les habitats du site. **Le changement climatique s'ajoute et interagit avec d'autres sources de pressions pouvant affecter le patrimoine naturel à différentes échelles** : érosion de la biodiversité, fréquentation humaine, maintien ou modification de la gestion forestière, des pratiques pastorales et cynégétiques. C'est l'articulation de ces multiples sources de pressions, qui peuvent ou non s'alimenter entre elles, qui fait l'objet de toute l'attention de l'équipe de l'aire protégée. L'exemple ci-dessous des effets cumulés sur le bouquetin montre que certaines vulnérabilités peuvent s'alimenter entre elles et qu'une opportunité créée par le changement climatique pour un objet peut renforcer la vulnérabilité d'un autre.

## L'exemple des effets cumulés sur le bouquetin



## VERS L'ADAPTATION DE LA GESTION DE LA RÉSERVE

Au regard des résultats du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et dans la continuité des missions menées, l'équipe de la Réserve devra probablement :

-  **Anticiper les potentielles tensions** dans le cadre de la conciliation des usages, en particulier autour de la ressource en eau et de la fréquentation touristique.
-  **Accroître la pression de surveillance** lors des **périodes d'intersaison**, sur les entrées du site les plus fréquentées.
-  **Limiter**, dans la mesure du possible, les **choix d'adaptation** qui **porteraient atteinte à l'état et au fonctionnement écologique** du site de la réserve naturelle.
-  Créer de **nouveaux outils pédagogiques** et **vulgariser les suivis scientifiques** menés en lien avec le changement climatique. Au-delà de leur contribution à l'amélioration des connaissances, les suivis des glaciers souterrains et de la phénologie d'arbres (Phénoclim) sont des supports de **sensibilisation** du public à la question climatique.
-  Maintenir et défendre son choix de la **non-intervention** et de la **libre-évolution** afin de favoriser l'expression des dynamiques adaptatives.