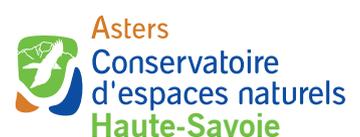




# Diagnostic de vulnérabilité

Démarche d'adaptation au changement  
climatique de la Réserve naturelle  
de **Sixt-Fer-à-Cheval/Passy**



# Autrice

---

*Juliette Dané*

## Remerciements

---

Le présent document a été établi dans le cadre du projet Life Natur'Adapt porté par Réserves Naturelles de France auquel Asters, le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie, participe depuis 2018.

Tous mes remerciements vont aux nombreuses personnes qui ont contribué à la réalisation de ce diagnostic prospectif et en premier chef à Jean-Baptiste Bosson pour la rédaction d'une partie du diagnostic sur les objets géomorphologiques ainsi que pour ses encouragements et sa relecture attentive, ainsi qu'à Violaine Laucoin qui, en tant que conservatrice, a maintenu le lien avec l'équipe de la réserve, les acteurs du territoire et a veillé à la pertinence de ce travail pour la gestion future.

Je remercie les collègues d'Asters-CEN74 ainsi que les membres du comité scientifique qui ont apporté leur expertise et leur connaissance du patrimoine de la réserve naturelle. Le diagnostic s'est également enrichi des acteurs du territoire (Commune de Sixt-Fer-à-Cheval, OGS, ONF, SEA, CCMG, SM3A, bergers, gardien.e.s de refuges) qui m'ont accordé du temps pour partager leur vision des vulnérabilités de leur activité.

Un grand merci également à mes collègues et homologues « expérimentateurs » : Iris LOCHON (RNN de Chastreix-Sancy), Emilien Bastian (RNN Lilleau des Niges), Kenzo HÉAS (RNN Forêt de la Massanne), Daphné SCHLOESSER (RNN Petite Camargue Alsacienne) et Véronique Lebourgeois (RNR Tourbières du Morvan).

Enfin, un grand merci à l'équipe de coordination du Life à Réserves naturelles de France, en particulier Anne Cerise TISSOT et Christine COUDURIER pour leur patience et leur bonne humeur ainsi que l'ensemble des partenaires du consortium du LIFE Natur'Adapt.

## Citation de l'ouvrage

---

**DANÉ J., 2021.** Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité face au changement climatique de la Réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy – Projet Life Natur'Adapt, 79 p.

# Résumé

---

## *Le site*

La RNN de Sixt-fer-à-Cheval / Passy (RNN S.F.C / P) a été créée en 1977 et a aujourd'hui une superficie de 9445 hectares. Elle forme un continuum d'environ 15000 hectares avec 4 autres réserves naturelles de haute-montagne, toutes gérées par Asters, le Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie. La spécificité du site réside dans sa mosaïque d'habitats extrêmement diversifiée du fait d'un gradient altitudinal important (900m à 3098m) et d'une géographie complexe notamment héritée de la dernière glaciation (cirques glaciaires, vallons suspendus, vallée et verrou glaciaire). La dissolution karstique, l'eau, les mouvements gravitaires, la végétation et les activités humaines achèvent de modeler des paysages spectaculaires et abruptes, qui font du site le château d'eau de la vallée du Giffre. La réserve compte 17 habitats d'intérêt communautaire ainsi que de très nombreuses espèces patrimoniales.

## *Les objectifs du LIFE Natur'Adapt*

La RNN de S.F.C / P compte parmi les 6 premières aires protégées françaises où est expérimentée la méthode Natur'Adapt qui vise à évaluer la vulnérabilité et les opportunités que représentent le changement climatique, afin de les intégrer à la gestion du site. Le diagnostic est basé sur l'évaluation de la sensibilité, de l'exposition et de la capacité d'adaptation au changement climatique de 30 « objets clés » du territoire de la réserve. Vingt-quatre objets écologiques, trois activités socio-économiques et trois outils et moyens de gestion ont été analysés.

## *Le climat : évolution récente et perspectives futures*

Dans les Alpes françaises, une augmentation de +2°C de la température atmosphérique annuelle par rapport au début du siècle est observée. Dans la réserve naturelle, les températures moyennes printanières ont augmenté de 0,9°C entre 1951-1957 et 1976-2005 et les moyennes estivales de 0,5°C. A l'échelle des Alpes du Nord, le cumul des précipitations a été stable mais la durée d'enneigement a diminué entre 22 et 34 jours en dessous de 2000m entre 1971 et 2019. D'ici 2100, les températures journalières moyennes que nous connaissions à 900m d'altitude dans la zone d'étude seront ressenties à 1800m en été, voire dépassées avec un scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre (RCP 8.5). Les températures moyennes estivales et hivernales s'apparenteront alors à celles mesurées actuellement dans l'Ubaye de 1976-2005 (RCP 4.5) ou pourraient même dépasser celles connues dans le Verdon (RCP 8.5). Les modèles ne s'accordent pas entre eux sur le devenir des précipitations et leur répartition mensuelle. Cependant, du fait de la hausse des températures, le volume de précipitations neigeuses diminuera fortement en dessous de 2400m de novembre à avril, de même que la durée de la couverture de neige au sol.

## *L'impact probable du réchauffement climatique sur la réserve naturelle*

- Le géopatrimoine remarquable (cirques glaciaires, parois rocheuses, réseau karstique) sera largement conservé, sauf le secteur tressé du Giffre au bout du monde qui diminuera probablement avec la limitation de l'apport sédimentaire au sein du bassin versant.
- Une infime partie du volume glaciaire pourrait être conservée dans un scénario de rapide ralentissement global des émissions de GES. Leur disparition accentuera l'étiage du Giffre en été. Mais au long terme, cela laissera une surface de conquête potentielle pour de nombreuses espèces.
- Les écoulements d'eau seront distribués différemment dans le temps : moins d'eau en été (moins d'apport lié à la neige et à la glace, plus de période de sécheresse et d'évapotranspiration) et davantage entre l'automne et le printemps (moins de précipitations stockées sous forme de neige). Les crues extrêmes pourraient augmenter à chaque saison avec

l'augmentation de la capacité hygrométrique de l'air et généralement, les écoulements annuels devraient diminuer avec la disparition des stocks de glace hérités du passé (glacier et permafrost).

- Les habitats liés aux sols humides et à l'enneigement long comme les mégaphorbiaies et les pelouses subalpines et alpines calcaires du caricion ferrugineae, ainsi que les combes à neige sont donc particulièrement vulnérables. Les possibilités de conquête plus haut en altitude sont assez réduites du fait de la topographie (très fortes pentes qui empêchent l'accumulation de sol et de neige) et elles dépendent également des pratiques pastorales (divagation des troupeaux ou mise en place de plans de pâturage).
- Les essences forestières comme le hêtre, l'épicéa et le sapin seront toutes vulnérables face aux nouvelles conditions climatiques. L'augmentation des chablis pourrait mettre en difficulté l'exploitation forestière. Le devenir des habitats forestiers reste incertain car cela dépendra de l'évolution des précipitations.
- La mosaïque d'habitats perdra en diversité car avec les nouvelles conditions climatiques, les étages subalpins et alpins remonteront au détriment de l'étage nival plus rare, et les communautés végétales évolueront au bénéfice d'espèces plus thermophiles.
- L'accès à la réserve sera facilité dans le temps et l'espace ce qui laisse envisager une hausse de la fréquentation. Des conflits d'usages pourraient alors survenir entre résidents des chalets d'alpages privés, les gardiens de refuges, les alpagistes et les randonneurs. D'autre part, le risque de dérangement de la faune pendant les périodes de reproduction et de nidification en sera accentué. Enfin, l'état de conservation des milieux aquatiques pourraient se dégrader avec la recherche de point de fraîcheur pour les visiteurs, qui mènera à l'apparition/intensification de pratiques sportives (bivouac, canyoning, baignade, randonnée aquatique, paddle, ...).
- Des espèces patrimoniales typiques des milieux montagnards sont menacés à moyen et long terme (bouquetin, lagopède, tétras-lyre, Chouette de Tengmalm, ...). Or elles permettaient de sensibiliser le public à certains enjeux de la préservation de la nature et facilitaient l'acceptation de la réglementation de certains usages. Leur disparition nécessitera une adaptation des actions et des discours pédagogiques tant de la part de l'animateur nature que des gardes techniciens.
- La hausse de la fréquentation, l'accès facilité aux chalets d'alpages, et l'allongement de la durée d'estive pourrait entraîner une hausse des activités de police administrative (instruction de demandes de travaux ou d'organisation de manifestations sportives), judiciaires (surveillance) ainsi que de sensibilisation. Or cela fragilise les moyens humains de l'équipe de la réserve déjà limités, et complique de surcroît l'organisation du travail (pause de congés traditionnellement au printemps ou en octobre).

### *Qu'a apporté la démarche d'analyse Natur'Adapt pour la Réserve naturelle ?*

- Une acculturation générale des services et des équipes sur le climat, les changements climatiques passés et contemporains et ses effets sur les environnements montagnards.
- Une formation à l'utilisation des services de données climatiques qui sera partagée aux autres services pour la gestion d'espaces naturels
- Un partage d'informations et une vision commune des enjeux à venir au sein de l'équipe et avec les acteurs du territoire, en amont de la rédaction du nouveau plan de gestion
- Une opportunité d'améliorer l'ancrage territorial de la réserve naturelle avec une problématique qui concerne l'ensemble des acteurs socio-professionnels et pour laquelle l'équipe de la réserve peut avoir un rôle de facilitation et d'expérimentation

# Table des matières

---

Autrice .....	1
Remerciements .....	1
Citation de l'ouvrage .....	1
Résumé .....	2
INTRODUCTION .....	6
1. Natur'Adapt : une démarche pour adapter sa gestion face au changement climatique.....	6
1.1 L'ADN de la démarche .....	6
1.2 La démarche pas à pas .....	7
2. Portrait de la RNN Sixt-Fer-à-Cheval / Passy .....	9
2.1 Quelques rappels historiques.....	9
2.2 La gouvernance de la réserve.....	11
2.3 Le patrimoine naturel à protéger .....	11
2.3.1 Des processus naturels dynamiques .....	11
2.3.2 Une immense diversité biologique.....	12
2.3.3 Un patrimoine géologique et hydrologique remarquable .....	17
2.4 De nombreuses activités socio-professionnelles .....	18
2.5 La gestion de la RNN et le changement climatique.....	19
2.5.1 Protéger : la patrimonialité l'emporte sur les liens entre la nature et le climat.....	19
2.5.2 Connaître : participation à des observatoires .....	21
2.5.3 Gérer : le changement climatique absent des documents de gestion jusqu'en 2019 .....	22
2.5.4 Partager : les climats passés à l'honneur .....	23
3. Synthèse du récit climatique de la réserve .....	23
3.1 Quelques rappels méthodologiques .....	23
3.2 La perception locale du changement climatique contemporain .....	25
3.3 Le climat passé contemporain dans la réserve et le massif du Chablais.....	27
3.4 Le climat du Haut-Giffre en 2100 .....	28
4. Analyse des vulnérabilités et des opportunités induites par le changement climatique .....	31
4.1 Méthodologie du diagnostic.....	31
4.1.1 Le questionnaire initié par le LIFE .....	31
4.1.2 Le choix du cadrage (liste des objets à analyser) .....	33
4.1.3 L'évaluation de la vulnérabilité et de l'opportunité.....	35
4.2 Les résultats du diagnostic .....	37
4.2.1 Les flux, les stocks et les composantes hydrologiques.....	37
4.2.4 Les flux et les formes sédimentaires .....	42
4.2.1 Les milieux herbacés .....	44
4.2.2 Les milieux forestiers.....	48

4.2.5 Les espèces patrimoniales emblématiques.....	52
4.2.4 Les activités de nature.....	57
4.2.5 Les activités économiques : exploitation forestière & pastoralisme .....	61
4.2.7 Les outils et moyens de gestion .....	63
5. Une vision prospective de la réserve et de ses futurs enjeux .....	65
5.1 Clap de fin pour les formes glaciaires et reconfiguration des dynamiques géomorphologiques.....	65
5.2 Un étagement nouveau et des communautés végétales en mutation.....	67
5.3 Une fréquentation à la hausse et plus diffuse dans le temps .....	68
5.4 Des activités socio-professionnelles à la croisée des chemins.....	68
5.5 La perte d'espèces montagnardes emblématiques ?.....	70
5.3 Le changement climatique met en tension les moyens de gestion existants.....	71
CONCLUSION .....	73
LISTE DES ACRONYMES.....	74
GLOSSAIRE .....	75
Bibliographie.....	76

# INTRODUCTION

---

Le projet LIFE Natur'Adapt, coordonné par Réserves Naturelles de France, a pour objectif **d'intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés européens**. Il est mis en œuvre sur une durée de 5 ans (2018-2023) et s'appuie sur un processus d'apprentissage collectif dynamique, avec l'implication de neuf autres partenaires. Le projet se structure autour de trois grands axes :

- L'élaboration d'outils et de méthodes opérationnels à destination des gestionnaires pour élaborer un **diagnostic de vulnérabilités et d'opportunités (DVO)** au changement climatique et un **plan d'adaptation de sa gestion** ;
- Le développement et l'animation d'une communauté d'experts et de praticiens de l'adaptation dans les espaces naturels ;
- L'activation de tous les leviers nécessaires pour la mise en œuvre concrète de l'adaptation.

Les différents outils dont une **méthodologie de démarche d'adaptation** sont expérimentés sur six réserves naturelles partenaires du projet, puis revus et testés sur 15 autres sites, avant d'être déployés aux échelles nationale et européenne.

L'objectif à 10 ans est que 80% des gestionnaires de réserves naturelles aient adopté des modalités de gestion, de planification et de gouvernance adaptatives, dans un contexte de changement climatique, et que les autres principaux espaces naturels protégés s'engagent dans cette voie.

La Réserve Naturelle Nationale (RNN) de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy (S.F.C/P) a intégré le projet au titre de site expérimental. S'étalant sur 1 an et demi, cette phase a permis de co-construire et de tester des outils et des méthodes, afin d'anticiper les effets du changement climatique dans la gestion du site. Les six sites expérimentaux sont variés, aussi bien du point de vue de leurs habitats naturels que dans leurs usages, leurs objectifs de gestion et le type d'organisme gestionnaire. **Parmi les sites pilotes du LIFE, la réserve de S.F.C/P représentait les milieux de moyenne et haute-montagne**. Elle est gérée par le Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie, Asters (Asters-CEN74 par la suite).

Dans ce rapport sont présentés :

- Les détails de la démarche Natur'Adapt appliquée sur le site,
- Les principaux résultats obtenus grâce au DVO,
- Le devenir potentiel de la réserve à travers une synthèse prospective des futurs enjeux.

Un second document détaille l'ensemble de l'analyse climatique récente et future du site. Il a été rédigé à part pour alléger la lecture. Un troisième document faisant suite à celui-ci présente les pistes d'adaptation de gestion possibles pour répondre aux diverses problématiques présentées ici.

## 1. Natur'Adapt : une démarche pour adapter sa gestion face au changement climatique

---

### 1.1 L'ADN de la démarche

*La démarche Natur'Adapt est une opportunité pour :*

- Monter en compétence sur le climat ;
- Mieux connaître son aire protégée et le territoire environnant, et porter un autre regard dessus ;

- S'interroger sur les vulnérabilités et les opportunités provoquées par le changement climatique ;
- Développer une vision prospective, à partager, de l'évolution de l'aire protégée sous l'effet du changement climatique ;
- Anticiper les évolutions et réfléchir à ses pratiques de gestion face au changement climatique ;
- Lancer une dynamique interne et locale autour du changement climatique et poser les premiers jalons d'un diagnostic de vulnérabilité et d'un plan d'adaptation ;
- Faire évoluer ses relations avec les acteurs locaux, adopter un nouveau positionnement et réfléchir ensemble aux usages, présents et à venir ;
- Communiquer différemment sur son aire protégée et (ré)affirmer son rôle au sein du territoire.

***A l'inverse, la démarche Natur'Adapt n'est pas :***

- Une étude scientifique ni une modélisation précise de l'évolution du climat et de la nature : il s'agit d'identifier des tendances et d'appréhender les incertitudes.
- Un travail exhaustif et figé : la démarche d'adaptation est un processus continu !
- Un catalogue d'actions nouvelles et innovantes : 90% des mesures d'adaptation sont des actions déjà en cours ou envisagées dans d'autres objectifs, l'innovation réside dans le changement d'approche de la gestion.
- Un livre de recette : chaque territoire doit construire sa démarche en fonction de son contexte.

## 1.2 La démarche pas à pas

La démarche présentée ci-dessous est encore susceptible d'évoluer. C'était l'objectif de la phase d'expérimentation du LIFE Natur'Adapt que de questionner, tester et créer des outils d'aide à la réflexion à chaque étape. Ce rapport présente la réflexion de l'équipe d'Asters-CEN74 des étapes 1 à 3 (encadrée en vert gras dans le schéma ci-contre). La partie sur l'analyse du climat est une synthèse d'un rapport beaucoup plus important baptisé « le récit climatique de la réserve ». Celui-ci a été rédigé dans un document à part pour alléger le rapport de diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO). Enfin un plan d'adaptation de la gestion qui comprend une stratégie et des propositions d'actions (étape 4) fait également l'objet d'un autre document.

## Natur'Adapt : intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés

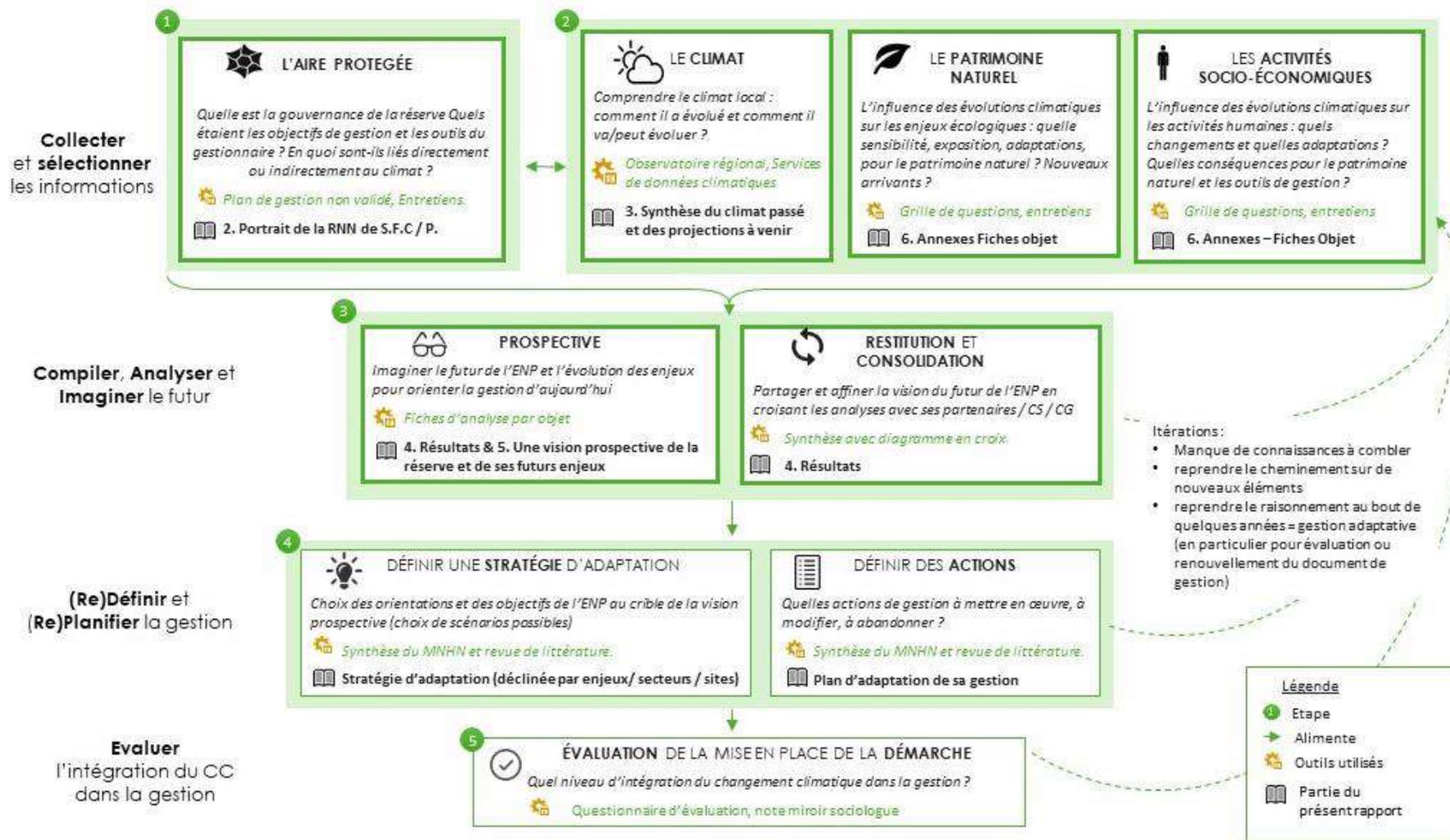


Figure 1 - Schéma de la démarche d'intégration du changement climatique à la gestion de la réserve

## 2. Portrait de la RNN Sixt-Fer-à-Cheval / Passy

### 2.1 Quelques rappels historiques

La haute vallée du Giffre est connue depuis des siècles pour ses paysages alpins exceptionnels, sa tranquillité et la richesse de sa flore et de sa faune. Dès 1925, certains sites remarquables sont classés selon les critères « pittoresque » et « scientifique » qui seront repris et définis par la loi de 1930<sup>1</sup> :

- Le lac d'Anterne (1909)
- Le Cirque du Fer à Cheval et le Fond de la Combe (1925)
- Cascade de la Sauffaz, de la Pleureuse et de Sales (1925)
- Désert de Platé (1998) qui s'étend sur 19 km<sup>2</sup>, est le grand lapiaz d'Europe.

En 1964, le Conseil National de la Nature en France approuvait les termes d'un rapport rédigé par le professeur H. HUMBERT, membre de l'Institut, et R. MOREAU, alors membre du Conseil National. Ce rapport soulignait l'intérêt de protéger une zone d'environ 6000 ha, allant du Désert de Platé au Buet en passant par les vallées de Sales et d'Anterne. En 1965, ce territoire a été inscrit à l'inventaire supplémentaire des Sites et constitué en Réserve de chasse en 1968. La réserve devait remplir les objectifs posés par loi dite Verdeille, soit placer 10% du territoire de l'ACCA en réserve afin de réduire les pressions sur le gibier. En effet à cette époque le cheptel de chamois est particulièrement sur le déclin<sup>2</sup>.

A cette prise de conscience grandissante des richesses naturelles de cette région venait s'ajouter celle de la menace représentée par l'extension éventuelle de la station de ski de Flaine, bordant la commune de Sixt. Les 1970 et 1980 connaissent un enneigement très important. L'or blanc et les stations de ski enrichissent considérablement les vallées. Dans ce contexte, une réserve naturelle est finalement créée en 1977 à Sixt avec la promesse d'aides du Ministère de l'environnement pour compenser la perte économique<sup>3</sup> sur le territoire de la commune.

La parution du décret et l'interprétation cadastrale des limites de la réserve par la suite génère des tensions et notamment un « sentiment de dépossession et d'empêchement à habiter » chez certains habitants (dépossession de territoires créés par des siècles d'occupation sizeraine, du fait de la limitation d'usages (coupe de bois, débroussaillages, réfection de chalets d'alpages)<sup>4</sup>. Suite à de nombreuses contestations du décret (intégration/omission de parcelles), des réunions de conciliation et de négociations aboutissent à un nouveau projet de reclassement de certaines parcelles et de déclassement pour d'autres. **Le nouveau décret est publié le 23 novembre 2019 au journal officiel portant la superficie de la réserve à 9445 hectares environ (8 468 hectares à Sixt-fer-à-Cheval et 977 hectares à Passy ; ce dernier correspondant au secteur d'Anterne faisant partie du bassin versant du Giffre)<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> Loi du 2 mai 1930 ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque

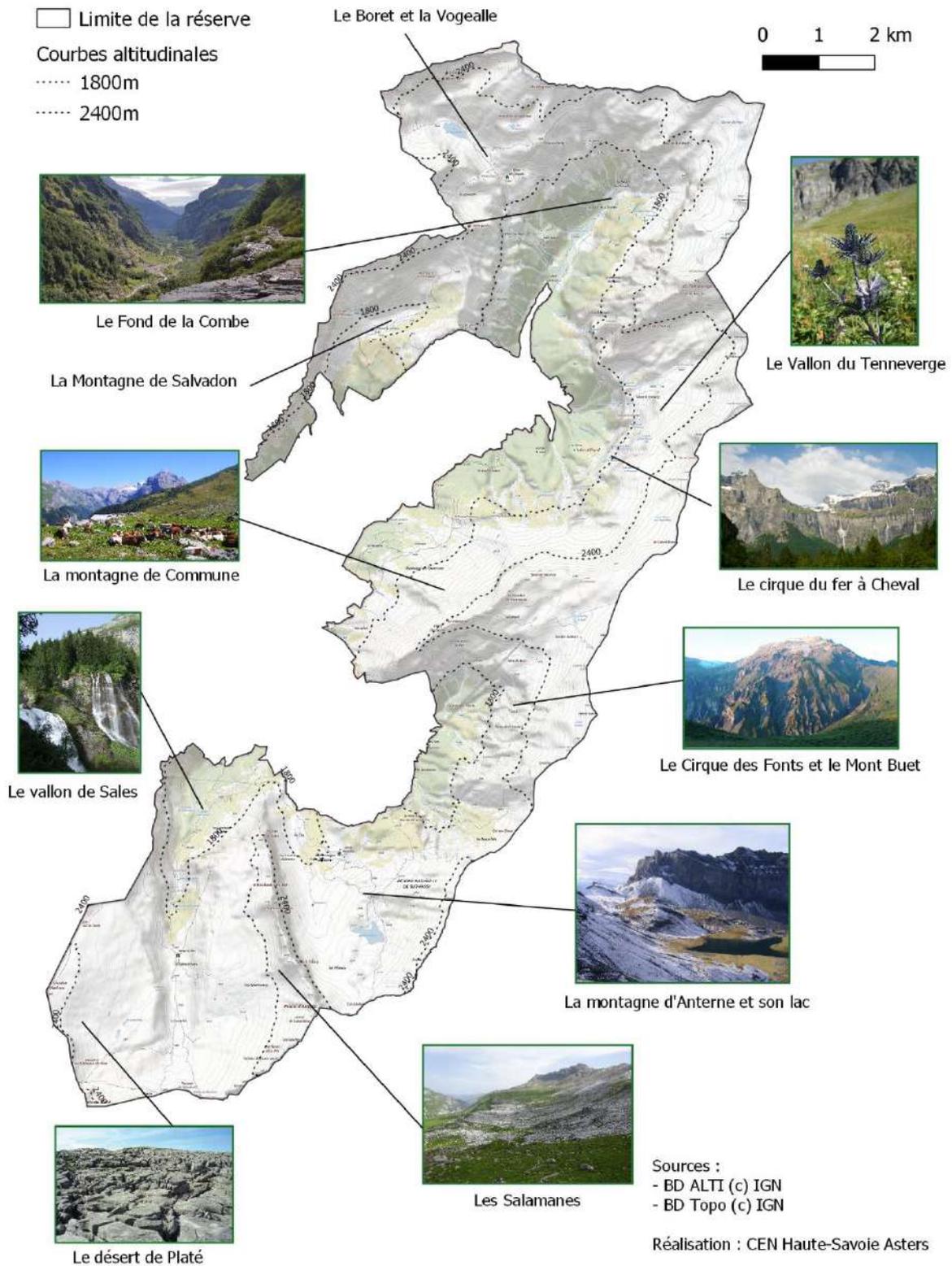
<sup>2</sup> *Sixt-fer-à-Cheval, Etude ethnologique sur la relation de deux sociétés de chasse avec leur environnement*. Rapport complet, Julien Grange et Charlène Feige, 2015, La Critic.

<sup>3</sup> *Histoires et mémoires des réserves naturelles de Haute-Savoie. Des origines à la mise en place*. Isabelle Arpin, avril 2005.

<sup>4</sup> *Sixt-fer-à-Cheval, Etude ethnologique sur la relation de deux sociétés de chasse avec leur environnement*. p.134

<sup>5</sup> Décret n° 2019-1218 du 21 novembre 2019 redéfinissant le périmètre et la réglementation de la réserve naturelle nationale de S.F.C/P (Haute-Savoie), JO du 23 novembre 2019

## Les différents secteurs de la Réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy



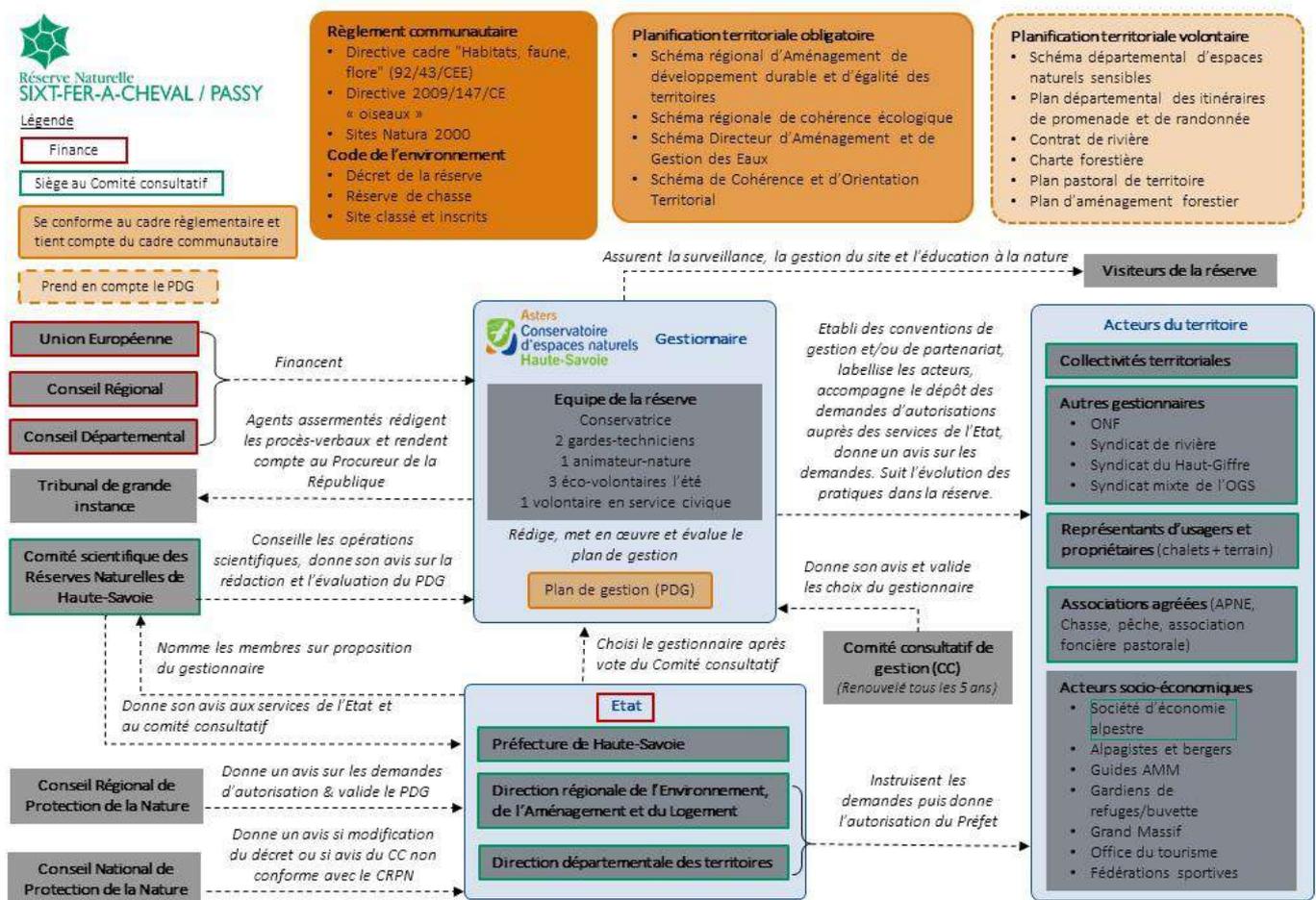
Chaque secteur de la réserve possède des spécificités propres, que ce soit en termes de paysages, d'activités humaines, et d'habitats. Les secteurs les moins fréquentés sont ceux du Tenneverge, le Cirque des Fonts et le Buet ainsi que les Salamanes.

## 2.2 La gouvernance de la réserve

Les réserves naturelles nationales de Haute-Savoie ont été créées à l'initiative de l'Etat. Celui-ci en délègue la gestion, par convention, à Asters Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie. Plusieurs instances participent à la gouvernance de la réserve naturelle. Le comité consultatif de gestion pilote son activité ou propose des opérations à mener. Le comité consultatif restreint instruit les demandes d'activités en réserve naturelle et émet des avis pour éclairer les décisions de l'Etat. Enfin le conseil scientifique anime des réflexions ou des programmes scientifiques. Aujourd'hui, l'équipe de la RN est composée d'une conservatrice, de deux gardes techniciens et d'un animateur, auxquels s'ajoutent des renforts saisonniers et le personnel d'Asters-CEN74 œuvrant dans l'ensemble des RN du département.

La réserve n'a jamais connu de plan de gestion officiellement validé par le comité consultatif, du fait du contentieux sur son périmètre. Depuis le nouveau décret de classement de la réserve en novembre 2019, un nouveau plan de gestion est en cours de rédaction.

Figure 2 - Schéma de gouvernance de la RNN Sixt-Fer-à-Cheval / Passy (Juliette Dané)



## 2.3 Le patrimoine naturel à protéger

### 2.3.1 Des processus naturels dynamiques

La RNN de Sixt-Fer-à-Cheval Passy est la cinquième réserve naturelle métropolitaine par sa surface. Elle forme un continuum de 15000 hectares avec les réserves naturelles nationales de Passy,

Carlaveyron, les Aiguilles Rouges et le Vallon de Berard, également gérée par Asters-CEN74. C'est donc avant tout une très vaste zone au patrimoine géologique et biologique riche et préservé du développement de nouvelles activités humaines et de l'artificialisation des sols. Une grande partie des habitats (rocheux, notamment) évolue librement. La réserve protège donc des processus naturels (écoulement, érosion, sédimentation, pédogénèse, diffusion des espèces, etc.) et leurs formes pour certaines typiques de montagne et/ou de la haute-montagne (rivières à chenaux tressés, éboulis, glaciers) qui ailleurs sont rares et/ou altérées par les activités humaines.

Certains de ces processus, formes et espèces sont hérités des conditions froides du Petit Âge Glaciaire (1300-1850), et d'autres liés au climat plus récent (précipitations abondantes, températures fraîches à l'année) comme nous le détaillerons dans le récit climatique. D'autres processus comme la pédogénèse et la distribution des espèces localement sont liés à des siècles d'occupation humaine, dont les activités sylvopastorales de subsistance sont les marqueurs du paysage les plus remarquables avec les grands alpages. La réserve protège aujourd'hui l'évolution naturelle des trajectoires écologiques et géologiques face aux forçages climatiques notamment.

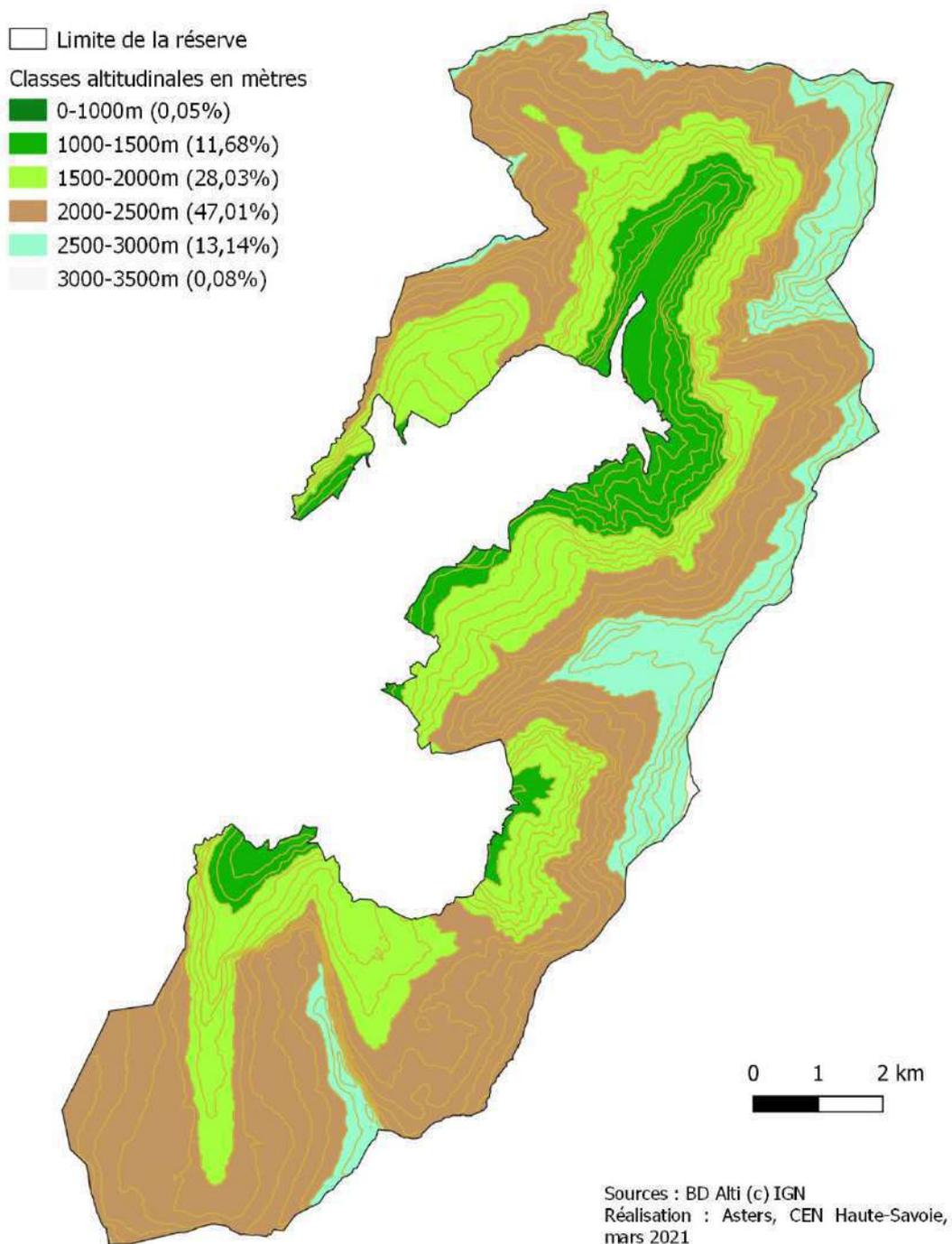


Figure 3 - Dépôts marneux et pelouses de crêtes à élyna sur le Mont Sageroux entre la Vogealle et le glacier du Ruan

### 2.3.2 Une immense diversité biologique

Le gradient altitudinal très marqué (870m-3096m) donne à la réserve naturelle une spécificité particulière car l'ensemble des « étages » marqueurs des milieux montagneux y sont représentés (montagnard, subalpin, alpin, nival). Par ailleurs, les expositions sont multiples alternant des combes froides et des versants ensoleillés et la diversité géologique et hydrologique (différents types de roches, morphologies, conditions hydrologiques, etc.) induit une immense diversité de sols, d'habitats et écosystèmes.

## Gradient altitudinal de la Réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy



La réserve compte 17 habitats d'intérêt communautaire sur environ 90% de son territoire. Parmi ces habitats naturels, deux sont prioritaires (forêts de ravins dans le Cirque du fer à Cheval et la Hêtraie alpine au Bout du monde). Néanmoins, du fait de la grande surface occupée par les pelouses calcaires alpines et subalpines, c'est sur cet habitat que les efforts de conservation et de connaissance ce sont historiquement portés.

Tableau 1 - Liste des habitats d'intérêt communautaire. Indicateurs proposés dans le plan de gestion 2016-2026 (non validé). Valeur patrimoniale : 1 (forte), 2 (moyenne), 3 (faible)

Code Corine	Code N2000	Habitat	Surface (ha)	Localisation	Commentaires	Valeur patrimoniale	Etat de conservation
22.3114	3110	Communautés flottantes de <i>Sparganium</i>	11 mares	Sales	Zones riches pour la faune aquatique ou subaquatique. Mares du Grand Pré de Sales et Laouchets de Platé	3	1
24.221	3220	Groupements d'épilobes des rivières subalpines, <i>Epilobietum fleischeri</i>	14,6	Fond de la Combe	Groupement d'altitude pauvre en espèces caractéristiques	2	2
24.224	3240*	Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à <i>Salix elaeagnos</i>	14 (instable)	Fond de la Combe		1	1
31.42	4060	Landes à rhododendron ferrugineux, <i>Rhododendro-Vaccinon</i>	154,7	Anterne, Salvadon, Commune, Buet / Ruan	Formation s'installant de préférence en ubac et aux expositions fraîches de l'étage subalpin moyen à supérieur, sur des sols décarbonatés. Exige une bonne alimentation hydrique et un drainage efficace : une humidité trop importante favorise plutôt l'aulnaie verte. Craint le gel printanier et nécessite une couverture neigeuse tardive pour sa protection. Landes en mosaïques avec 31.43 et 31.44	2	1
31.43		Fourrés à genévriers nains		Anterne, Salvadon, Commune, Buet / Ruan	Le genévrier colonise les sols superficiels et rocailloux d'adrets. Habitat présent sur les zones de décalcification sur les massifs calcaires	2	1
31.44		Landes à <i>Empetrum</i> et <i>Vaccinium uliginosum</i>		Anterne, Buet / Ruan	Les landines forment une ceinture au-dessus de la rhodoraie, plus exposées au gel dans l'étage subalpin	2	1 à 2, selon pâturage ovin

		<i>ssp. microphyllum</i>			supérieur et l'alpin inférieur, sur sols peu profonds, humifères. Habitat présent sur les zones de décalcification sur les massifs calcaires		
<b>34.322</b>	6130	Pelouses semi-sèches médio-européennes à <i>Bromus erectus</i>	3049	Fond de la Combe	Habitats (peu caractéristiques) localisés au Fond de la Combe	3	2
<b>36.41</b>	6170*	Pelouses à <i>Carex ferrugineae</i> et communautés apparentées		Salvador, Vogealle, Commune, Anterne, Sales, Buet / Ruan	Elles sont souvent pâturées et constituent d'excellents pâturages. Habitat bien représenté dans la réserve naturelle et notamment sur Commune	1	2
<b>36.42</b>		Pelouses des crêtes à <i>Elyna</i> , <i>Oxytropo-Elynia</i>		Vogealle, Commune, Anterne, Sales, Buet / Ruan	Pelouses alpines des secteurs de crêtes et arêtes ventées regroupant un cortège d'espèces résistantes à la sécheresse estivale et au froid hivernal ; correspond à un état stable	1	1 à 2, selon pâturage ovin
<b>36.431</b>		Versants à Sesslerie et <i>Carex sempervirens</i> , <i>Seslerion albicantis</i> .		Salvador, Vogealle, Envers, Buet / Ruan Commune, Anterne, Sales	Ces pelouses en état de stabilité sont souvent associées aux pelouses sur calcaire à <i>Carex ferrugineae</i> et <i>Elyna spicata</i> (36.41 et 36.42)	1	1 à 2, selon pâturage ovin
<b>37.8</b>	6430	Mégaphorbiaies subalpines, <i>Rumicion alpini</i>	7	Fond de la Combe, (Commune), Buet / Ruan, Sales Et au voisinage des chalets d'alpage	Formation plus ou moins hygrophile qui apparaît aux marges de l'aulnaie (ou en mosaïque). Ces groupements à hautes herbes colonisent des sols humides, riches, à enneigement durable (surface largement sous-estimée, mais difficile à repérer par photo-interprétation)	2	1
<b>41.161</b>	9130 9140 9150*	Hêtraies sur calcaire à laiches, <i>Carici-Fagetum</i>	213	Fond de la Combe	Parties forestières basses de la réserve naturelle, au Fond de la Combe, Commune et Sud-Ouest de Salvador	1/2	2
<b>41.4</b>	<b>9180</b>	<b>Forêts de ravin</b>	<b>8</b>		<b>Habitat très localisé, probablement sous cartographié</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

42.21	9410	Pessières subalpine et alpine (incluant localement le mélèze)	52	Salvador, Commune, les Fonts		1	1
-------	------	---	----	------------------------------	--	---	---

Par ailleurs un grand nombre d'espèces a été observée. Il faut toutefois noter que l'effort de prospection de nouveaux taxons et la connaissance fine de l'écologie des espèces sont inégaux selon les classes. La répartition et l'abondance relative des espèces est peu connue. En revanche, les espèces qui ont été réintroduites proche du Haut-Giffre comme le gypaète ou le bouquetin sont particulièrement suivies dans la réserve.

Faune	Flore
580 espèces	942 espèces (un tiers de la flore départementale est présente sur la réserve naturelle).
85 rares ou protégés	75 rares et protégées
89 espèces d'oiseaux nicheurs (dont le gypaète, l'aigle royal, le tétras-lyre et le lagopède) pour les plus emblématiques) et une cinquantaine d'espèces qui hivernent 1 disparu : grand tétras 1 occasionnel : vautour fauve	Les zones gréseuses de la réserve naturelle recèlent un nombre d'espèces dont la plupart sont quasi exclusives du secteur cristallin départemental : massifs des Aiguilles Rouges et du Mont-Blanc (Denis Jordan)
39 espèces de mammifères dont les plus emblématiques sont le bouquetin, le chamois, la marmotte, le loup.	Le Chardon bleu est inscrit aux Annexes II et IV de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore et à l'Annexe I de la Convention de Berne. Cette espèce est également protégée sur l'ensemble du territoire français métropolitain. De plus, le Chardon bleu est inscrit sur la liste rouge nationale des espèces végétales menacées avec le statut « vulnérable ».
560 invertébrés dont la salamandre noire (seule localité française) et la grenouille rousse	Cinq espèces présentes sur la Réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval - Passy ont été inscrites sur les listes SCAP. Ces plantes sont deux lycopodes : Lycopode salsine ( <i>Huperzia selago</i> ), Lycopode à rameaux d'un an ( <i>Lycopodium annotinum</i> ), le Sabot de Vénus ( <i>Cyripedium calceolus</i> ), le Chardon bleu ( <i>Eryngium alpinum</i> ) et l'Ancolie des Alpes ( <i>Aquilegia alpina</i> ).
24 espèces d'orthoptères	
24 espèces d'orthoptères	
96 espèces de Rhopalocères (papillons de jour) et 43 espèces d'Hétérocères (papillons de nuit) ont été trouvées sur l'ensemble du site. 35 sont inféodées au milieu montagnard	
209 espèces de coléoptères dont plus de la moitié (130) sont des coléoptères saproxyliques (décomposition du bois mort) dont 18 d'intérêt patrimonial.	

## 2.3.3 Un patrimoine géologique et hydrologique remarquable

Le patrimoine géologique de la RN est exceptionnel a plus d'un titre : la RN abrite en partie le plus grand plateau lapiazé des Alpes (le désert de Platé) et d'immenses réseaux karstiques, les glaciers les plus au Nord des Alpes (Ruan et Prazon), des cirques, des cascades et des parois rocheuses à la dimension verticale exceptionnelle, une des rares zones tressées de Haute-Savoie, de nombreux affleurements fossilifères, des lacs d'altitudes, des sommets structurant le paysage et visibles à des dizaines de kilomètres, etc. Les formes et processus typiques de moyenne et haute montagne sont présents dans la réserve. Grâce à un étagement altitudinal important entre les successions de roches calcaires et marneuses, reflets d'une tectonique vigoureuse, cet espace protégé offre un enchaînement de modelés karstiques unique en France. En outre, la qualité des affleurements fait de cette réserve une véritable bibliothèque des archives de l'histoire alpine du Lias au début de l'Oligocène. Si ce patrimoine est hérité de l'histoire géologique, il est extrêmement dynamique et de nombreux processus actifs (glaciaires, périglaciaires, nivaux, gravitaires, torrentielles, fluviales, karstiques, etc.) continuent de modifier le relief et le soubassement géologique.

### Quelques sites remarquables :

Les descriptions ci-dessous sont issues en grande partie de "Répertoire des sites géomorphologiques et géologiques du Faucigny et Mont-Blanc" - DELAMETTE, octobre 1992.

Sites sédimentaires	Sites karstiques	Sites géomorphologiques	Site géologique exceptionnel
Dalle aux ammonites du glacier du Ruan	Grotte du Pas du Mulet	Cirques glaciaires du Fer-à-Cheval, du Bout du Monde, des Fonds	Gisement des Rochers des Fiz (Les plus gros sites d'hydrozoaires pélagiques (méduses))
Turbidite bioclastique des Ottans	Réseau de Sans Bet et bassin du réseau Jean Bernard	Chenaux tressés su Giffre au Fond de la Combe	
Paléo-karst des Fiz	Cave à glace des Fiz	Glaciers du Ruan et du Prazon	
Dalle à oursins du col de Platé	Réseau de Barme froide	Parois rocheuses des Fiz	
	Désert de Platé	Moraines de Sales	
	Emergences et cascades du cirque du Fer-à-Cheval (le plus grand des Alpes)	Sols polygonaux de la pointe des Rosses	

Roches et eau s'associent à Sixt. Ces circulations d'eau ont façonné le paysage : lapiaz, réseau karstique, systèmes torrentielles, lacs et zones humides. De plus, les formes hydrologiques contribuent à la qualité des paysages qui font la renommée de la réserve, notamment les nombreuses résurgences, cascades, lacs (Anterne et la Vogealle) ainsi que le Giffre en tresse. C'est d'ailleurs ce qui a valu dès le début de XXème siècle le classement des cascades de la Sauffaz, Pleureuse et de Sales, ainsi que l'ensemble du Cirque de Fer à Cheval.



Figure 4 - Les vires et anciens alpages de Prazon sous le Tenneverge (gauche), la cascade de Sales ( à droite)

## 2.4 De nombreuses activités socio-professionnelles

Comme de nombreux espaces naturels protégés alpins, la réserve de Sixt-Fer-Cheval / Passy a été créée sur un territoire habité, avec des pratiques sylvoagricoles bien ancrées. Le tourisme y est également ancien avec la renommée du Cirque glaciaire et de ses cascades. La capacité d'accueil du public y est importante. La commune a d'ailleurs lancé dès 1990 une sollicitation auprès du ministère de l'Environnement pour labelliser le Cirque du Fer à cheval « Grand site de France ». Les objectifs généraux des opérations « Grand site » rejoignent les préoccupations d'une Réserve naturelle nationale :

- Restaurer la qualité des sites dégradés par une forte fréquentation et améliorer l'accueil, tant en infrastructures qu'en animation ;
- Entrer dans une démarche de gestion durable des sites naturels, au-delà de leur seule préservation

### Principales infrastructures en réserve et à proximité

- Grands parkings,
- 113 km de sentiers dont le GR5,
- Environ 13 km de pistes (dont l'accessibilité a été renforcée avec les 4x4 et les quads utilisés par les propriétaires de chalets et les bergers)
- 3 refuges dans la réserve et 2 à proximité immédiate.

L'opération Grand site est toujours en cours. La fréquentation de la réserve est très importante et plutôt en croissance (1590 passages en moyenne par WE du 15 juin 2020 au 25 juillet 2020 vers le Fond de la Combe, 41 339 passages au total sur la période). Les infrastructures en place facilitent le déplacement des personnes (socio-professionnels et touristes) en même temps qu'elles les concentrent dans l'espace.

Activités	Tendance	Saisons				Secteurs								
		Hiver	Printemps	Été	Automne	Fer-à-Cheval / Fond de la Combe	Salvador	Boret Vogelle	Ruan Tenneverge	Cirque des Fontis Grenairon	Commune	Vallon de Sales, Platé	Plan Buet Cheval Blanc	Anterne
↗ Essor → Stable ↘ Diminution	Depuis 1977													
Randonnée pédestre	↗					x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trail	↗					x	x	x	x	x	x	x	x	x
VTT	↗					x								
Canyon	?							x						
Baignade	↗					x		x						x



Type de protection dans la réserve naturelle de S.F.C / P	
<b>Par réglementation</b>	<p>3 sites classés (Loi 1930 sur le paysage)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site classé du Cirque du fer à Cheval et le Fond de la Combe (Commune de Sixt-fer-à-Cheval / Passy)</li> <li>- Site classé du Lac d'Anterne (Commune de Passy) ;</li> <li>- Site classé de la Cascade de la Sauffaz, de Pleureuse et de Sales (Commune de Sixt-Fer-à-Cheval)</li> </ul> <p>Réserve Naturelle Nationale aux titres des articles L.332-1 (et suivants) et R.332-1 (et suivants) du Code de l'Environnement</p> <p>Réserve intercommunale de chasse</p>
<b>Par maîtrise foncière</b>	Le conservatoire d'espaces naturels n'a acquis aucun site
<b>Par contrat</b>	<p>Deux sites Natura 2000 sont présents sur l'ensemble de la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval-Passy : ZPS FR8212008 (arrêté du 06/04/2006) et ZSC FR8201700 (arrêté du 17/10/2008), ayant une superficie respective de 18 122 ha et 12 431 ha. La ZSC est intégralement comprise dans la ZPS.</p> <p>Le SIMM du Haut-Giffre est la structure porteuse du DOCOB ainsi que l'animateur. Asters-CEN74 est l'opérateur.</p>
Les inventaires et la réserve	
<b>Niveau européen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La <b>Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type 2) n°7414</b> recouvre l'ensemble de la Réserve.</li> <li>- La totalité de la superficie de la Réserve est couverte par la <b>Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) du Haut-Giffre - RA17</b> -, qui représente l'unique site français où l'on rencontre plus ou moins régulièrement trois tétraonidés, Tétras lyre, Gélinotte des bois, Lagopède alpin) ainsi que la Perdrix bartavelle.</li> </ul>
<b>Niveau national</b> <b>Site inscrit</b> à l'inventaire des sites pittoresques <sup>7</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Site inscrit à l'Inventaire des Sites pittoresques du Département de la Haute-Savoie : le Désert de Platé, Col d'Anterne et Haute Vallée du Giffre (Communes d'Arâches-la-Frasse/Magland/Passy/Samoëns/ Sixt-Fer-à-Cheval).</li> </ul>

Ce n'est que progressivement les fonctions des écosystèmes, qu'ils s'agissent de l'habitat, de corridors ou encore de l'épuration de l'eau et de l'air, sont prises en compte dans des documents opposables (SRADDET, PLU, SDAGE, ...). Malgré ces avancées, le rôle que joue les écosystèmes dans le fonctionnement du climat est encore très peu présent dans les politiques publiques liées à la nature et à la biodiversité. Ainsi, le rayonnement des infrarouges (albedo) des surfaces blanches comme la neige et les glaciers, l'absorption du CO<sub>2</sub> par les tourbières, les forêts ou les océans, le rafraîchissement de l'air et la production de vapeur d'eau, le stockage d'eau douce - chaude ou froide - et son influence sur les courants marins, n'intervient que très peu aux motifs de protection d'un espace naturel.

Dans son rapport *Vingt ans de lutte contre le réchauffement climatique en France : bilan et perspectives des politiques publiques*, le Conseil économique, sociale et environnemental partageait le constat posé par Dominique Bron « *Aujourd'hui, les politiques climatiques et de biodiversité restent*

<sup>7</sup> La procédure d'inscription d'un site constitue un niveau minimal de protection qui permet à l'État d'exercer un contrôle sur son évolution future. Environ 706 sites, naturels ou bâtis, sont actuellement inscrits en Auvergne-Rhône-Alpes sur les « listes départementales des monuments naturels et des sites dont la conservation ou la préservation présente un intérêt général ».

*encore très étrangères les unes aux autres. Bien qu'elles aient été adossées à l'occasion du Grenelle de l'environnement, la multiplication des thématiques sectorielles ou transversales (agriculture, santé, emploi...) a contribué à minorer ce lien »<sup>8</sup>.*

Dans le but, d'adapter les territoires à ces changements de régime climatique, le Plan Biodiversité et le 2ème Plan national d'adaptation au changement climatique font mention des solutions apportées par les écosystèmes. **La nature est présentée comme un réservoir génétique indispensable à l'adaptation et les espaces naturels protégés (ENP) sont identifiés comme contributeur de la résilience des territoires** : ils atténuent les effets du changement climatique.

Néanmoins en pratique, **la protection de fonctionnalités ou d'écosystèmes en tant que régulateur du climat ou de réservoir de « potentiel adaptatif » n'est pas un rôle encore clairement affirmé dans les directives, conventions, lois sur lesquelles s'appuie un gestionnaire comme Asters-CEN74, ni dans le décret de création de la réserve.**

## 2.5.2 Connaître : participation à des observatoires

Les Réserves naturelles de Haute-Savoie sont créatrices de liens et d'opportunités scientifiques avec les universités. Elles facilitent la réalisation d'études sur les changements climatiques, les fonctionnalités des écosystèmes, la biodiversité ou le tissu social. C'est une chance, car mieux connaître permet de mieux protéger<sup>9</sup>.

Parmi l'ensemble des études scientifiques et des suivis menés dans la réserve de S.F.C/P, l'étude des changements globaux - dont les effets du changement climatique - se concentre à travers des mesures de suivi, réalisées dans le cadre d'observatoires à l'échelle alpine :

- **Lacs sentinelles** : mesures in situ de paramètres physico-chimiques ainsi que trophiques dans le lac d'Anterne. Le réseau s'est doté d'un protocole commun depuis 2014. La base de données est utilisée pour des recherches fondamentales sur le fonctionnement des lacs d'altitude.
- **ORCHAMPS** : Transect du Cirque des Fonds aux frêtes de Villy de suivi d'évolution de la végétation et l'utilisation des terres, programmé par le LECA et l'INRAE.
- **Phenoclim** : programme scientifique et pédagogique qui invite le public à mesurer l'impact du changement climatique sur la faune et flore en montagne, lancé et coordonné par le CREA Mont-Blanc. Une placette est dans la pessière à l'entrée du vallon de Sales.
- **Suivi du glacier du Ruan** (retrait et amincissement du glacier le plus septentrional de France).

Cependant, ces études de suivis des effets du changement climatique nécessitent une collecte longue de données dans le temps. Les analyses sont en ce sens encore beaucoup trop rares même si l'histoire récente du glacier du Ruan (depuis 1850) et du bassin d'Anterne au cours des derniers millénaires sont assez bien connues (travaux du laboratoire Edytem notamment). Par ailleurs, les modalités de certains de ces différents suivis scientifiques rendent parfois compliquées l'analyse à une échelle « réserve centrée », le territoire de ces études étant bien souvent l'arc alpin. Il n'y a donc pas toujours d'éléments traduisibles en termes de gestion locale, au-delà de la connaissance scientifique indispensable que cela apporte à l'échelle alpine.

<sup>8</sup> *Vingt ans de lutte contre le réchauffement climatique en France : bilan et perspectives des politiques publique, CESE, 2015, p.132*

<sup>9</sup> Extrait du *Rapport d'activité 2019 de la RNN Sixt-fer-à-Cheval / Passy*, Asters Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie

## 2.5.3 Gérer : le changement climatique absent des documents de gestion jusqu'en 2019

Une convention de gestion lie l'Etat et le gestionnaire, Asters-CEN74, et détermine les missions à réaliser pour ces aires protégées pour une durée de 5 ans. 10 missions sont identifiées, dont 7 prioritaires et 3 secondaires :

### Missions et domaines d'activités prioritaires

- Surveillance du territoire et police de l'environnement  
*Faire respecter la réglementation*
- Connaissance et suivi continu du patrimoine naturel  
*Mener des inventaires et suivis*
- Conseil, études et ingénierie  
*Elaborer des documents de gestion, conventions, stratégie...*
- Interventions sur le patrimoine naturel  
*Entretien ou restaurer les milieux naturels*
- Création et entretien d'infrastructures d'accueil  
*Créer et entretenir les mobiliers signalétiques ou pédagogiques*
- Suivi et évaluation des actions
- Management et soutien  
*Fonctionnement général, gestion, relationnel avec les instances et partenaires de la RNN*

### Actions complémentaires

- Participation à la recherche  
Collaborer avec des universités, des centres de recherches ou des laboratoires
- Prestations d'accueil et d'animation  
Développer des activités pédagogiques, sensibiliser et informer le public dans le souci de la préservation du patrimoine en gestion
- Production de supports de communication et de pédagogie  
Produire tout support nécessaire pour soutenir les missions de gestion et de sensibilisation

La déclinaison stratégique et opérationnelle de ces 10 missions, à l'échelle de chaque réserve, se fait à travers le prévisionnel établi au sein du plan de gestion (*plan de gestion à 10 ans avec un plan d'actions à 5 ans et une mise en œuvre par programmation annuelle*).

Sur ce point la réserve naturelle de S.F.C/P présente la particularité de ne pas avoir de plan de gestion validé depuis sa création en 1977. En effet, dès la parution du décret, des désaccords ont émergé entre l'Etat et la commune de Sixt-Fer-à-Cheval quant à la portée du règlement et à la définition des limites sur son territoire. Cela a conduit à de longues années d'oppositions et de concertation pour redéfinir le périmètre de la réserve et réaliser des ajustements réglementaires du décret. Le comité consultatif en lien avec les services de l'Etat et le gestionnaire, n'avait pas souhaité valider de plan de gestion tant qu'un nouveau décret ne serait pas validé.

Néanmoins, un document avait été rédigé en 2001 et a servi de fil conducteur aux opérations de gestion qui ont été menées. Le nouveau décret étant paru en novembre 2019, un plan de gestion est en cours de rédaction et sera présenté au comité consultatif d'ici l'année 2022. Le plan de gestion de 2001 a été réalisé selon l'ancienne méthodologie des plans de gestion, dans laquelle la définition des enjeux était principalement basée sur la notion de patrimonialité des espèces et des habitats, ainsi que sur leur sensibilité. Malgré son influence sur l'intégrité de ces dernières, le changement climatique n'était pas directement identifié au sein de ce document dans la définition des enjeux, les objectifs à long terme et leur déclinaison via les objectifs opérationnels.

Par conséquent, les différentes opérations de gestion qui ont eu lieu depuis 1977 (entretien/restauration/mise en exclos), en lien avec les enjeux définis sur les milieux et espèces de la RN SFCP, ont été réalisées en l'état des connaissances des habitats et des espèces (statut patrimonial) et de leur bon état de conservation en lien notamment avec les directives Oiseaux et Habitats Faune Flore. La direction générale donné à la gestion de la réserve repose sur l'équilibre à trouver entre la préservation de fonctionnement naturel des socio-écosystèmes au sein de ce vaste espace naturel de haute-montagne, et la limitation des pressions anthropiques (pastoralisme, activités sportives,

refuges, chalets d'alpage, etc.), croissantes pour certaines (fréquentation et activité sports de nature, etc.).

Le gestionnaire étant conscient de l'importance de la prise en compte des changements climatiques à la fois en termes de connaissance mais aussi d'adaptation des outils de gestion des espaces naturels, le service scientifique d'Asters-CEN74 a participé au montage du projet Natur'Adapt avec la participation de la coordinatrice scientifique Carole Birck, à la suite d'un Congrès de Réserves Naturelles de France en Martinique.

## 2.5.4 Partager : les climats passés à l'honneur

Dans la réserve naturelle de Sixt, les thématiques des animations de sensibilisation ne comprennent pas directement le changement climatique contemporain. Ce dernier pouvait être évoqué au cours des discussions avec l'animateur mais il ne faisait pas partie du sujet du jour en tant que tel (hormis une conférence sur les glaciers au refuge de la Vogealle et une formation des écolocataires proposés en 2018 par Jean-Baptiste Bosson du service scientifique d'Asters-CEN74). Par conséquent, la réserve n'a pas d'outil pédagogique spécifique pour expliquer le changement climatique et ses effets en montagne. L'animateur de la réserve n'est pas encore formé sur le sujet.

Les relais directs de l'équipe de la réserve en matière de sensibilisation sont les accompagnateurs en moyenne montagne (AMM) labellisés par le CEN. Ils font état d'une sensibilité contrastée de leur clientèle vis-à-vis du changement climatique :

- F : « Il y a ceux aussi qui te disent : de toute façon c'est des cycles. C'est l'argument habituel. Circulez, il n'y a rien à voir. Moi j'ai quand même pas mal de gens qui sont comme ça.
- P : Il y a des gens complètement hermétiques et ce n'est pas le cas de nos clients, parce que ce sont des gens sensibles à la nature.»<sup>10</sup>

Pour l'heure, le CEN ne fournit pas d'outils clé en main pour les AMM sur le changement climatique actuel. Lorsque le climat est abordé, c'est au travers de la lecture du paysage et son modelage hérité des précédents changements climatiques (à l'échelle des temps géologiques).

## 3. Synthèse du récit climatique de la réserve

Nous présentons ici une synthèse de l'analyse du changement climatique contemporain dans la réserve (1950-2005) ainsi que les projections climatiques à venir d'ici 2100. Un rapport plus exhaustif a été rédigé pour retracer l'ensemble de la méthode entreprise pour récolter les données passées et les projections futures. Les variables climatiques contemporaines, leur évolution récente et les projections à venir sont détaillées dans le document baptisé *Un récit climatique de la RNN de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy de 1950 à 2100*.

### 3.1 Quelques rappels méthodologiques

En l'absence de stations météorologiques dont les données d'observations aient été corrigées et homogénéisées, nous avons utilisé les services de données climatiques (DRIAS et Climat HD). L'ensemble des projections futures analysées pour la réserve et le massif du Chablais proviennent également du portail Drias.

Nous avons choisi **deux modèles régionaux français** :

<sup>10</sup> Entretien collectif réalisé lors de la journée bilan de saison avec les AMM labellisés par Asters –CEN74 en décembre 2019. Les personnes ont été anonymisées.

- Modèle CNRM-CM5 / ALADIN53 ; correction ADAMONT (données modélisées passées et futures)
- Modèles IPSL-CM5A / WRF331F ; correction ADAMONT (données modélisées futures)

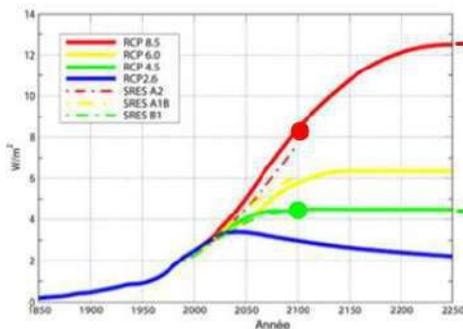
Nous avons utilisé les résultats de **4 simulations** afin de voir les différences entre les résultats de ces deux modèles pour un point donné dans la réserve, issu de la grille SAFRAN (point 9263, situé à 1925m), pour l'ensemble du massif du Chablais aux altitudes 900m, 1800m et 2400m. En plus de la variance des données selon les modèles, cela nous donne des indications de pondération à faire selon l'échelle retenue (massif ou point en réserve) pour les différentes variables climatiques. Ainsi, la réserve de S.F.C / P est plus arrosée que l'ensemble du massif du Chablais, il y fait également moins chaud.

Pour les modélisations futures, nous avons comparé les résultats de ces simulations avec les produits de **distribution Euro-Cordex2014** (10 modèles régionaux européens), afin de repositionner les résultats des modèles français dans cet ensemble (+/--optimistes)<sup>11</sup>. Ainsi, le modèle régional de l'IPSL table sur une augmentation des précipitations bien plus supérieures à la médiane des autres modèles européens. L'ISPL et le CNRM sont par ailleurs des modèles qui « réchauffent peu » comparés aux autres modèles européens. Ce sont autant d'éléments qui permettent de placer notre récit climatique parmi un champ d'hypothèses plus larges.

Notre choix a été d'analyser les projections climatiques à **l'horizon 2100** car :

- L'altitude limite certains effets du changement climatique à court terme
- Les données projetées à court terme peuvent être dû à la variabilité du climat et masquer une tendance
- Il nous semblait important de montrer aux acteurs les conséquences au long terme de l'action ou de l'inaction climatique

Nous avons retenu **deux scénarios de bilan radiatif sur Terre** : le RCP 4.5 et le RCP 8.5 car ils étaient disponibles pour les simulations choisies. De plus, il était important de confronter deux avenir climatiques possibles pour la réserve.



**Forçage radiatif en fonction des émissions de GES sur Terre**

❖ Avec l'hypothèse où **aucune politique climatique mondiale ne se dégage et où les rétroactions climatiques conduisent à un réchauffement croissant et sans limite de l'atmosphère sur Terre (RCP 8.5)**

+4°C annuel en 2100 dans le Chablais

❖ Avec l'hypothèse où les politiques publiques internationales ne parviennent à **stabiliser les niveaux de concentration en CO2 qu'en 2100 (RCP 4.5)**

+2°C annuel en 2100 dans le Chablais

Non retenu : Le scénario RCP 2.6 qui correspond au niveau d'émissions permettant de limiter la hausse de la température atmosphérique mondiale à + 2°C (Accord de Paris)

Nous avons analysé l'évolution d'un grand nombre d'indices climatiques en utilisant plusieurs **distributions** de données, de manière à déterminer laquelle était la plus adéquate pour faciliter l'évaluation de la vulnérabilité :

<sup>11</sup> Pour plus de précisions sur nos choix méthodologiques, se reporter au rapport complet issu de l'analyse climatique passé, présent et futur.

- **Distribution annuelle** : permet de caractériser le climat de la réserve parmi l'ensemble dit du « climat montagnard » et de déterminer s'il comporte des spécificités par rapport à l'ensemble du massif du Chablais (cf. Tableau « Synthèse du climat contemporain - RNN de Sixt-fer-à-Cheval / Passy comparée à l'ensemble du massif du Chablais et des Alpes internes françaises et suisses »)
- **Distribution saisonnière** : permet de comparer les normales futures avec celles d'autres massifs français.
- **Distribution mensuelle** : permet de se projeter dans l'évolution des activités humaines et des rythmes biologiques. C'est la distribution que nous avons le plus utilisée pour l'analyse de vulnérabilité et d'opportunité.

En dernier lieu, nous avons testé plusieurs manières de **présenter les données** :

- Sous forme **d'anomalies** pour comparer les modèles et les scénarios. Il était ainsi plus aisé de voir là où se dégageaient ou non des tendances nettes. Par exemple : -41 cm de neige à 1800m pour le modèle IPSL avec le scénario RCP 4.5.
- Sous forme de **données « intégrées »** soit la valeur de référence à laquelle est ajoutée l'anomalie. Cette présentation facilite l'exercice de prospective. Par exemple : il fera 15°C en moyenne au mois de juillet à 1800m dans le massif du Chablais, avec les deux modèles et le scénario RCP 4.5 (contre 11°C pour la période de référence).

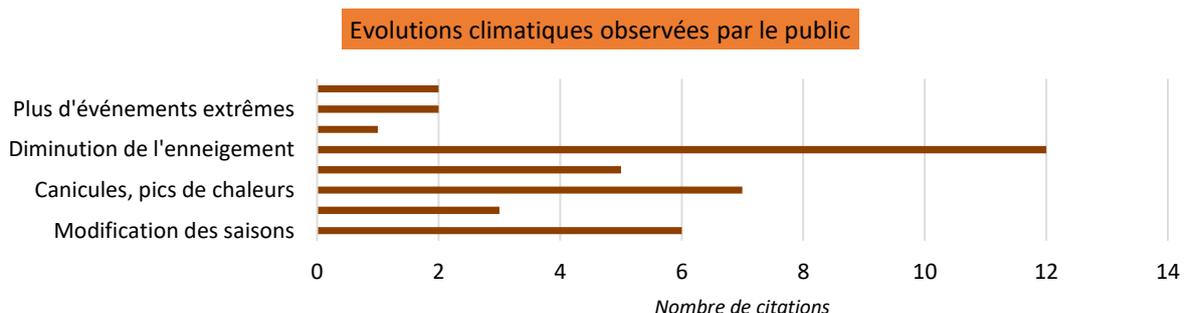
## 3.2 La perception locale du changement climatique contemporain

Nous avons souhaité dans le cadre du LIFE organiser une soirée sur le changement climatique pour les habitants de la Vallée. L'objectif était de recueillir leur perception du changement climatique avec 3 questions posées en amont d'une présentation sur le fonctionnement du climat et les causes du changement climatique contemporain. Bien que le nombre limité de participants ne permettent pas une analyse robuste et représentative, ces témoignages permettent d'appréhender l'évolution récente des processus naturels, du climat, et des activités humaines dans et à proximité de la réserve.



- ➔ 35 habitants et habitantes de la vallée et au-delà (Sixt-Fer-à-Cheval, Verchaix, Onnion, Chamonix, Sallanches, Samoëns ...)
- ➔ Toutes générations confondues
- ➔ Des professionnels étaient également dans la salle : pisteur, gardien de refuge, accompagnateurs de moyenne montagne, moniteur de ski, guide de haute-montagne

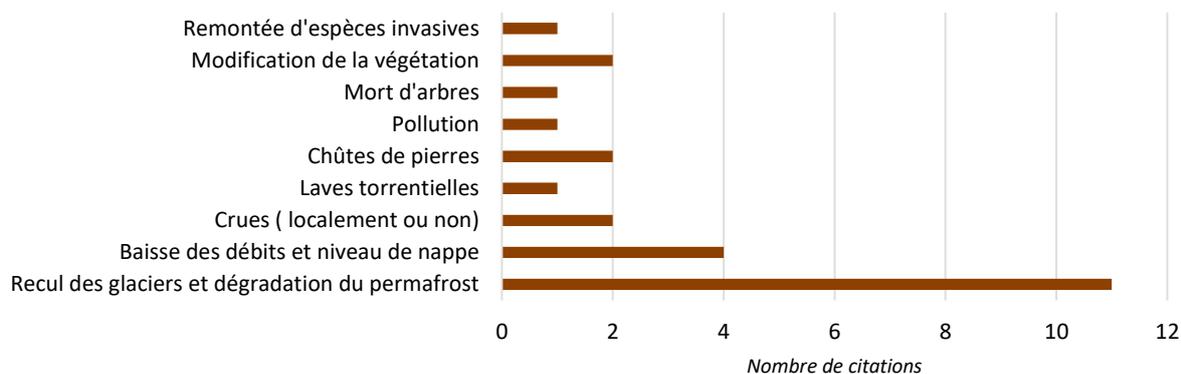
### 1 - Avez-vous personnellement observé une évolution climatique ?



Il est intéressant de noter que ces observations correspondent en tout point à l'analyse que nous avons fait de l'évolution du climat récent (1950-2005) dans la réserve et dans le massif du Chablais-Haut Giffre. Ainsi, même sans une compréhension fine des processus climatiques, les personnes vivant à l'année proche de la réserve font l'expérience (physique) et l'observation de changements.

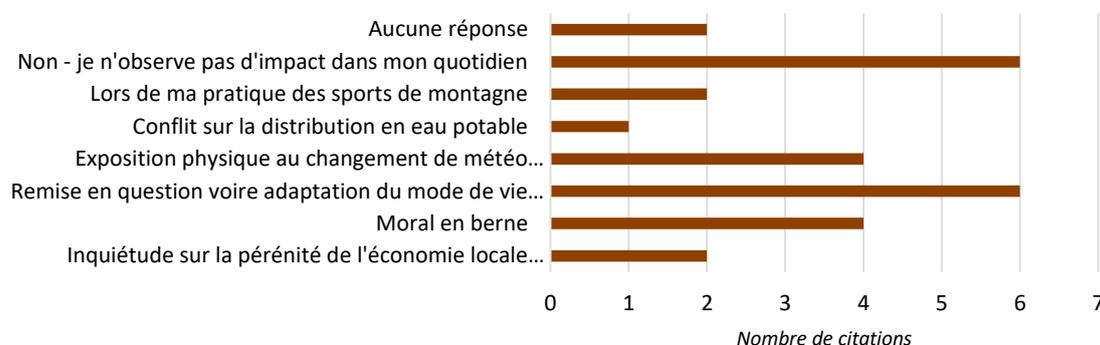
## 2- Si vous avez noté une évolution climatique, cela vous impacte-t-il dans votre quotidien ?

### Impacts déjà observés du changement climatique par le public



La crise de la cryosphère ressort en premier lieu car c'est elle qui est visible d'une année sur l'autre, malgré la variabilité interannuelle naturelle du climat.

### Cela impacte t-il mon quotidien ?



« Aussi bien l'hiver que l'été dans l'exercice de mon métier de guide de haute montagne : cascade de glace de moins en moins en condition [...] le terrain de jeu se rétrécit »

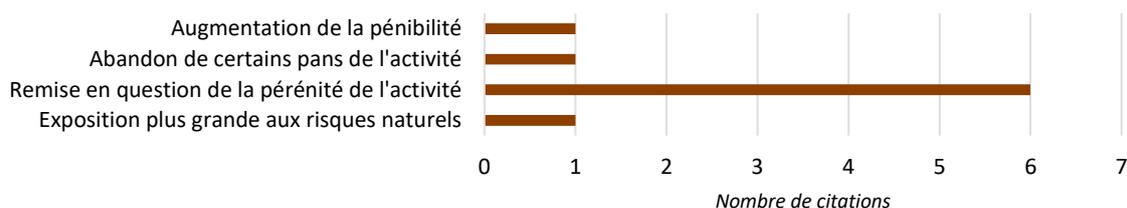
« Moins de neige → moins de ski → moins de client »

« Je suis de plus en plus pessimiste et très affecté au quotidien ! par toutes les disparitions et destructions irrémédiables »

« J'optimise les déplacements en voiture et privilégie le covoiturage »

« Nous avons de plus en plus de mal à gérer les gros écarts de température en quelques jours, quel que soit la saison. Le corps a du mal à s'adapter »

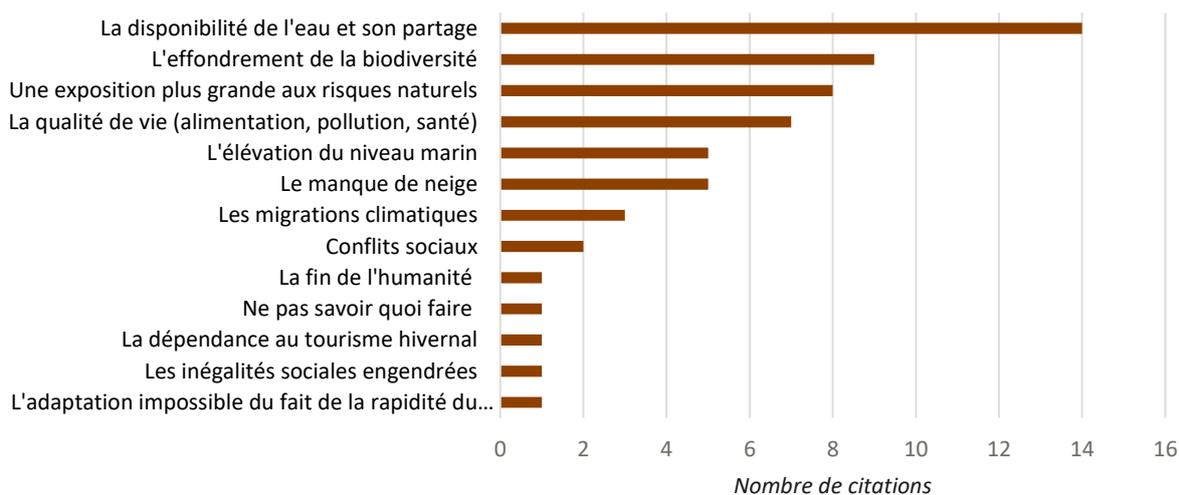
### Cela impacte-il mon activité professionnelle ?



Nous avons distingué dans le traitement des réponses celles des personnes s'étant identifiées comme des professionnels de la montagne et les autres répondants. Ce sont eux et les personnes déjà fortement sensibilisées qui font l'état d'impacts personnels importants sur leur quotidien. La pérennité de l'activité professionnelle est ainsi questionnée. Pour les autres, le changement climatique n'a pas encore d'incidences concrètes, ce qui s'explique par les observations faites du changement (retrait glaciaire, abaissement des débits, et ponctuellement chutes d'arbres, pierres, ...).

### Face au changement climatique, quelles sont vos préoccupations ?

#### Mes préoccupations face au changement climatique



Bien que modestes, les réponses à cette enquête dessinent des orientations possibles d'actions pour la réserve, afin de répondre à certaines préoccupations (partage de la ressource en eau, devenir de la biodiversité, qualité de vie et limiter l'exposition aux risques par la prévention).

## 3.3 Le climat passé contemporain dans la réserve et le massif du Chablais

L'analyse du tableau ci-dessous donne à voir que les effets du changement climatique sont visibles dans la réserve entre 1951 et 2005. Par ailleurs, la comparaison sur des échelles de temps similaires avec les normales climatiques du massif du Chablais, de celles de Bourg Saint-Maurice et de celles de Château d'Oex en Suisse, permet d'affiner les caractéristiques du climat local.

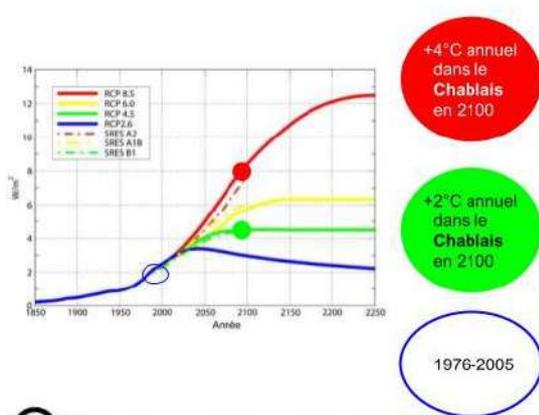
Ainsi les températures diminuent avec l'altitude, tandis que les précipitations augmentent. Par ailleurs, les données modélisées tendent à montrer que le climat de la réserve est plus humide et moins

chaud que le massif du Chablais pris dans son ensemble. Le massif du Chablais est lui-même plus froid et nettement plus humide que le massif de la Haute-tarentaise.

L'ensemble de l'analyse du changement climatique depuis 1950 dans les Alpes du Nord est présenté dans un rapport annexe. Nous ne présenterons ici que des tableaux de synthèse avec une distribution saisonnière - sous formes d'anomalies pour les projections futures. Cependant, comme il a été expliqué plus haut, l'analyse de vulnérabilité de la réserve s'est surtout appuyée sur les modélisations futures avec une distribution mensuelle et sous formes de données intégrées. Ces représentations ne figurent pas dans ce rapport.

### 3.4 Le climat du Haut-Giffre en 2100

Selon le scénario climatique, le climat de la réserve changera profondément, comme en atteste les projections des différentes normales saisonnières en 2100, comparées à celles, contemporaines, de l'Ubaye et du Verdon, aux mêmes altitudes.



Nous comparons les moyennes saisonnières obtenues avec les modèles CNRM & IPSL avec les moyennes de la période de référence 1976-2005 (ADAMONT-2017 ; Modèles CNRM-CMS / ALADIN53 ; correction ADAMONT).

Moyenne hivernale à 1800m	Moyenne estivale à 1800m
1°C (CNRM) 1,9°C (IPSL)	15,9°C (CNRM) 14,1°C (IPSL)

Moyenne hivernale à 1800m	Moyenne estivale à 1800m
-0,5°C (CNRM) -0,2°C (IPSL)	13,2 °C (CNRM) 12,7°C (IPSL)

1800m	Moyenne hivernale	Moyenne estivale
<b>Chablais</b>	<b>-2,6°C (CNRM)</b>	<b>10,8°C (CNRM)</b>
Ubaye	-1,6°C (CNRM)	12,6°C (CNRM)
Verdon	-1°C (CNRM)	13°C (CNRM)

## Synthèse du climat contemporain - RNN de Sixt-fer-à-Cheval / Passy comparée à l'ensemble du massif du Chablais et des Alpes internes françaises et suisses

Variable climatique	Echelle d'analyse	RNN S.F.C/P	RNN S.F.C/P	Massif du Chablais			Bourg Saint Maurice	Château d'oex
	Période de référence	(1951-1975)	(1976-2005)	(1976-2005)			1981-2010	1981-2010
	Données modélisées / d'observation	Modélisation ALADIN53_CNRM-CM5	Modélisation ALADIN53_CNRM-CM5	ALADIN53_CNRM-CM5			Météo-France & ADAMONT	Météo Suisse
	Simulation	ALADIN53_CNRM-CM5 (point SAFRAN 9263)	ALADIN53_CNRM-CM5 (point SAFRAN 9263)	ADAMONT-CNRM2014			Adamont2014*	
	Altitude	1925m	1925m	2400m	1800m	900m	863m	1029m
Température atmosphérique	<b>Journalière moyenne (annuelle)</b>	2,4°C	2,9°C	0,8°C	3,8°C	7,6°C	10°C	6,2°C
	Moyenne Printemps	0,4°C	1,3°C	-1,4°C	2,2°C	7,1°C		
	Moyenne Ete	9,5°C	10,1°C	7,2°C	10,8°C	16°C		
	Moyenne Automne	3,7°C	4°C	2,3°C	5°C	8,2°C		
	Moyenne Hiver	-4,2°C	-3,7°C	-5°C	-2,6°C	-1,1°C		
	<b>Minimale journalière</b>	0,2°C	0,7°C	-2°C	0,8°C	3,2°C	4,3°C	1,8°C
	<b>Maximale journalière</b>	4,6°C	5,2°C	3,5°C	6,9°C	11,9°C	15,7°C	11,8°C
	<b>Nombre de jours de gel (Tmin ≤ 0°C)</b>	178 jours	172 jours	212 jours	160 jours	120 jours	-	143 jours
Précipitations	<b>Cumul annuel</b>	2343 mm	2267 mm	2081 mm	1899,5 mm	1593,8 mm	986mm	1353mm
	Cumul Printemps	462 mm	523 mm	531 mm	479 mm	400 mm		
	Cumul Ete	357 mm	571 mm	525 mm	636 mm	544 mm		
	Cumul Automne	484 mm	603 mm	540 mm	444 mm	373,5 mm		
	Cumul Hiver	523 mm	571 mm	486 mm	479 mm	405 mm		
	<b>Nombre de jours de pluie intenses (&gt;20mm)</b>	40 jours	38 jours	28 jours	22 jours	16 jours	-	-
	NBJ de pluies intenses Printemps		8 jours	7 jours	5 jours	3 jours		
	NBJ de pluies intenses Ete		9 jours	7 jours	6 jours	5 jours		
NBJ de pluies intenses Automne		11 jours	7 jours	5 jours	3 jours			
NBJ de pluies intenses Hiver		10 jours	7 jours	6 jours	5 jours			
Enneigement	<b>Ratio neige/pluie (novembre-avril)</b>	-	-	0,9	0,8	0,3	0,4*	-
	<b>Nombre de jours avec &gt;50cm de neige au sol</b>	-	-	164 jours	136 jours	13 jours	17 jours	-
	<b>Epaisseur de neige moyenne (novembre-avril)</b>	-	-	176 cm	98,5 cm	13,4 cm	16 cm	35 cm
	<b>Cumul de neige annuel (cm)</b>	-	-	1061 cm	591 cm	80 cm		246 cm
	<b>Maximum d'équivalent en eau (mm) du manteau neigeux (cm)</b>	-	-	1049 mm pour 266 cm de neige (avril)	595 mm pour 130 cm de neige (avril)	112 mm pour 28 cm de neige (février)	149 mm	

Sources des données : Drias, les futures du climat, Météo-France, Météo-Suisse

## Synthèse du climat futur à l'horizon 2100 - RNN de Sixt-fer-à-Cheval / Passy

	Paramètres climatiques au point Safran 9263 (1925m)	Normales climatiques (1976-2005)  Données modélisées CNRM2014	Futur lointain (2100) RCP 4.5				Futur lointain (2100) RCP 8.5			
			Données modélisées pour le scénario d'émissions modérées (RCP 4.5)				Données modélisées pour le scénario d'émissions non réduites			
			Modèle CRNM	Modèle IPSL	EUROCORDEX Quartile 25	EUROCORDEX Quartile 75	Modèle CRNM	Modèle IPSL	EUROCORDEX Quartile 25	EUROCORDEX Quartile 75
<b>Anomalies des température atmosphérique</b>	Moyenne journalière annuelle	2,9°C	+2,6°C	+2°C	+1,9°C	+2,7°C	+4,3°C	+3,7°C	+4,1°C	+3,7°C
	Minimale journalière annuelle	0,7°C	+2,5°C	+1,9°C	+1,7°C	+2,8°C	+4,1°C	+3,5°C	+4°C	+6°C
	Maximale journalière annuelle	5,2°C	+2,7°C	+2,1°C	+2°C	+2,7°C	+4,4°C	+3,9°C	+4,1°C	+6,1°C
	Moyenne Printemps	1,3°C	+3,1°C	+1,8°C	+1,°C	+2,1°C	+4,8°C	+4°C	+3,4°C	+5,1°C
	Moyenne Été	10,1°C	+3,1°C	+1,8°C	+2,2°C	+3°C	+5,3°C	+4,1°C	+4,2°C	+5,8°C
	Moyenne Automne	4°C	+2,5°C	+2,4°C	+2°C	+3,1°C	+4,4°C	+3,3°C	+4,2°C	+5,8°C
	Moyenne Hiver	-3,7°C	+1,5°C	+2°C	+1,7°C	+2,6°C	+2,5°C	+3,4°C	+4,3°C	+5,1°C
	Nombre de jours de gel (Tmin ≤ 0°C)	172 jours	-39 jours	-34 jours	-53 jours	-31 jours	-63 jours	-60 jours	-124 jours	-81 jours
<b>Anomalie des précipitations</b>	Cumul annuel	2267 mm	+ 54mm	+417 mm	-42 mm	+136 mm	+57 mm	+834 mm	-202mm	+127 mm
	Cumul Printemps	523 mm	+160 mm	+ 43mm	+33mm	+28mm	+ 242 mm	+ 143 mm	-35 mm	+75mm
	Cumul Ete	571 mm	-17 mm	+ 339 mm	-36 mm	+54mm	-112 mm	+ 459 mm	-98mm	-47mm
	Cumul Automne	603 mm	-73 mm	-7 mm	-3 mm	+ 19mm	-82 mm	+ 67 mm	-43mm	+54mm
	Cumul Hiver	571 mm	-16 mm	+ 42 mm	-6mm	+35mm	+ 9mm	+ 165 mm	-27mm	+45mm
	Nombre de jours de pluie intenses (>20mm)	38 jours	inchangé	+ 7 jours	inchangé	+ 1 jour	+ 1 jour	+ 14 jours	- 3 jours	+ 2 jours
	NBJ de pluies intenses Printemps	8 jours	+ 4 jours	inchangé	inchangé	inchangé	+ 5 jours	+ 1 jour	inchangé	+ 1 jour
	NBJ de pluies intenses Ete	9 jours	- 1 jour	+ 7 jours	inchangé	+ 1 jour	-3 jours	+ 9 jours	-2 jours	inchangé
	NBJ de pluies intenses Autbmne	11 jours	-2 jours	inchangé	inchangé	inchangé	-2 jours	+ 1 jour	-1 jour	+ 1 jour
	NBJ de pluies intenses Hiver	10 jours	- 1 jours	inchangé	inchangé	inchangé	+ 1 jour	+ 3 jours	inchangé	inchangé

Source : Drias

# 4. Analyse des vulnérabilités et des opportunités induites par le changement climatique

## 4.1 Méthodologie du diagnostic

### 4.1.1 Le questionnement initié par le LIFE

#### 4.1.1.1 « Analyser la vulnérabilité de quoi ? » Une approche par objet

Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) de la RNN S.F.C/P est effectué par l'analyse d'objets". L'objectif est de sélectionner en premier lieu les éléments qui orientent la gestion (enjeux de responsabilité pour la réserve) mais également les éléments contraignant/encadrant cette gestion (décret, activités socio-professionnelles présentes, moyens humains et financiers). L'analyse ne porte donc pas uniquement sur des objets *a priori* vulnérables au changement climatique.

La multiplicité des échelles et des natures d'objet ainsi que leur interconnexion doivent être le reflet du « socio-écosystème » de la réserve et de l'action du gestionnaire. L'analyse de l'ensemble de ces objets doit permettre de réévaluer la pertinence des moyens et des choix de gestion en cours.

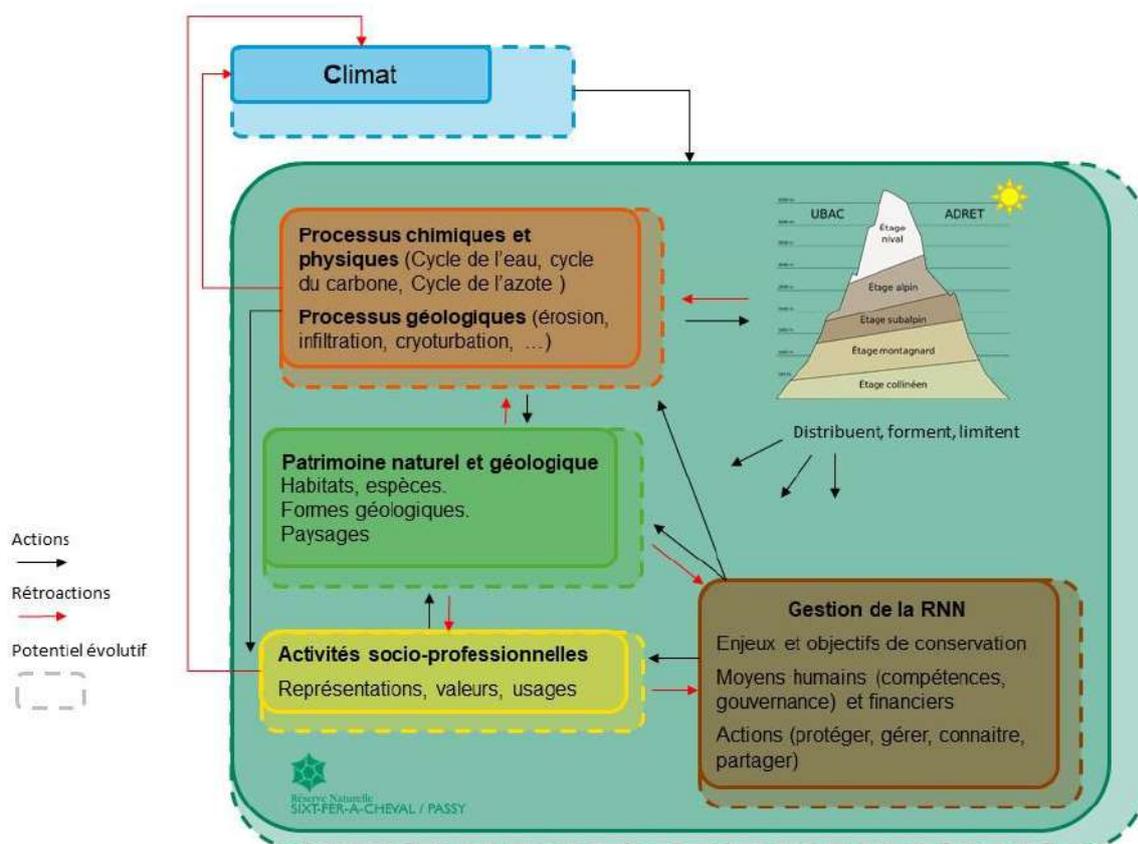


Figure 5 - Schéma du socio-écosystème de la réserve (Juliette Dané)

### 4.1.1.2 Les concepts et questions à se poser

Le cadre conceptuel choisi par le projet Natur'Adapt est inspiré de celui présenté par l'UICN dans son guide sur l'adaptation au changement climatique (Gross et al. 2016). La **vulnérabilité** est définie comme la propension d'un système humain ou naturel à subir des dommages, en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation globale aux variations climatiques et de leurs « conséquences physiques ».

Pour évaluer la vulnérabilité d'un objet, il s'agit ainsi d'analyser et de croiser l'exposition, la sensibilité, la capacité d'adaptation ainsi que les pressions ou facilitations liées à cet objet (Fig.3). Dans le cas d'un impact potentiellement positif sur l'objet, on parle alors d'opportunité.

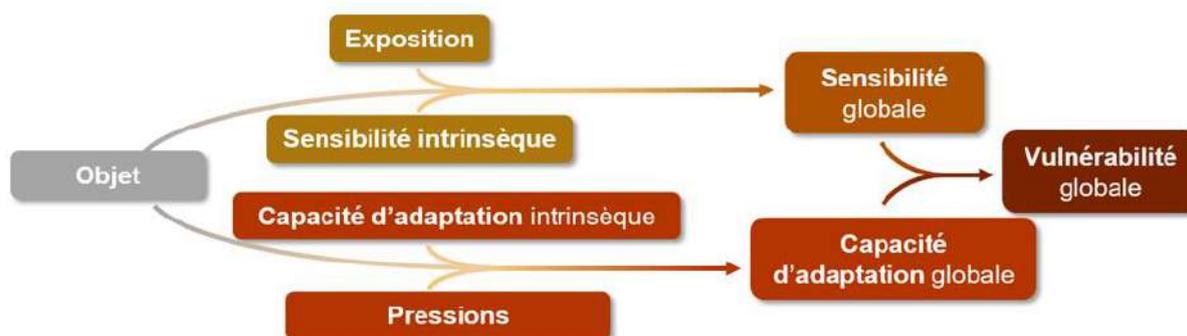


Figure 6 - Schéma du cadre conceptuel de la démarche Natur'Adapt. La vulnérabilité résulte du croisement entre la sensibilité globale et la capacité d'adaptation globale. La sensibilité globale est déduite de l'exposition aux évolutions du changement climatique et de la sensibilité intrinsèque de l'objet à ces évolutions climatiques. La sensibilité globale représente l'impact potentiel du changement climatique sur l'objet (ici négatif pour aboutir à une vulnérabilité mais il peut être positif et aboutir à une opportunité). La capacité d'adaptation est déduite de la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet (résistance, plasticité phénotypique, etc.) et des facteurs non climatiques (pressions ou facilitation) s'exerçant sur l'objet (compétition, facteurs limitants, etc.).

Pour mener le diagnostic et aborder les différentes composantes de la vulnérabilité, nous nous sommes appuyés sur la liste de questions suivantes :

#### Sensibilité globale

- Quels sont les principaux paramètres climatiques qui affectent l'objet positivement ou négativement ?
  - Renseigne sur la **sensibilité intrinsèque** : citer les paramètres climatiques et les raisons de la sensibilité de l'objet.
- Comment vont évoluer ces paramètres climatiques dans le futur ?
  - Permet d'apprécier l'**exposition** au changement climatique grâce au récit climatique : est-elle favorable, défavorable, neutre ou contrastée ?
- A quel point l'objet peut-il ainsi être affecté ?
  - Permet d'apprécier la **sensibilité globale au changement climatique** de nulle, faible, moyenne à forte.

#### Capacité d'adaptation globale

- Est-ce que l'objet est capable de s'adapter aux variations climatiques et à leurs effets ?
  - Renseigne sur la **capacité d'adaptation intrinsèque** de l'objet : citer les possibilités d'adaptation de l'objet par exemple.
- Quels sont les activités anthropiques et autres facteurs non climatiques pouvant limiter ou favoriser l'adaptation de l'objet et quelles peuvent être leurs évolutions futures ?
  - Renseigne sur les **pressions ou facilitations** qui s'exercent ou qui vont s'exercer sur l'objet : les lister par exemple.
- A quel point l'objet est-il capable de s'adapter aux variations climatiques en tenant compte des facteurs non climatiques ?

→ Permet d'apprécier la **capacité d'adaptation globale** de l'objet de nulle, faible, moyenne à forte.

Les réponses aux questions suivantes peuvent être appuyées par de la bibliographie, des dires d'experts et/ou des témoignages d'acteurs locaux. Elles reflètent l'état des connaissances collectées par le gestionnaire à cet instant, peuvent souligner les manques de connaissances et pourront être mises à jour ultérieurement. Nous proposons en annexe un guide de questions qui a été utilisé pour déterminer la sensibilité intrinsèque et la capacité d'adaptation des espèces et des habitats.

## 4.1.2 Le choix du cadrage (liste des objets à analyser)

La logique aurait voulu que nous choissions comme objets d'analyse des éléments constitutifs des enjeux de la réserve et des responsabilités du gestionnaire. Cependant, en l'absence de plan de gestion validée selon la nouvelle méthodologie de Réserves Naturelles de France, nous dû sélectionner des composantes jugées « clés » de la réserve, parmi la description fleuve d'une trentaine d'habitats, de centaines d'espèces, de paysages, de formes géologiques, et d'activités très nombreuses (cf. 2.3) décrites dans les successifs diagnostics écologiques de la réserve. Face à la complexité, la richesse et la taille d'un tel espace, il fallait déterminer des critères de sélection pour cadrer le sujet de notre analyse. Mais là encore de nombreuses possibilités s'offraient.

Des critères de choix liés à nos questionnements méthodologiques :

- Critères de sensibilité au climat futur ? cela présuppose une connaissance des conditions bioclimatiques nécessaires à chaque habitat/espèce/forme ou processus géologique
- Critères d'adaptabilité ? cela présuppose une bonne connaissance de l'écologie fonctionnelle des espèces et des trajectoires naturelles des habitats
- Critère de menaces : pressions humaines existantes ou à venir
- Critère de temporalité : espèce à venir

Des critères de choix pragmatiques et opérationnels :

- Critères de connaissance : objets pour lesquels nous disposons de données anciennes / d'un suivi scientifique en cours à partir desquels nous pourrions dire des choses
- Critère d'opérationnalité : objets sur lesquels le gestionnaire peut agir ?
- Critère emblématique : pour susciter la participation, identification au territoire
- Critère d'utilité au territoire : services écosystémiques (bois, eau, ...)

Les critères de détermination des enjeux d'un espace naturel (plan de gestion RNF)

- Critère de fonctionnalité écologique : écoulements d'eau / formation des sols, réseau trophiques / habitats ...
- Critère de patrimonialité

Les critères  systémiques  :

- Prendre l'ensemble des habitats
- L'ensemble des processus écologiques qui créent les milieux

Des critères de distribution

- Critère de superficie : Habitat les plus importants en termes de surface dans la réserve
- Critère altitudinal : avoir des objets dans chaque classe altitudinale correspondant à l'analyse climatique

Quelle est la représentativité de chaque milieu dans la réserve ?

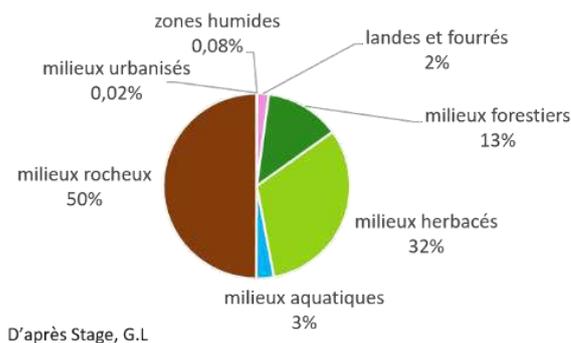


Figure 7 - Répartition des milieux par leur surface (d'après la cartographie des habitats de Grégory Laigle, 2016)

Nous avons organisé une réunion collective avec l'équipe de la réserve, le pôle scientifique et d'autres collègues du service expertise flore-faune-habitats afin d'explorer ces possibilités avec un jeu de plateau et des cartes « exploration » qui reprenait certains critères (fonctionnalités (habitats, zone refuge, ressource trophique) / patrimonialité / source de conflit / sensibilité au climat / sensible aux activités humaines etc. La dynamique du jeu voulait qu'un maximum d'objets puissent être proposés et qu'une sélection se fasse en fonction

du nombre d'objets « nodales ». C'est-à-dire les objets qui répondaient au plus grand nombre de critères et avaient pour la plupart une importance à l'échelle du socio-écosystème de la réserve.

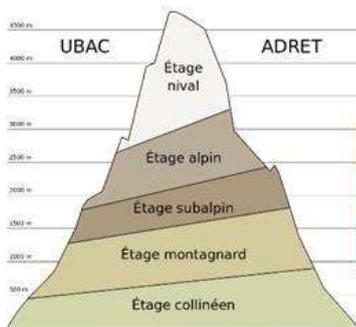
Néanmoins, comme nous étions dans l'expérimentation, un grand nombre de critères a été conservés dont celui de la patrimonialité. Cela conduisit à des remises en question successives de notre liste, puisqu'elle incluait :

- Différentes échelles de temps (retenir une activité qui occasionne déjà des pressions sur les milieux, retenir une activité qui n'était pas source de pression mais le deviendrait avec le CC)
- Différentes échelles d'espaces
- Différentes visions des responsabilités du gestionnaire, c'est-à-dire ce qu'il doit protéger : le rare, l'endémique, le typique, le rôle fonctionnel, la richesse spécifique, la naturalité, les services rendus par les écosystèmes ...
- La vulnérabilité (ce qui pourrait être perdu, ce qui pourrait s'aggraver) et/ou l'opportunité (ce que l'on pourrait gagner)
- Une vision systémique imparfaite puisque le livrable était une **liste** d'objets et non un schéma systémique de la réserve dans lequel on retrouve les objets

Au fur et à mesure de l'expérimentation, nous avons réduit le nombre d'objets à 30 en fonction de la disponibilité de la bibliographie, des experts, et malheureusement, du fait des confinements qui ont limité la rencontre avec les acteurs socio-professionnels de la réserve.

**Les actions de gestion actuelles\***

- Opérations scientifiques
- Cartographie
- Sensibilisation & éducation
- Surveillance
- Partenariat
- Convention
- Signalétique et balisage
- Chantier de restauration



\*Parmi les moyens et outils de gestion, nous avons analysé la vulnérabilité et l'opportunité face au changement climatique de l'organisation des moyens humains et des actions de sensibilisation (accueil de groupes et animations saisonnières).

2400m et plus		Secteurs : Les Avoudrues, Dents Blanches, Ruan-Tenneverge, Cheval Blanc, Plan Buet, Frêtes du grenier, Frêtes de Villy,		
Habitats	Espèces	Processus	Activités humaines	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélé karstique </li> <li>Paroi rocheuse &amp; Eboulis </li> <li>Formes glaciaires (moraines) </li> <li>Glaciers </li> <li>Milieux aquatiques divers</li> <li>Névés</li> <li>Combes à neiges </li> <li>Pelouses de crêtes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouquetin </li> <li>Gypaète </li> <li>Aigle royal </li> <li>Lagopède </li> <li>Espèces à venir? </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flux et stocks sédimentaires </li> <li>Flux et stocks hydrologiques </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastoralisme </li> <li>Sports de nature (ski de rando, escalade, trail, randonnée), spéléologie, alpinisme) </li> </ul>	
1800m – 2400m		Secteurs : Salvadon, Boret/Vogealle, Commune, Anterne, Sales, Platé		
Habitats	Espèces	Processus	Activités humaines	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélé karstique </li> <li>Combes à neiges </li> <li>Pelouses alpines et subalpines </li> <li>(seslerion, caricion ferrugineae) </li> <li>Milieux aquatiques et zones humides </li> <li>Cascades </li> <li>Lac d'altitude </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouquetin </li> <li>Gypaète </li> <li>Aigle royal </li> <li>Tétras-Lyre </li> <li>Espèces à venir? </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flux et stocks sédimentaires </li> <li>Processus karstiques </li> <li>Flux et stocks hydrologiques </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastoralisme </li> <li>Sports de nature (ski de rando, escalade, trail, randonnée, canyon, baignade) </li> </ul>	
900m -1800m		Secteurs : Fond de la combe, Boret, Cirque fer à Cheval, Commune, Sales		
Habitats	Espèces	Processus	Activités humaines	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelouses sèches </li> <li>Hêtraie-sapinière </li> <li>Pessière </li> <li>Forêt de ravins </li> <li>Santé des forêts </li> <li>Alluvions et bancs de galets en tresses du Giffre </li> <li>Torrent nivo-pluvial(Giffre) </li> <li>Cascades </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gypaète </li> <li>Aigle royal </li> <li>Tétras-Lyre </li> <li>Chouette Chevêchette </li> <li>Chouette de Tengmalm </li> <li>Espèces à venir? </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flux et stocks sédimentaires </li> <li>Flux et stocks hydrologiques </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastoralisme </li> <li>Exploitation forestière </li> <li>Sports de nature (ski de rando, raquettes, VTT, cascade de glace, trail, randonnée, baignade) </li> </ul>	

Figure 8 - Liste des objets d'analyse sélectionnés

### 4.1.3 L'évaluation de la vulnérabilité et de l'opportunité

Pour chaque objet, nous avons mené une analyse en répondant au questionnaire présenté plus haut avec l'aide d'experts, de naturalistes connaisseurs de la réserve, ainsi que de la littérature disponible. Les réponses ont été synthétisées dans des fiches (disponibles en annexe). Celles-ci sont construites de la manière suivante :

- Une analyse de l'objet au sein de la réserve aujourd'hui (sa patrimonialité, fonctionnalité, les pressions qui s'exercent, la gestion menée)
- Une analyse de vulnérabilité et d'opportunité de l'objet face au changement climatique

Ces fiches d'analyse ont été rédigées de manière à ce qu'elles soient évolutives dans le temps en fonction des nouvelles connaissances. Chacune est indépendante même si de nombreux renvois sont faits entre elles.

Dans le présent rapport nous avons regroupé l'analyse de vulnérabilité et d'opportunité de plusieurs objets en

Figure 9 - Exemple de fiche "objet"

différentes catégories, afin de redonner une vision d'ensemble des possibles évolutions à venir dans la réserve. L'analyse de vulnérabilité et d'opportunité se décompose comme suit :

- Flux, stocks et composantes hydrologiques
- Flux et composantes sédimentaires
- Habitats herbacés
- Habitats forestiers
- Espèces emblématiques
- Activités humaines en réserve
- Outils de gestion

En préambule des résultats, nous présentons une carte permettant de spatialiser les objets d'analyse retenus au sein de la réserve. Puis, une figure présente l'ensemble des appréciations obtenues pour chaque objet. La représentation en croix permet de visualiser les opportunités et les vulnérabilités des objets de la catégorie de manière croisée et synthétique. Un objet peut à la fois avoir une note de vulnérabilité "faible" et une opportunité « forte » comme par exemple les scolytes. A l'inverse un objet peut avoir une vulnérabilité « moyenne » mais une « faible » opportunité face au changement climatique, par exemple les pessières xérophiles. Des commentaires liés au choix de gestion ont parfois été ajoutés. Un tableau présente ensuite une synthèse des éléments ayant contribué à élaborer l'appréciation finale.

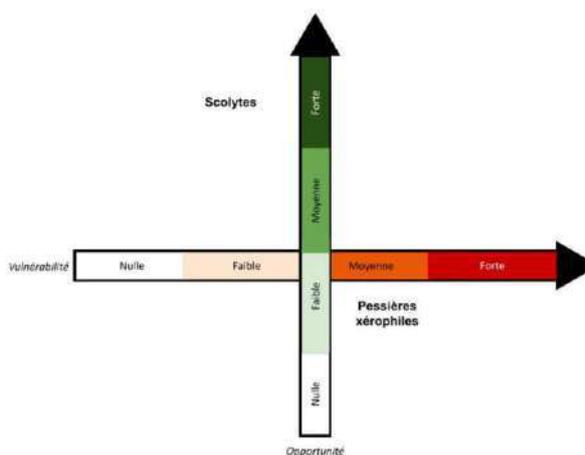
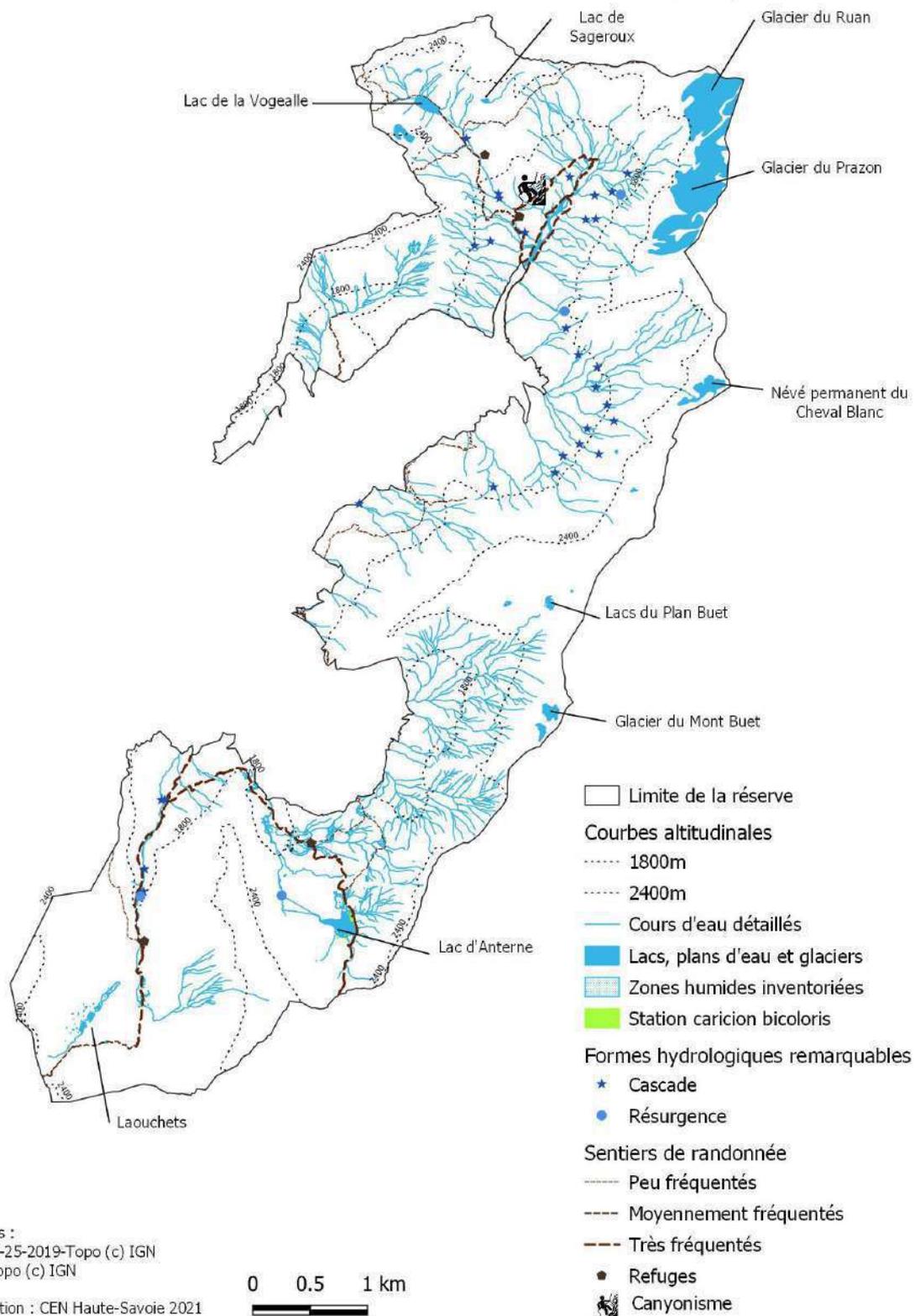


Figure 10 - Exemple de figure représentant les appréciations d'opportunités et de vulnérabilité face aux changements climatiques

## 4.2 Les résultats du diagnostic

### 4.2.1 Les flux, les stocks et les composants hydrologiques

Milieux aquatiques, zones humides et patrimoine hydrologique remarquable de la Réserve naturelle nationale de Sixt-fer-à-Cheval / Passy



La réserve de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy se situe en tête de bassin versant de la vallée du Giffre. Le haut chaînon du Ruan et du Tenneverge barre l'horizon aux précipitations d'ouest. Aussi, les précipitations sont très importantes localement, même si la densité du réseau hydrographique de surface dépend des secteurs (pente, lithologie, etc.). En raison de la domination des roches carbonatées, le réseau karstique et les pentes participent à la formation de cascades et de résurgences, principalement au Bout du monde, dans le fer à Cheval et dans le Vallon de Sales. Dans les dépressions, des lacs se sont formés à la suite de la dernière glaciation. Les premières protections du site (classement des sites par loi de 1930) concernent justement ces formes hydrologiques.

Le **lac d'Anterne** situé à 2063m avec une superficie de 11,6 hectares est le plus grand lac de Haute-Savoie. Sa surface est gelée 8 mois par an. Il est très étudié, notamment dans le cadre du réseau Lacs Sentinelles. Oligotrophe, il n'a pas de végétation aquatique. Il est particulièrement vulnérable aux pollutions exogènes (Fischesser, 2003). L'activité biologique des lacs est très liée aux températures extérieures, au vent, et aux phénomènes météorologiques extrêmes (qui provoquent une forte turbidité avec des conséquences variables selon les lacs). **Le lac de la Vogealle** n'est pas étudié, il a cependant la particularité de se vider entièrement l'été via une perte karstique. Ses eaux rejaillissent dans le hameau de Nambride en dehors de la réserve. Par leur attrait paysager, chaque lac contribue à déterminer la fréquentation des différents parcours de randonnée dans la réserve, mais également les lieux de bivouacs (cf. carte).

Les **cascades du Vallon de Sales** sont également classées. La cascade de Sales est une résurgence qui alimentent le torrent éponyme puis la cascade de la Sauffaz au terme d'un long parcours dans le karst du Désert de Platé. Les eaux alimentant la cascade de la Pleureuse sont originaires du désert de Platé.

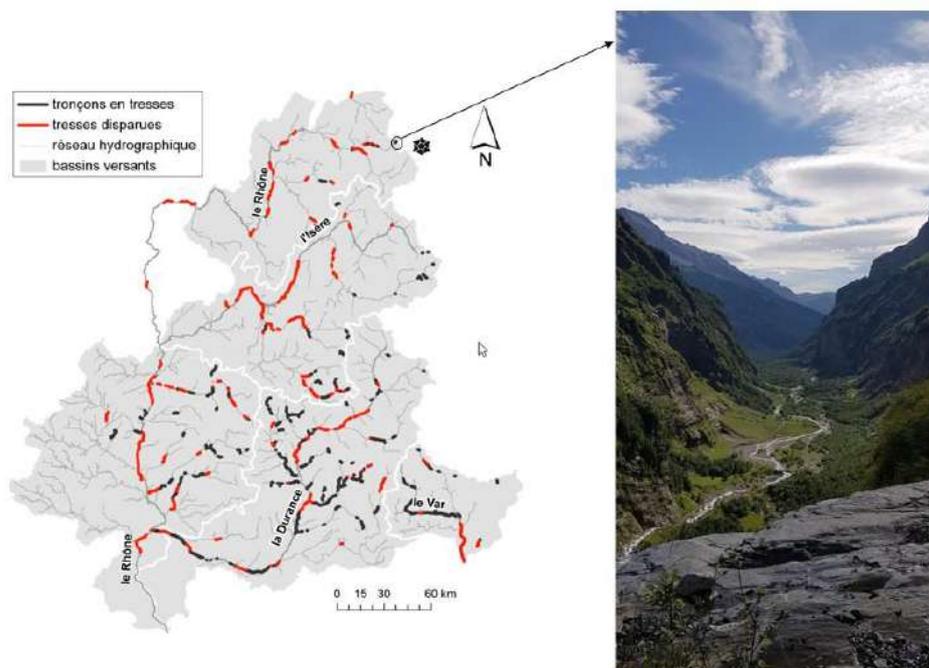
**Les glaciers du Prazon et du Ruan** sont les deux glaciers les plus septentrionaux des Alpes Françaises. Ils ont la particularité de reposer sur de petits cirques glaciaires à substrat karstique. Ces glaciers alimentent par leurs eaux de fonte le Giffre qui prend sa source juste en dessous.

Le **Giffre** est une rivière au régime nival avec des hautes-eaux de fin de printemps et des basses eaux hivernales lorsque les précipitations sont essentiellement stockées dans le bassin versant sous forme de neige. Au Bout du Monde, son style fluvial tressé (chenal à bras multiples) est caractéristique des rivières à fort transport solide et régime hydrologique contrasté des têtes de bassins versants montagnards. Ce style est très dépendant du climat. Depuis la fin du XIXème siècle, environ 30% du linéaire de rivières en tresses a disparu<sup>12</sup>. La dynamique en tresse du Giffre est relativement préservée dans la réserve et se dégrade au niveau de Taninges. Les fonctionnalités écologiques du style fluvial tressé sont nombreuses :

- Autoépuration de l'eau
- Corridor écologique
- Erosion latérale qui crée des habitats spécifiques (végétation ripicole herbacé, Saulaie à saule drapé)
- Réorganisation des tresses selon les débits (écrêtement des crues)
- Mosaïques d'habitats secs ou humides

---

<sup>12</sup> *Guide des rivières en tresses*, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, p. 18.



Carte des rivières en tresses du bassin du Rhône

Vue sur le Giffre en tresses depuis le Bout du Monde, RNN Sixt-Fer-à-Cheval / Passy © Juliette Dané

Figure 11 - Carte des rivières en tresses dans le bassin du Rhône. "Un style en voie de disparition ? Piégay et al. 2009 Modifié, in Le guide des rivières en tresses, Agence de l'eau RMC

L'ensemble des flux et des formes hydrologiques présentes dans la réserve créent des conditions écologiques particulières : sols humides, microclimat froid et forte humidité dans l'air. Ces conditions écologiques déterminent le type d'habitats présents dans la réserve et leur cortège d'espèces associées. C'est pourquoi nous avons analysé en premier lieu la vulnérabilité des formes hydrologiques suivantes, les flux ont été traités dans le récit climatique de la réserve :

- Cascades
- Couverture neigeuse (Névés)
- Glaciers
- Lacs d'altitude
- Giffre
- Les milieux aquatiques diverses (petit cours d'eau, mares, gouilles, réseau endokarstique, eau gelée du sous-sol)

Dans le massif du Chablais d'ici 2100, le fait qu'il pleuve plus souvent qu'il ne neige en hiver (notamment en dessous de 1800m) diminuera l'épaisseur, la durée et l'équivalent en eau du manteau neigeux. Au printemps et en été, à précipitations égales, **il y aura moins d'eau en circulation dans les bassins versants car la fonte des stocks d'eau solides constitués en hiver sera moins importante. Néanmoins, la perte de ressource en eau dépend fortement du scénario climatique (cf. Un récit climatique de la RNN de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy de 1950 à 2100, Juliette Dané, 2020) !**



### Giffre en tresses

Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
Forte vulnérabilité du Giffre au changement climatique qui va impacter son débit dans le temps, la température de l'eau, sa morphologie (méandrisation progressive du Bout du Monde, développement de la ripisylve, etc.), etc.		Opportunités pour les espèces "généralistes" qui pourront coloniser ce cours d'eau vers l'amont au détriment des espèces plus "spécialisées" des cours d'eau froid au régime nival. Diminution de la largeur potentielle de la bande active: intérêt pour la pratique pastorale et/ou la petite sylviculture?	

### Lacs d'altitude oligotrophes

Appréciation de vulnérabilité	Moyenne	Appréciation d'opportunité	Faible
La vulnérabilité des lacs d'altitude au changement climatique est élevée car le changement des conditions va modifier le fonctionnement du lac (durée d'englacement, température de l'eau, brassage, etc.), les conditions de vie (durée de période végétative par exemple) et ainsi, mener à rendre ces écosystèmes rares de montagnes plus proches de ceux de plus basse altitude. Une dégradation progressive de l'état écologique des lacs est attendue avec le réchauffement, l'augmentation de la pression sur la ressource en eau et potentiellement l'augmentation de la fréquentation anthropique observée récemment (déjections, pollutions, etc.)		De nouveaux petits plan d'eau pourraient apparaître avec la disparition des glaciers du Ruan et du Prazon. Néanmoins, cette hypothèse est incertaine avec ces glaciers situés sur des dalles calcaires.	

### Couverture neigeuse

Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
Forte vulnérabilité de la couverture neigeuse. Les modélisations futures montrent une nette diminution de l'enneigement saisonnier et permanent, directement causé par le changement climatique.		Pas d'opportunités évidentes pour la couverture neigeuse. Par contre, sa limitation et sa disparition en lien avec le réchauffement global permettra à des habitats "tempérés" de s'étendre vers l'amont.	

### Glaciers

Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Nulle
Forte vulnérabilité des glaciers du Prazon et Ruan. Le réchauffement global se traduit par une diminution de l'accumulation (moins de neige), un rallongement et une intensification de saison de fonte. Bilan de masse négatif menant à disparition d'ici quelques décennies (en fonction des scénarios d'émission climatique, 2045-2065 pour le Ruan et après 2065 pour le Prazon). D'après cette modélisation <sup>13</sup> , une infime partie du Prazon (5% du volume actuel) pourrait être conservée à la fin du siècle avec un scénario d'émissions limitées.		La disparition de l'immense partie du volume glaciaire local semble inéluctable. Par contre, l'augmentation des événements gravitaires (éboulement, éboulisation) pourrait augmenter localement la couverture rocheuse et mener à une préservation plus longue de la glace enfouie.	

<sup>13</sup> Zekollari, H., Huss, M., & Farinotti, D., 2019. *The Cryosphere*.

## 4.2.4 Les flux et les formes sédimentaires

L'analyse des flux et des formes sédimentaires a été menée par Jean-Baptiste Bosson, Chargé de mission « Climat » au pôle scientifique d'Asters-CEN74 en sa qualité de glaciologue. La verticalité et l'énergie du relief a une très forte incidence sur les formes et les flux sédimentaires présents dans la réserve. Nous avons choisi d'analyser la vulnérabilité de 4 formes sédimentaires représentatives du patrimoine géologique de la réserve de S.F.C/P :

- Les tresses du Giffre car elles sont un indicateur de l'évolution climatique dans la réserve ainsi que des changements d'occupation des sols et des pratiques (pastoralisme, enrochements, extraction de granulats)
- Les parois rocheuses et phénomènes gravitaires associés qui forment les paysages emblématiques de la réserve : Chaîne des Fiz, Cirque des Fonts, Cirque du Fer à Cheval, Bout du monde
- Le modelé karstique à l'origine du site inscrit du Désert de Platé
- Le modelé glaciaire parce qu'il est une archive visible des climats passés dans la réserve.

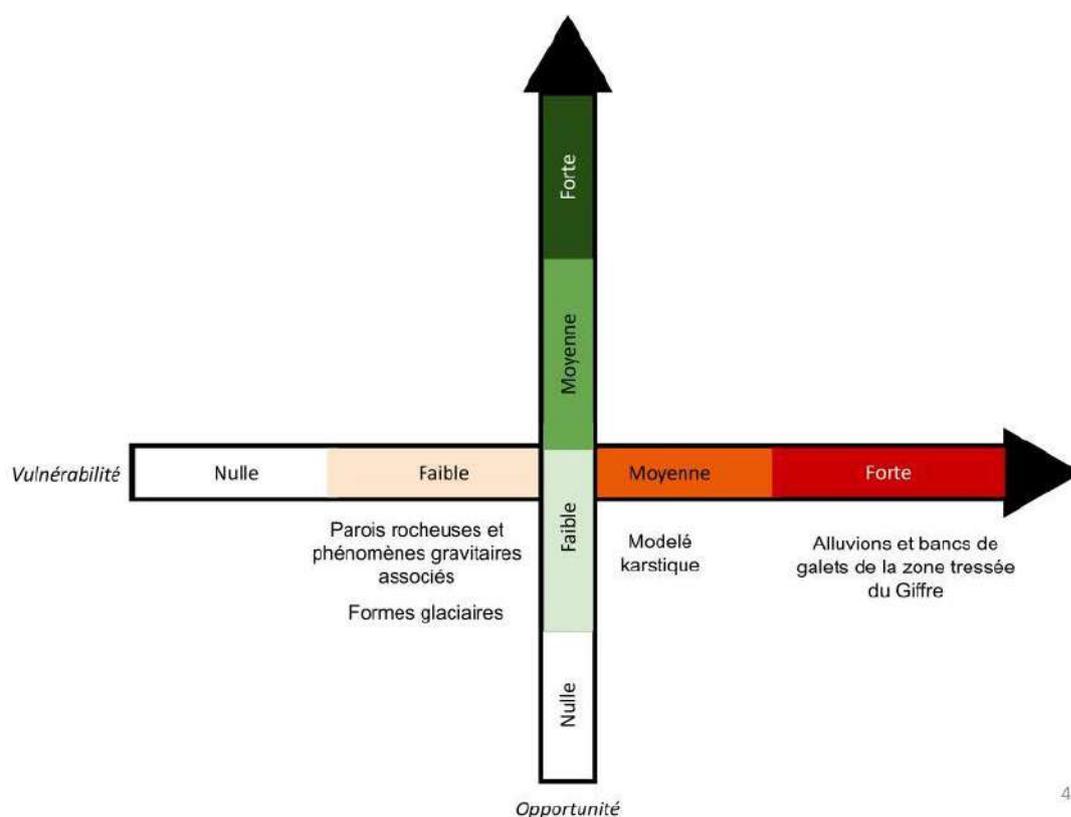


Figure 13- Synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité et d'opportunité pour les flux et formes sédimentaires présents dans la réserve

Alluvions et bancs de galets en tresses du Giffre			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
	Au cours des dernières décennies, une stabilisation des berges, une méandrisation, une diminution de la bande active et une incision du niveau alluvial ont été constatées. Le changement climatique modifie le régime de crue et pourrait accélérer la végétalisation des sources sédimentaires locales (cônes de déjections torrentiels du bout du monde). Néanmoins, la		Opportunité pour le développement de la saulaie à saule drapée. La stabilisation progressive des berges permettra le développement du couvert arboré. Ce dernier pourra partiellement limiter le réchauffement de l'eau quand l'apport en eau de fonte diminuera au profit du ruissellement d'eau de pluie.

déstabilisation de la cryosphère en amont pourrait mener à des apports nouveaux de sédiments (crise para-péri-glaciaire) à moyen et long terme.

Diminution de la largeur potentielle de la bande active: intérêt pour la ripisylve, la pratique pastorale et/ou la petite sylviculture.

### Modelé karstique

**Appréciation de vulnérabilité**

Moyenne

**Appréciation d'opportunité**

Faible

Augmentation des températures pouvant théoriquement intensifier la karstification mais en même temps, les sécheresses en été peuvent limiter le processus de karstification. Le réchauffement fait disparaître les formes / espèces liées au froid pouvant interagir avec le karst (glacière, glacier, ..) mais en même temps, ouvre des habitats pour des espèces tempérées.

Opportunités pour les espèces généralistes au détriment des espèces spécialistes du karst froid de haute montagne.

### Parois rocheuses et phénomènes gravitaires associés

**Appréciation de vulnérabilité**

Faible

**Appréciation d'opportunité**

Faible

Plutôt faible : en haute montagne, la déstabilisation de la cryosphère (dégradation des conditions de permafrost, intensification du cycle gel/dégel) va mener à une intensification de l'érosion et des activités gravitaires dans les parois rocheuses. En même temps, le réchauffement généralisé limite l'érosion dans les parois rocheuses en moyenne montagne et facilite le développement de la végétalisation sur les éboulis les plus à l'aval.

Opportunités pour les espèces généralistes au détriment des espèces spécialistes de ces écosystèmes aux conditions souvent extrêmes de haute montagne. Augmentation de la couverture végétale sur les éboulis (pelouse alpine) pouvant bénéficier à la faune sauvage et au bétail.

### Formes glaciaires

**Appréciation de vulnérabilité**

Faible

**Appréciation d'opportunité**

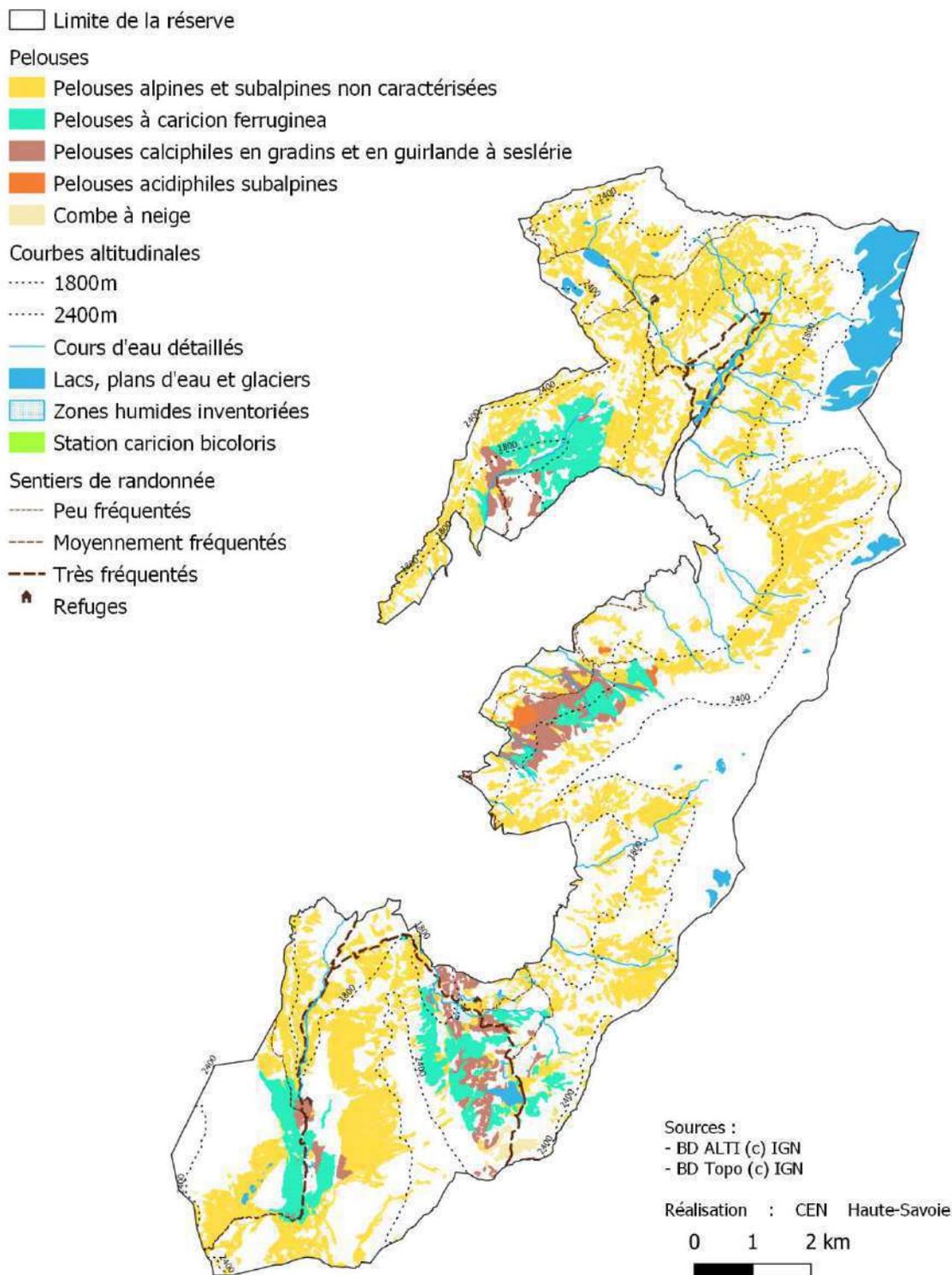
Faible

Plutôt faible : Ces formes (modelé d'érosion, moraines, etc.) sont héritées de l'histoire climatique récente et de conditions plus froides où les glaciers étaient plus grands. Dans un contexte de réchauffement global, elles ont tendance à disparaître en lien avec l'érosion post glaciaire et/ou à se végétaliser.

Augmentation de la couverture végétale pouvant bénéficier à la faune sauvage et au bétail. Augmentation de la surface des pelouses alpines et subalpines.

## 4.2.1 Les milieux herbacés

### Les pelouses alpines et subalpines de la Réserve naturelle nationale de Sixt-fer-à-Cheval / Passy



D'après les auteurs Theurillat et Guisan<sup>14</sup>, il est possible d'anticiper trois réponses possibles des plantes de montagnes (orophytes) face au changement climatique :

- **La persistance**, avec trois types possibles d'adaptation possible : l'adaptation génétique graduelle des populations, la plasticité phénotypique, l'effet tampon des conditions édaphiques. Il faut également tenir compte de la fragmentation et des interactions plantes /animaux.
- **La migration** vers d'autres climats plus appropriés
- **L'extinction**

Pour l'heure, les suivis de végétation mis en place dans la réserve (ORCHAMPS, combes à neige, placettes dans les pelouses alpines et subalpines) ne sont pas suffisamment anciens pour apporter des éléments de réponse. Nous avons donc basé notre analyse avec la bibliographie disponible et le dire d'experts de naturalistes et botanistes connaisseurs du site.

Les milieux herbacés représentent environ 30% de la surface d'habitats dans la RNN. Nous avons sélectionné plusieurs habitats pour lesquels le gestionnaire a une responsabilité du point de vue de la directive Habitat, de la représentativité du site, mais également d'un point de vue fonctionnel (réservoir d'espèces) :

- Les pelouses sèches
- Parmi les pelouses alpines et subalpines : pelouses du séslerion, pelouses du caricion ferrugineae, pelouses de crêtes à Elyna
- Les combes à neige

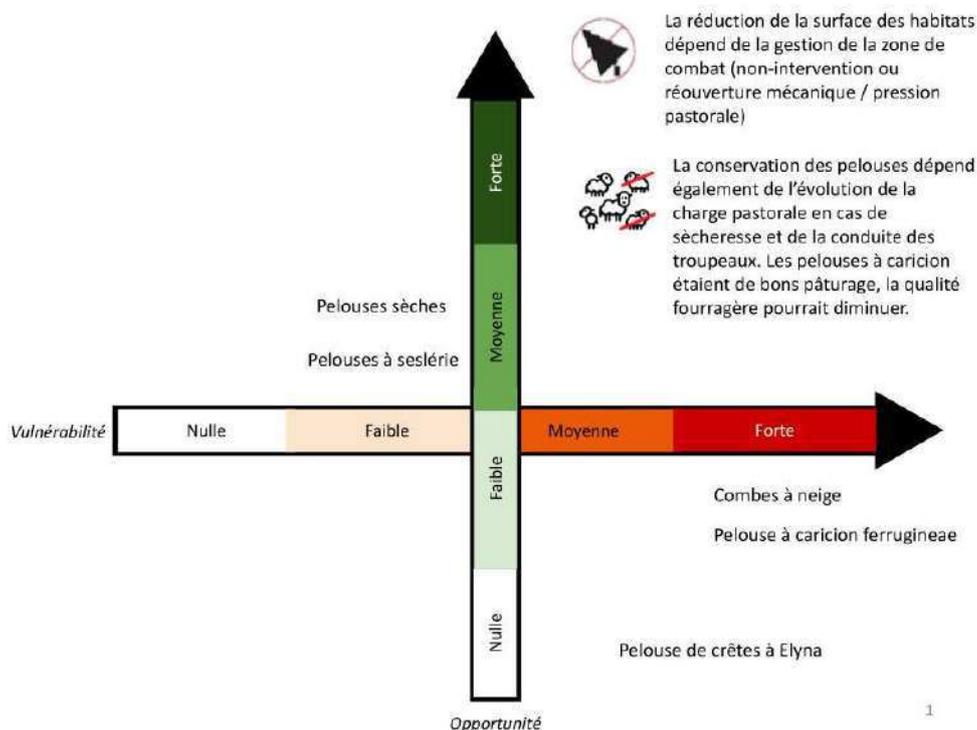


Figure 14 - Synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'opportunités des pelouses face au changement climatique

<sup>14</sup> Theurillat, JP., Guisan, A. Potential Impact of Climate Change on Vegetation in the European Alps: A Review. *Climatic Change* 50, 77–109 (2001)

Pelouses sèches			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Moyenne
<p>Les pelouses sèches dans la réserve seront peu vulnérables au changement climatique. Elles sont déjà atypiques à Sixt. Leur maintien dépendra de l'activité pastorale et du reboisement naturel.</p>		<p>Le maintien voire l'augmentation de la pression pastorale dans le Fond de la combe sera possible car l'alpage restera approvisionné en eau et en ombrage pour les bêtes. Par ailleurs, malgré la diminution de la dynamique de tressage du Giffre, le boisement pourrait être limitée par la mortalité des hêtres (RCP 8.5) et dans une moindre mesure l'abrutissement des cerfs (cf. fiches Milieux forestiers et santé des forêts).</p> <p>Une possible extension des pelouses est envisageable sur la montagne de Commune. L'alpage sera toujours exploité au printemps mais la sécheresse des sols en été s'accroîtra (cf. Fiche pastoralisme).</p>	

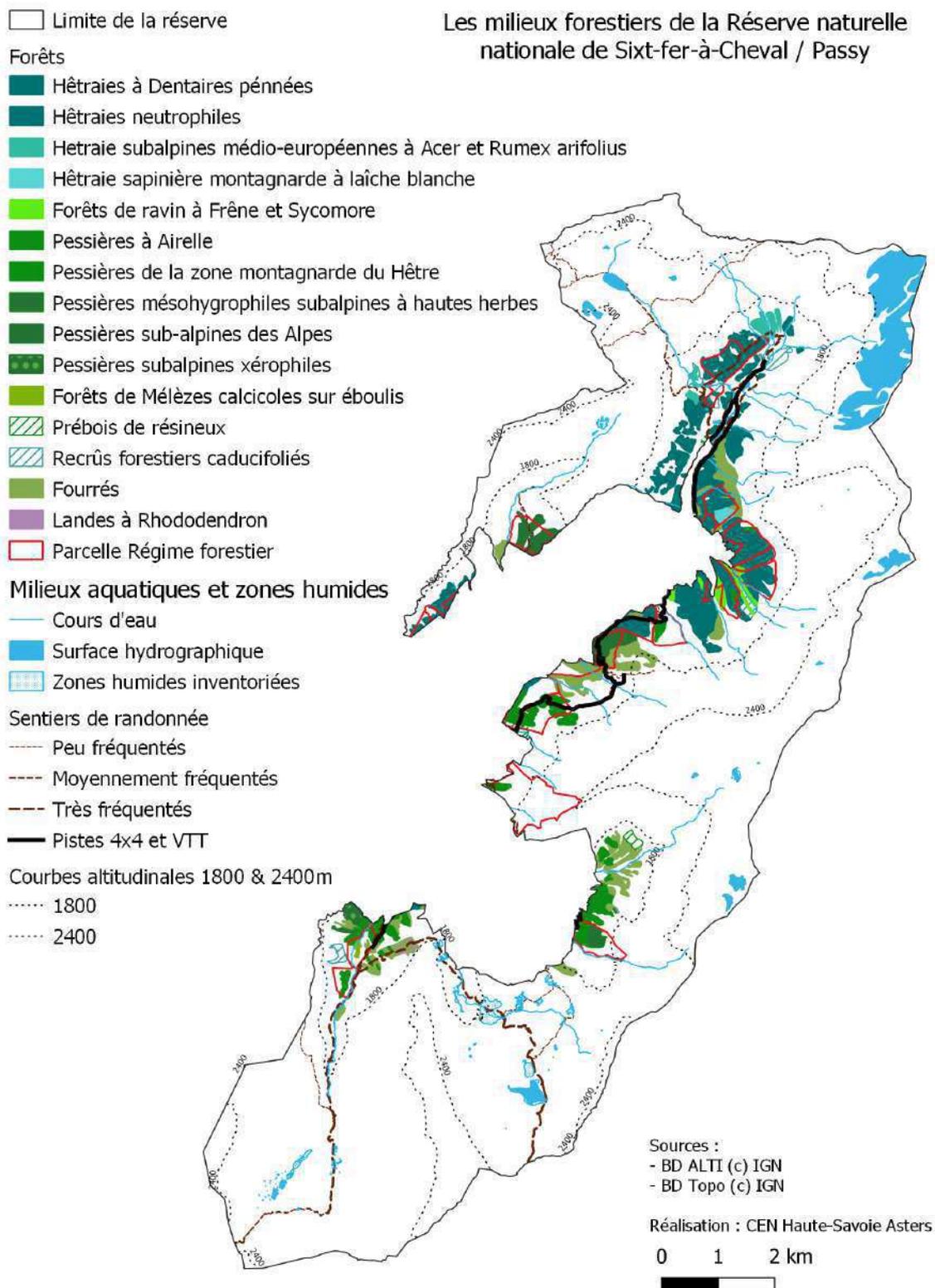
Combes à neige			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
<p>La RNN de Sixt pourrait-être un des derniers sites calcaires protégés dans le département à conserver des combes à neiges, sur les faces nord. Afin que les espèces de combes à neige colonisent des secteurs plus hauts en altitude, il faudrait des conditions climatiques stables pendant le même laps de temps or rien n'est moins sûr. Par ailleurs, les secteurs de replats en altitude (2400m et plus) sont moins nombreux en surface. L'évolution de la surface de cet habitat dépendra donc exclusivement des efforts climatiques sur lesquels la réserve n'a pas de levier direct.</p>		<p>Les combes à neiges pourraient gagner en surface vers le haut dans des endroits en altitude abandonnés par les glaciers et les névés (Glacier du Ruan, Plan et Combe du Buet, etc.). Cependant, elles risquent d'être moins diversifiées et perdre la typicité des stations héritées du Petit Âge Glaciaire.</p>	

Pelouses alpines et subalpines du caricion ferrugineae			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Nulle
<p>Le Caricion ferrugineae est peu représenté au sein du réseau des réserves naturelles et Natura 2000. Or c'est l'habitat qui est le plus exposé au changement climatique dans le Chablais et le Haut-Giffre. Il va perdre probablement en surface avec la forte concurrence de l'aulnaie et la baisse d'activité avalancheuse. De plus, les parois rocheuses des différents cirques et montagne (Salvador, Vogealle, Chainon Ruan-Tenneverge, les Fiz) limitent la possibilité de coloniser plus haut, d'autant plus que l'érosion peut être réactivée dans les hauts secteurs avec la pluie et la dégradation du pergélisol.</p>			

<b>Pelouses alpines et subalpines du seslerion</b>			
<b>Appréciation de vulnérabilité</b>	Faible	<b>Appréciation d'opportunité</b>	Faible
<p>Le Seslerion se porte bien dans la réserve et pourrait être favorisé par le changement climatique. La sécheresse estivale et l'amplitude thermique ne lui seront pas défavorables. Par ailleurs, même avec une remontée de la forêt, le Seslerion peut monter très haut en altitude sur des sols inadaptés pour les ligneux (secteurs de fortes pentes).</p>		<p>Parmi les pelouses alpines, ce n'est pas l'habitat avec le plus d'enjeux pour la réserve, car il est fortement représenté au sein du réseau des espaces protégés alpins.</p>	

<b>Pelouses alpines et subalpines (Crêtes à Elyna)</b>			
<b>Appréciation de vulnérabilité</b>	Moyenne à forte	<b>Appréciation d'opportunité</b>	Nulle
<p>La vulnérabilité des pelouses de crêtes à Elyna demeure davantage liée à l'évolution des pressions humaines en premier lieu desquelles la divagation des troupeaux et le surpâturage. En effet les pelouses de crêtes à Elyna ont de faible capacité de renouvellement. Dans une moindre mesure, l'érosion et le piétinement causés par les randonneurs ou les traileurs sur une plus longue période (début été-décembre) pourront également dégrader leur l'état de conservation.</p>			

## 4.2.2 Les milieux forestiers



Les milieux forestiers dans la réserve représentent environ 13% de sa surface. Les espèces les plus importantes sont le hêtre, l'épicéa, le sapin. Nous avons souhaité analyser leur vulnérabilité car ces milieux participent à la **mosaïque d'habitats** sur la réserve et de ce fait, sont le garant d'une **diversité d'espèces** sur la réserve pour certaines d'intérêt patrimonial majeur (chiroptères). De plus, les milieux forestiers de la réserve **stabilisent les sols** et sont un facteur de contrôle de la « cascade sédimentaire » provenant des milieux rocheux les plus élevés en altitude et soumis à une forte pente. Les forêts participent également à l'amélioration de la **qualité d'eau** (infiltration de l'eau lente le sol, diminution de la turbidité dû au ruissellement), **rafraichissent l'atmosphère** avec l'évapotranspiration et l'ombrage. Enfin dans leur ensemble, elles participent au **recyclage de l'azote et du carbone** dans les sols.

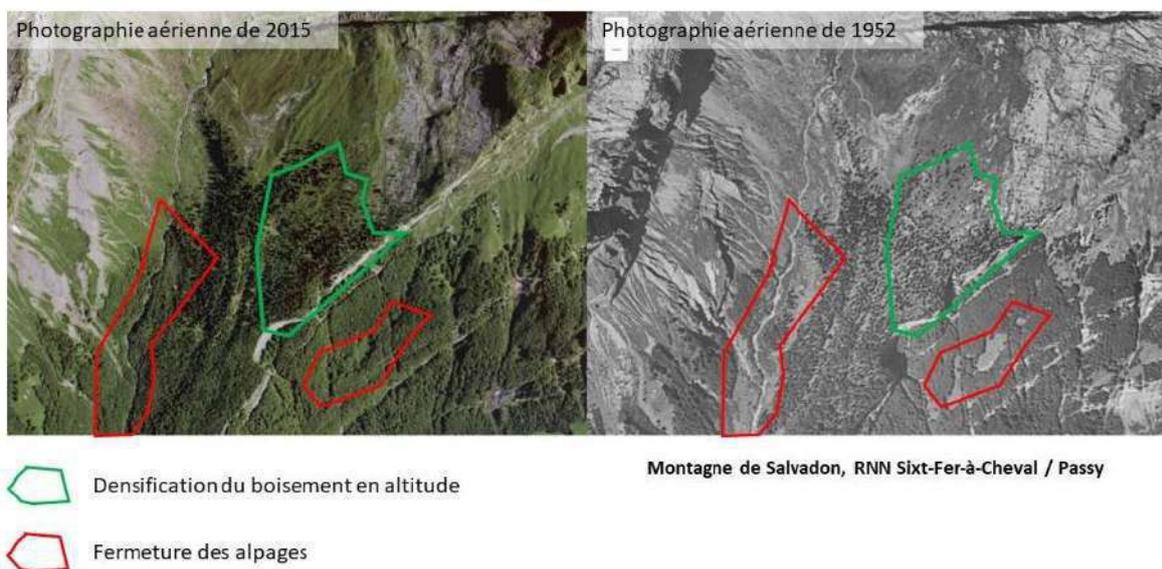
Nous avons souhaité analyser la vulnérabilité de l'ensemble de ces fonctionnalités avec deux types d'entrées :

- L'analyse de l'évolution des facteurs biotiques et abiotiques contribuant à la bonne santé des essences majoritaires : hêtre, épicéa, sapin.
- Les spécificités des différents habitats forestiers présents dans la réserve

Parmi les principaux effets du changement climatique sur les forêts de montagne, nous pouvons retenir l'allongement de la saison de végétation ainsi qu'une stimulation de la photosynthèse.

Entre 1965 et 1985 dans les massifs montagneux, il a été mis en évidence une progression de la forêt en altitude, en moyenne de 66m au cours de cette période (Lenoir et al., 2008, in ONERC, 2014). Entre 1986 et 2006 en dessous de 1000m, les espèces forestières, dont le sapin blanc, le hêtre et l'érable, se sont élevés de 29m. Cette remontée peut aussi s'expliquer avec la déprise agricole et l'abandon d'une sylviculture qui favorisait les résineux au XIXème siècle.

Figure 15 - Comparaison du couvert boisé dans la réserve (2015-1952)



Remonter le temps © IGN

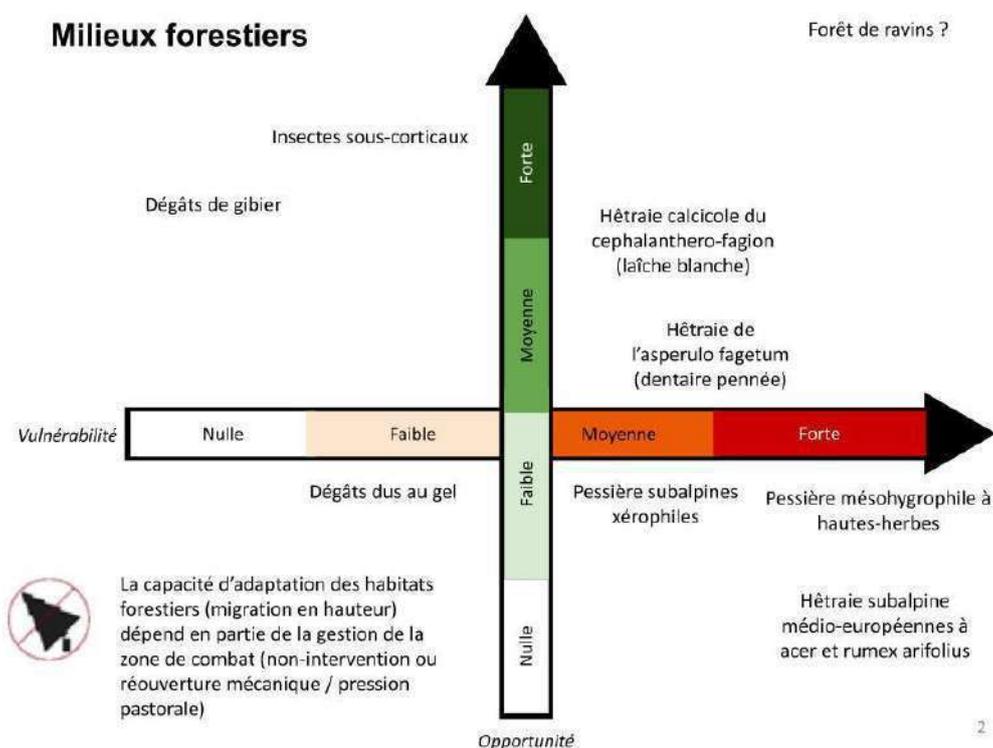
Dans la réserve, il n'y pas de suivi de l'altitude de la zone de combat. Cependant, les actions de réouverture de milieux entreprises par la société de chasse avec l'appui de la réserve illustrent la dynamique d'expansion de la forêt. Les témoignages des habitants du lieu vont dans ce sens : « Les

névés, les combes, la végétation, a bougé. J'ai un chalet familial à Anterne, il n'y avait pas un arbre. Aujourd'hui, c'est bientôt une forêt. »<sup>15</sup>

Nous avons analysé trois formes de hêtraies présentes en réserve afin d'affiner le diagnostic, notamment pour évaluer la présence de formes déjà plus adaptées aux conditions climatiques futures :

- Hêtraie calcicole du Cephalanthero-Fagion (Hêtraie sapinière montagnarde à laïche blanche - Carex alba)
- Hêtraie de l'Asperulo Fagetum (Sapinières-hêtraies à Dentaire pennée - Cardamine heptaphylla)
- Hêtraie subalpine médio-européenne à Acer et Rumex arifolius

Les forêts de ravins ont également été analysées. En revanche nous n'avons pas analysé finement les différentes pessières car l'enjeu de patrimonialité était moindre.



Santé des forêts			
Appréciation de vulnérabilité	Moyennement à fortement vulnérable	Appréciation d'opportunité	Faible
<p>Les <b>pessières</b> dans la réserve sont localisées en versant nord et bénéficient de larges bassins versants en amont ce qui les rend moins exposées à la sécheresse. Cependant, des assèchements ont déjà été observés en 2020 dans le secteur des Mouillettes sur la montagne de commune à 1400m, ce qui signifie que les scolytes pourraient monter nettement plus haut qu'à 1000m à l'avenir (là où sont recensés les attaques). La vulnérabilité de l'état de santé des épicéas est moyennement à fortement vulnérable.</p>		<p>En cas de hausse des précipitations, l'essaimage des scolytes sera géré.</p> <p>Diminution des jours de gels et des dégâts dû au gel.</p> <p>Remontée en altitude pour retrouver des conditions de températures plus fraîches et limitant l'évapotranspiration.</p>	

<sup>15</sup> Entretien avec un élu municipal de Sixt-fer-à-Cheval.

Exposées au sud sur des substrats majoritairement karstiques, la **hêtraie** sera moyennement vulnérable au changement climatique si les précipitations restent égales ou augmentent. En revanche, les sécheresses printanières et/ou estivales répétées pourront faire disparaître l'essence. La vulnérabilité de l'état de santé de la hêtraie est moyennement à fortement vulnérable.

Bien que plus résistant à la sécheresse, le **sapin** est très appétent et subi de nombreux dégâts par les grands cervidés. L'augmentation de la population de cerfs pourrait se poursuivre avec des hivers moins rigoureux. Pour la même raison, certains insectes s'attaquant à son écorce (pytiographe, curvidenté, pissode) pourraient avoir plusieurs générations.

### La hêtraie-sapinière

Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Nulle
<p><b>Vulnérabilité des habitats</b> : Exposées au sud sur des sols karstiques, les hêtraies les plus basses seront fortement vulnérables. Celles qui sont les plus en altitude dans la réserve seront moyennement vulnérables au changement climatique à condition que les précipitations restent égales ou augmentent et avec un scénario d'émissions modérées qui permettrait de conserver une plus grande épaisseur de neige. En revanche, si les sécheresses printanières ou estivales sont répétées, cela pourrait faire disparaître l'essence et les habitats associés. Supportant un bilan hydrique plus ou moins déficitaire, la hêtraie-sapinière à laiche blanche pourrait être moins vulnérable que les autres.</p> <p><b>Vulnérabilité vis-à-vis de la fonctionnalité</b> : Les hêtraies à Sixt sont bien mélangées et bien connectées aux étages de feuillus inférieurs. Malgré le dépérissement d'un nombre important d'individus, ceux-ci pourront être remplacés par les tilleuls et les érables. Ainsi, les sols ne seront pas complètement dépourvus de boisement ce qui limitera l'érosion. La fonction d'épuration de l'eau et de stockage du carbone sera maintenue au long terme.</p> <p><b>Vulnérabilité vis à vis de la patrimonialité</b> : moyenne à importante dépendamment de la capacité d'adaptation de la hêtraie subalpine médio-européenne pour laquelle la réserve a une forte responsabilité.</p>			

### Forêt de ravins

Appréciation de vulnérabilité	?	Appréciation d'opportunité	Faible
Inconnue. Leur disparition augmenterait le risque de laves torrentielles.		La forte pente ainsi que l'activité des flux sédimentaires réactivée par la dégradation du permafrost sur les hauteurs pourraient être favorables aux forêts de ravins (dans sa forme d'érablaies à Alisier blanc du subalpin), bien adaptée à ces perturbations. En effet ces milieux, thermoclines et méso-héliophiles, abritent l'Erable sycomore, le Sorbier des oiseleurs et le Noisetier	

	<p>dans une ambiance humide (fortes précipitations, proximité du cours d'eau, confinement accentué).</p> <p>Conditions nécessaires : sols assez riches en terre fine et forte hygrométrie.</p>
--	--

Les pessières			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
<p>Les pessières dans la réserve qui sont localisées en versant nord et bénéficient de larges bassins versants en amont seront moins exposées à la sécheresse (Cirque des Fonts et Lignon). Cependant, des assèchements ont déjà été observés en 2020 dans le secteur des Mouillettes sur la montagne de commune à 1400m, ce qui signifie que les scolytes pourraient monter nettement plus haut qu'à 1000m à l'avenir. Ce secteur paraît très vulnérable.</p> <p><b>Vulnérabilité fonctionnelle</b> : En tant qu'habitat, les pessières sont fortement vulnérables à moyen et long terme. L'exploitation forestière pourrait débuter plus tôt avec le déneigement et causer du dérangement aux espèces qui s'y reproduisent. La mosaïque d'habitats qui participaient à la richesse spécifique de la réserve sera transformée avec une perte du cortège d'espèces liées aux habitats forestiers froids.</p> <p><b>Vulnérabilité vis à vis de la patrimonialité</b> : la perte d'un habitat forestier d'intérêt communautaire typique des milieux froids de montagne sera faible pour la réserve dans la mesure où cet habitat a une surface relativement réduite.</p> <p><b>Vulnérabilité des services écosystémiques</b> : Le service de protection qu'apportait la pessière contre les risques naturels sera amoindri par la mortalité des épicéas. La pessière sizeraine était réputée pour ses bois de qualité. A court terme, la mortalité des épicéas poursuivra la chute des prix et perturbera le marché. Au long terme, la dégradation de la pessière pourrait être très dommageable à l'activité des scieries locales et de la construction en bois local.</p>		<p>Leur extension en amont dépend de la topographie (Verrou de sales) et de la pression pastorale (Anterne, Salvadon, Commune). Celle-ci devrait diminuer sur la montagne de Commune car l'herbe sera sèche tôt en saison. Cependant cette même sécheresse sera défavorable à la pessière.</p> <p>Les trouées créés par les chablis en cas de coup de vent et favorisée par l'assèchement des arbres seront favorables aux petites chouettes de montagne (zone de chasse, perchoir).</p>	

## 4.2.5 Les espèces patrimoniales emblématiques

Les espèces patrimoniales concentrent de nombreux moyens de gestion dans la réserve :

- Des opérations scientifiques menées par le service Scientifique et technique avec l'appui des gardes-techniciens. Par exemple : le projet sur l'état sanitaire des populations de bouquetin (Alcotra IBEX), l'exposition des vautours au plomb (Life GYPHELP) mais également des suivis de nidification et de reproduction (aigle, tétras-lyre, lagopède)
- Une sensibilisation des publics (visiteurs, groupes) sur leur présence, leur besoin écologique et la prévention d'activités qui causeraient du dérangement à leur rencontre
- La concertation auprès des acteurs locaux pour organiser la chasse (tirs sélectifs en réserve) et le contrôle des actions de chasse en dehors de la réserve de chasse

- Des chantiers de réouverture de milieux pour restaurer les habitats de galliformes

Aussi, il était important de les inclure au diagnostic afin d'évaluer si les moyens alloués à la protection de ces espèces étaient toujours pertinents, dans un contexte de changement climatique. L'analyse de la vulnérabilité des deux petites chouettes de montagne s'est ajoutée de manière à explorer l'opportunité de mieux protéger deux espèces d'oiseaux patrimoniaux des habitats forestiers de la réserve pour lesquelles il n'y avait encore aucune mesure de gestion.

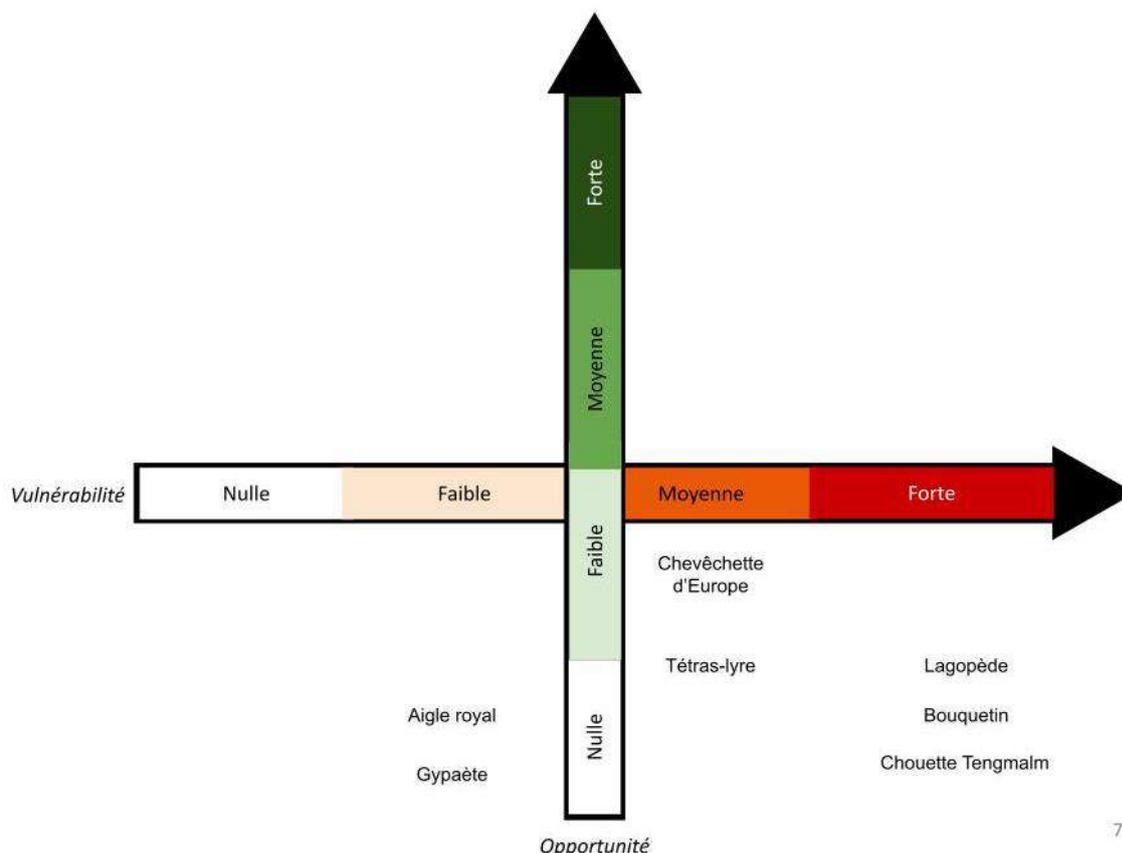


Figure 16 - Synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'opportunité des espèces emblématiques face au changement climatique

Le Bouquetin			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	?
<p>La vulnérabilité du bouquetin semble forte au regard des études déjà réalisées sur les impacts négatifs du réchauffement climatique sur la qualité (au printemps) et la quantité (en été) de nourriture. De plus, la très faible diversité génétique des populations alpines pourrait limiter leur capacité d'adaptation. Enfin, l'accès facilité de la zone de combat et des alpages avec un déneigement précoce laisse présager une exposition plus grande aux maladies (contact avec d'autres ongulés, dont troupeaux domestiques) ainsi qu'au dérangement pendant la reproduction et la mise-bas (hausse de la fréquentation).</p>			
L'aigle royal			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Nulle

Compte tenu de sa grande capacité d'adaptation ainsi que de la relative protection que la réserve naturelle offre aux habitats des couples territoriaux d'aigles, leur vulnérabilité est faible face à l'évolution climatique. Néanmoins le gestionnaire devra être attentif au démantèlement des stations de ski proches de la réserve (Samoëns, les Saix, ...)

L'opportunité pour la population d'aigles royaux dans les réserves de Haute-Savoie paraît nulle.

Le Gypaète			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Nulle
Le gypaète est pour l'heure faiblement vulnérable au changement climatique, que ce soit du point de vue de son habitat, ou de sa nourriture. Néanmoins, les pressions qui s'exerçaient déjà sur le couple qui niche à Sixt ne diminueront pas. La sensibilisation des touristes près de la cascade du Rouget et en réserve (et la surveillance à l'endroit des utilisateurs de drones) devrait être renforcée.			

La chevêchette d'Europe			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Faible
La population de chevêchette se porte bien en France. Sa forte capacité d'adaptation (plasticité alimentaire et d'habitat) limite sa vulnérabilité face au changement climatique.		Si les populations de chouette de Tengmalm diminuent, cela laisse un territoire plus important aux chevêchettes.	

La chouette de Tengmalm			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Nulle
La diminution des populations de Tengmalm sans que les causes soient clairement définies en France sont de mauvais augure pour le devenir de l'espèce dans un contexte de réchauffement climatique. A moyen terme, l'abondance de proie devrait augmenter et la chasse facilitée par les chablis de bois scolytés. Cependant, de grandes incertitudes pèsent sur le devenir de son habitat dans la réserve. Bien que la forêt gagnera en altitude, la constitution d'un réseau de loges adéquates sera très lente car la forêt ne sera pas mature. Le dépérissement des hêtres et des épicéas pourrait diminuer le nombre de logs disponibles. L'étalement dans le temps de la fréquentation du public en réserve et des activités forestières (avec un enneigement de plus en tardif en automne et un déneigement précoce au printemps) peuvent laisser craindre un dérangement plus fort.			

Le Tétrasyre			
Appréciation de vulnérabilité	Moyenne	Appréciation d'opportunité	Nulle
L'habitat du tétras-lyre va remonter et sa capacité d'adaptation pourrait compenser certains impacts du changement climatique (prédation, nourrissage des jeunes). Le dérangement hivernal à Salvadon et Commune par le ski de rando devrait diminuer avec la baisse de l'enneigement (surtout au printemps), sauf lors de forts épisodes neigeux. Dans le secteur de commune, il est à craindre une intensification du pâturage avec l'allongement de la durée d'estive et le manque d'herbe (peu d'eau).		La réouverture d'alpages dans le fond de vallée et en pied de versant (plus proche de points d'eau et dessertes) pourrait être bénéfique au tétras-lyre.	

## Le Lagopède

Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Nulle à faible
D'après les résultats du programme européen ALCOTRA "Galliformi alpini - les galliformes alpins", le déneigement printanier sera favorable à la bonne santé physiologique des femelles avant la ponte (augmentation des ressources trophiques disponibles). Cependant, les perspectives de précipitations abondantes comme les phénomènes caniculaires laissent présager une mortalité importante chez les poussins. Ces variables météorologiques sont les plus grandes menaces pour l'espèce à l'avenir. En effet, la remontée de la forêt sera lente. Les pressions pesant sur l'espèce (percussion, prédation, dérangement) ne vont pas diminuer dans les secteurs de la réserve où le lagopède est présent. Voire, ces pressions pourraient augmenter (bivouac, randonnée), report de fréquentation hivernale à la station de Flaine. Le lagopède semble donc fortement vulnérable au changement climatique.		La seule opportunité est une meilleure survie des femelles au sortir de l'hiver. Cela pourrait reculer la diminution démographique.	

## 4.2.4 Les activités de nature

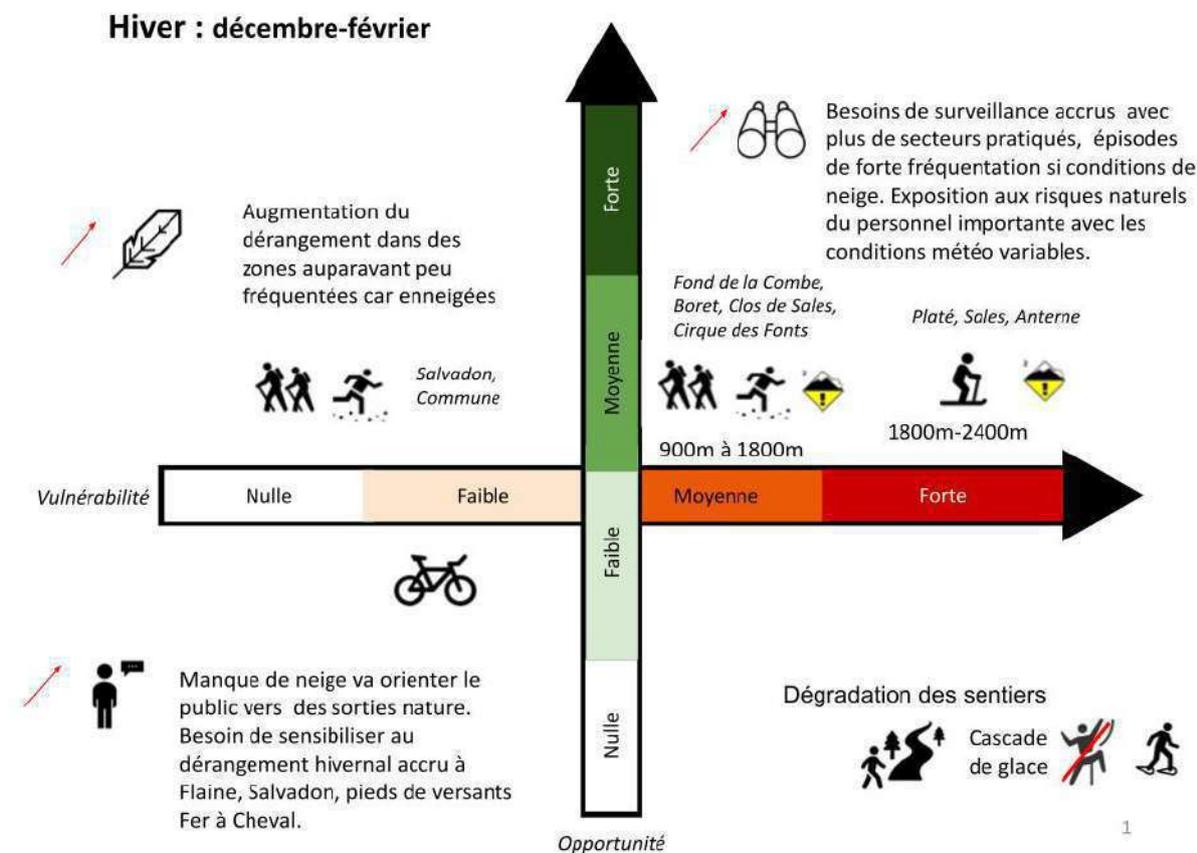
Dans l'ensemble la saisonnalité (hiver/été) s'estompe au profit d'une fréquentation à l'année ou d'un allongement de la période de pratique. L'accès à la réserve était jusqu'ici limité pendant les intersaisons du fait de la neige précoce et des risques d'avalanches au printemps jusque très bas dans la vallée. Or, la baisse de l'épaisseur de neige et les pluies en hiver plus fréquente avanceront la date de déneigement. Même au sein de l'hiver, l'épaisseur de neige sera très variable selon les secteurs. Néanmoins les fortes pentes limiteront toujours une fréquentation importante car les risques d'avalanches perdureront.

Nous avons synthétisé l'ensemble de l'évolution de la fréquentation dans le tableau ci-dessous.

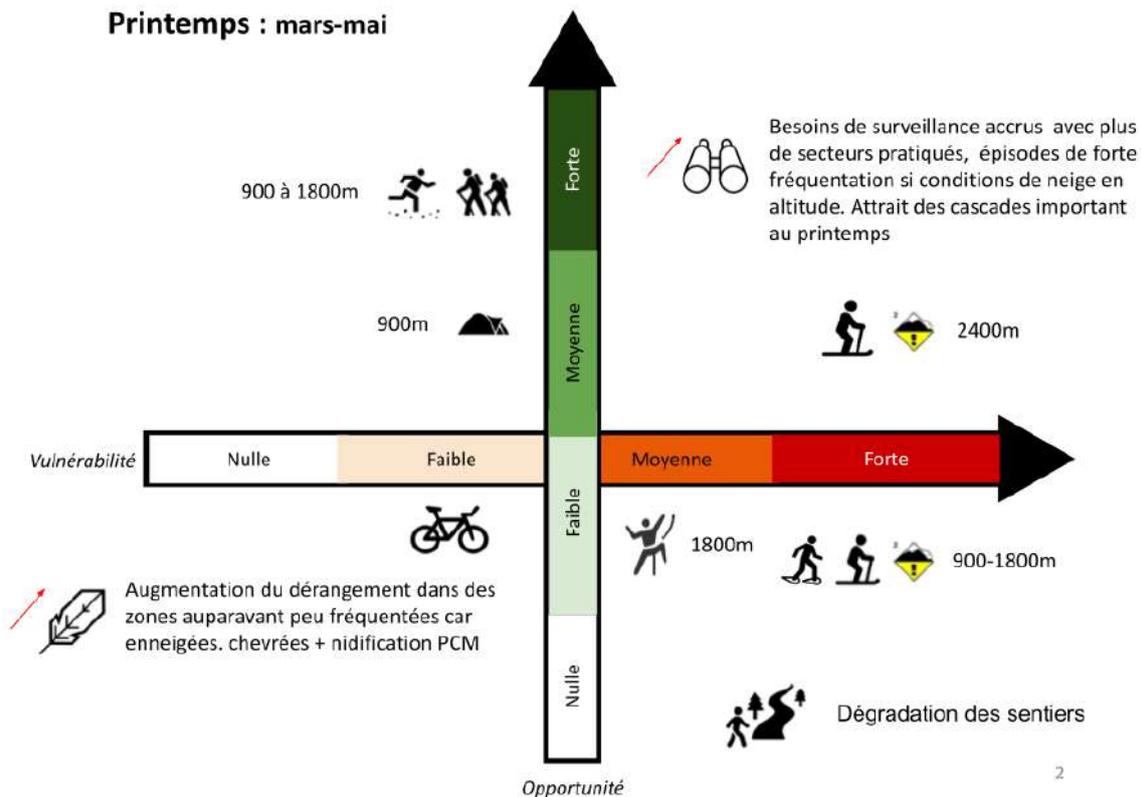
Activités	Tendance	Saisons				Secteurs										
		Hiver	Printemps	Été	Automne	Fer-à-Cheval / Fond de la Combe	Salvador	Boret - Vogelle	Ruan - Tenneverge	Grenairon - Cirque des Fontes	Commune	Vallon de Sales, Platé	Cheval Blanc Plan Buet	Anterne		
↗ Essor	En 2100															
→ Stable																
↘ Diminution																
Randonnée pédestre	↗					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trail	↗					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VTT	↗					x										
Canyon	↗							x								x
Baignade	↗					x		x								x
Escalade	↗							x								x
Raquettes	↘					x	x									
Ski de rando	↘						x				x	x				
Spéléologie	→								x				x	x		
Cascade de glace	x	■				x						x				
Pêche	?					x										x
Chasse	↗					x	x		x							
Résidences secondaires	↗					x	x				x	x				
Elevage	↗					x	x	x		x	x	x				x
Refuges-buvette	↗					x		x		x		x				x
Exploitation forestière	→					x	x	?		x	x	x				?
Transport électrique (travaux)	?									x						

■	Saison déjà pratiquée	x	Secteur pratiqué
■	Nouvelle saison	x	Nouveau secteur de pratique
	A l'opportunité	x	Secteur plus risqué
■	Abandon	x	Secteur abandonné

Une analyse détaillée par activité est proposée en annexe. Nous proposerons ici une synthèse des notes de vulnérabilité et d'opportunité attribuée par saison.

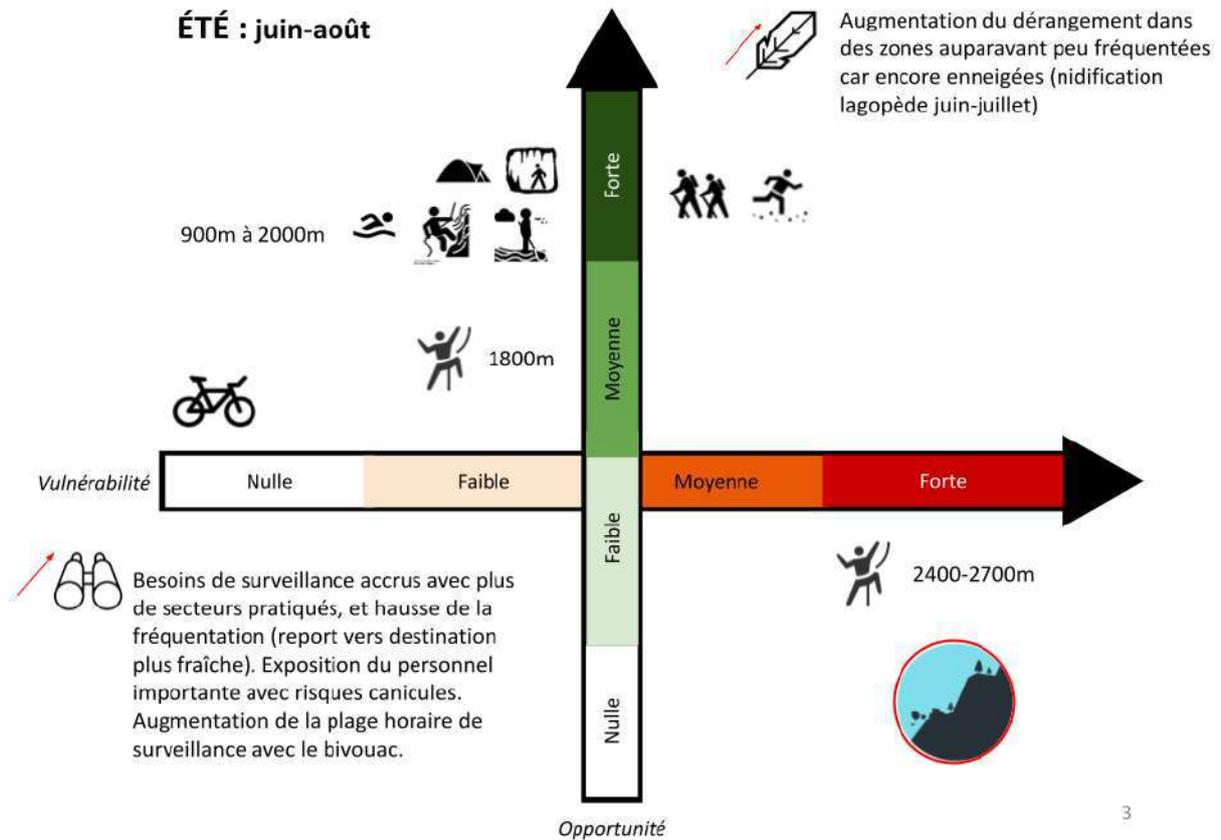


Fréquentation hivernale	
Synthèse des vulnérabilités	Synthèse des opportunités
<p>Baisse du nombre de jours avec un enneigement suffisant pour les pratiques hivernales (raquettes, ski de rando). L'escalade sur cascade de glace ne sera plus que rarement possible à moyen terme, puis impossible à long terme. Malgré la diminution de l'épaisseur de neige, le risque d'avalanches restera élevé car l'isotherme sera très haut en altitude l'hiver aux heures les plus chaudes (2400m ou plus selon le scénario RCP). L'état des sentiers à 1800m pourrait se dégrader à cause de la pluie plus fréquente.</p>	<p>La pratique de la marche, du VTT et du trail assez haut en altitude sera possible un plus grand nombre de jours de novembre à janvier même à 1800m. Mais les risques d'avalanches limiteront l'accès aux secteurs exposés à de fortes pentes au-dessus (majorité des parcours dans la réserve). Effet d'Opportunité accru : risque de forte fréquentation les rares jours de conditions de neige pour le ski de randonnée et la raquette.</p>



2

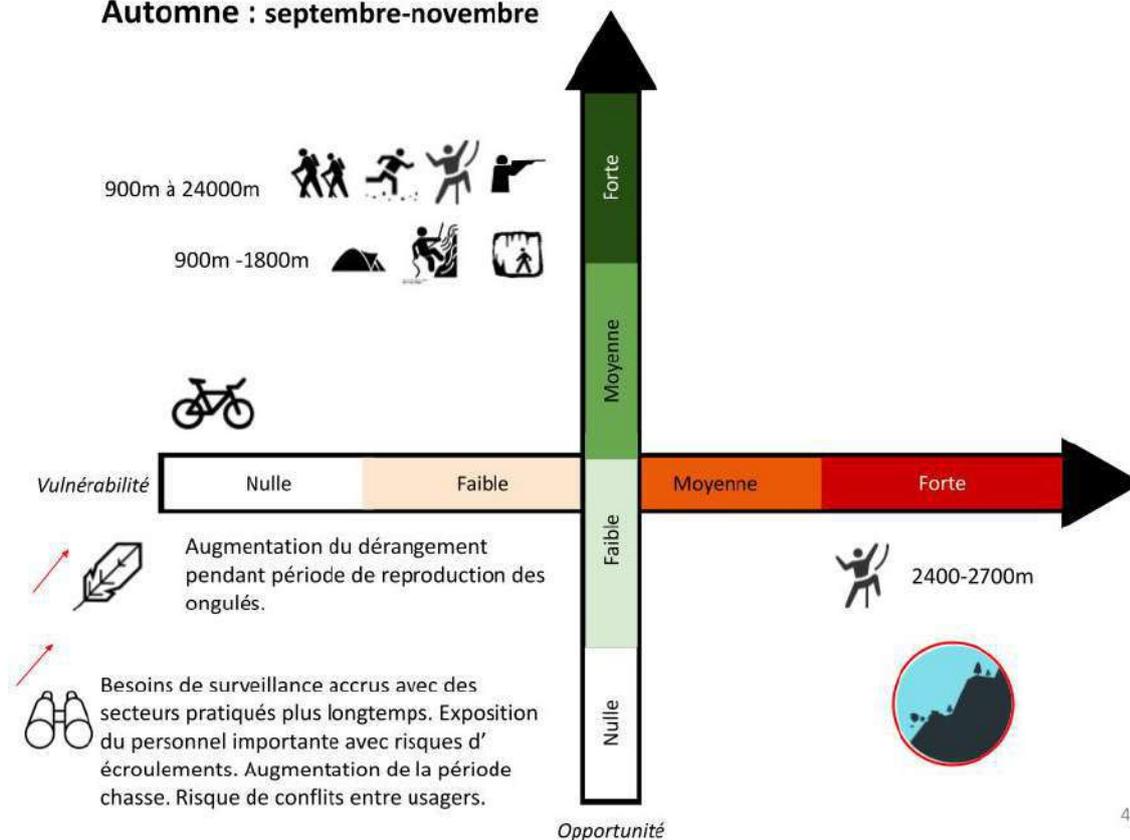
Fréquentation printanière	
Synthèse des vulnérabilités	Synthèse des opportunités
<p>Les plus hauts secteurs resteront bien enneigés (2400m et plus) mais la descente nécessitera probablement de plus en plus de portage/déchaussage. Il pleuvra plus souvent qu'il ne neigeait, particulièrement en dessous de 1800m si fait que la qualité de la neige sera nettement dégradée. Possible dégradation des sentiers si la fréquentation augmente dans les secteurs déneigés.</p>	<p>Au printemps, à basses altitudes, les températures clémentes dès avril (RCP 8.5) ou mai (RCP 4.5) favoriseront les activités pédestres, voire le bivouac au fond de la combe (20°C max en journée). Les refuges seront accessibles dès le mois d'avril (RCP 8.5) ou mai (RCP 4.5). Les voies d'escalades du Boret également. La hausse de la fréquentation dépendra fortement des précipitations printanières. La fréquentation en mai-juin pour profiter des cascades pourrait augmenter. Le ski de rando se fera à l'opportunité selon les conditions (le maximum de neige sera atteint début avril). L'accès aux chalets d'alpages privés pourra se faire plus tôt dans l'année (fin mai).</p>



3

Fréquentation été	
Synthèse des vulnérabilités	Synthèse des opportunités
<p>Les plus hauts secteurs de la réserve pourront être déstabilisés par la dégradation du permafrost rendant dangereux l'accès au Tenneverge/Cheval Blanc /Buet / Fiz. Risques de laves torrentielles accrues si orages. L'approvisionnement en eau des refuges pourraient être plus irrégulier en été si les précipitations diminuent. La balade du Fer à Cheval pourrait perdre de son attrait si les cascades se tarissent en été. Diminution de la rando/trail lors des canicules. Démarrage plus tôt / de nuit ? Avec la hausse de fréquentation (Sales, Anterne), il y a un risque d'augmentation des conflits d'usages avec les bergers en cas de présence de patous.</p>	<p>La chaleur estivale rendra attrayante les itinéraires d'altitudes et/ou ombragés en versant Nord et avec points d'eau (Lacs, cascades de Sales, Giffre). La pratique du bivouac sera nettement plus accessible en terme d'équipement du fait de la hausse des températures. Opportunités de développement pour les activités d'eau comme la baignade, le paddle dans les plans d'eau d'altitude et le canyoning après des pluies (eau de fonte froide réduite).</p>

## Automne : septembre-novembre



Fréquentation automnale	
Synthèse des vulnérabilités	Synthèse des opportunités
<p>Conflits d'usages chasse / randonneurs/traileurs. Risque d'écroulements dans les plus hauts secteurs.</p>	<p>L'arrivée tardive de la neige ne limite plus l'accès qu'aux plus hauts secteurs fin décembre. La chasse pourrait fermer plus tard. Le bivouac, le canyoning ou la spéléo seront possible jusqu'en octobre voire novembre à 1800m. Opportunité d'ouverture plus tardives des refuges si roulement dans les équipes. Les chalets d'alpages privés pourront être occupés plus longtemps (plus de consommation d'eau et de bois).</p>

### 4.2.5 Les activités économiques : exploitation forestière & pastoralisme

Avant la création de la réserve, le Haut-Giffre est une région occupée et exploitée de longue date. Le décret prévoit que « les opérations d'exploitation courante des fonds ruraux agricoles, forestiers et pastoraux s'exercent conformément à la réglementation en vigueur. Elles peuvent être réglementées par le préfet dans la réserve naturelle dans l'intérêt de la préservation de certaines espèces. » Ainsi, les activités forestières, agricoles et pastorales subsistent dans la réserve et le gestionnaire a peu de moyen d'actions directes pour encadrer les usages. Alors que le foncier appartient à 90% aux communes de Sixt-fer-à-Cheval et de Passy, les relations difficiles avec le gestionnaire l'avaient écarté jusqu'ici des conventions signées entre la commune, les éleveurs et l'Association Foncière Pastorale (AFP). Par ailleurs, en l'absence de plan de gestion de la réserve, le

plan d'aménagement forestier des parcelles soumises ne tenait pas particulièrement en compte les enjeux écologiques du site.

Nature propriété	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)	Nb parcelles	Nb comptes de propriété	% MFU
<b>Communale</b>	84 800 036	89,7	247	3*	0 %
<b>Communale suisse</b>	4 777 153	5,1	11	1	
<b>ONF</b>	863 222	0,9	5	1	
<b>Sociétés civiles</b>	2 782 447	2,9	52	5	
<b>Propriétaire privé unique</b>	538 168	0,6	353	111	0 %
<b>Multipropriété privée **</b>	743 261	0,8	377	111	0 %
<b>Σ =</b>	<b>9 450 ha 42 a 87 ca</b>	<b>100 %</b>	<b>1 045</b>	<b>232</b>	<b>0 %</b>

\* la commune de Sixt-Fer-à-Cheval possède deux comptes de propriété car elle possède des parcelles sur son territoire et sur Passy, mais pour des facilités d'analyse il n'est compté qu'un seul compte de propriété pour elle.

\*\* indivision, démembrement ou biens non délimité (BND)

Nous avons analysé la vulnérabilité de l'exploitation forestière de manière générale. En revanche, le pastoralisme a été analysé d'une part de manière générale et d'autre part à l'échelle des différents alpages présents dans la réserve (cf. Fiche d'analyse de l'objet pastoralisme en annexe) :

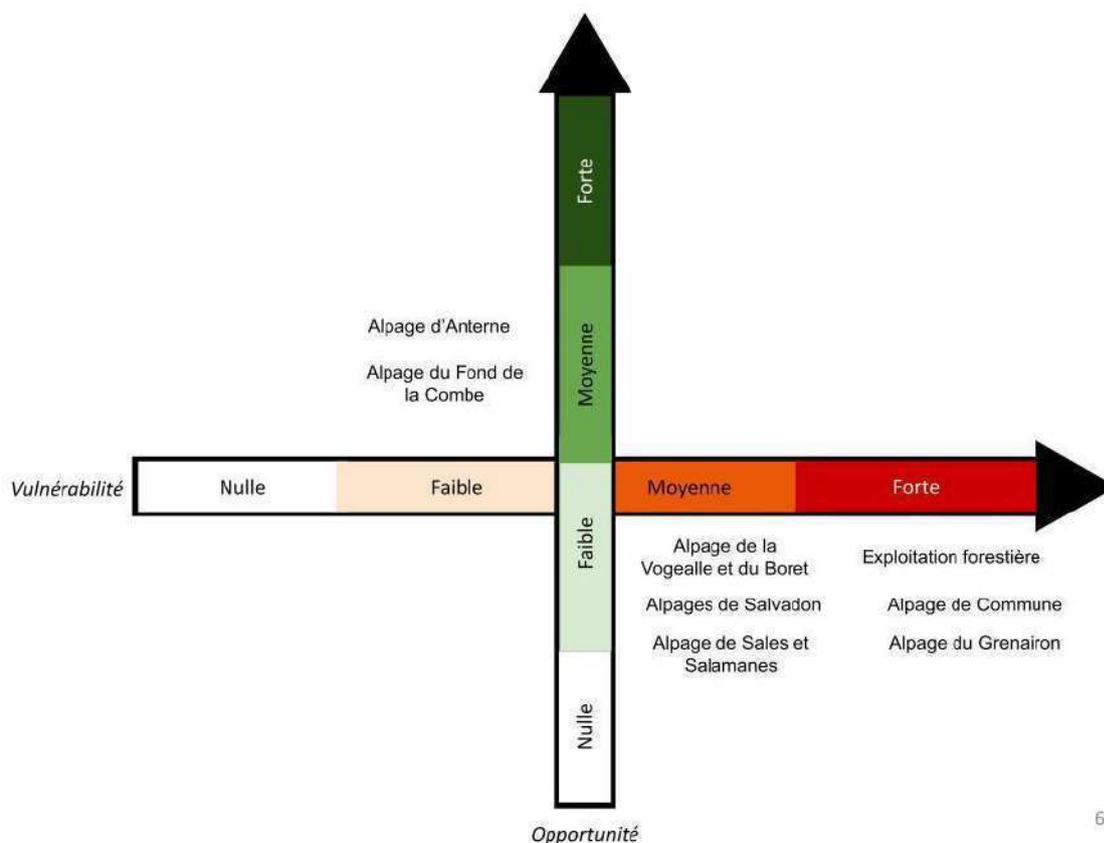


Figure 17 - Synthèse de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'opportunité des activités forestières et pastorales face au changement climatique

Exploitation forestière			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible
D'ici 2100, la hêtraie diminuera probablement sur les versants sud (fond de la combe, Boret). Bien que l'essence soit moins valorisable économiquement, ce sera défavorable à l'économie forestière sizeraine. Si les températures atteignent en hiver celle qu'ils faisaient dans le Verdon à 1800m (scénario RCP 8.5) de 1956 à 2005, il est probable que la régénération naturelle de l'épicéa ne pourra plus se faire non plus. Des protections contre le gibier pourrait être nécessaire en cas de plantation. C'est surtout la chute des prix suite à l'afflux de bois après des attaques de scolytes ou des coups de vent qui expose la filière.		La zone de combat est peu intéressante en terme de production et c'est celle qui va gagner en surface dans la réserve. Si la loi ne change pas, la nouvelle forêt va être soumise. Le nouveau plan d'aménagement forestier pourrait assigner un objectif de conservation de la biodiversité à cette zone. Le pin Silvestre pourrait devenir une essence d'avenir.	

Exploitation pastorale			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Faible à moyenne
Le scénario catastrophe pour l'activité pastorale à Sixt serait une sécheresse printanière (observée au printemps 2020, "du jamais vu" selon les mots d'une éleveuse dans la réserve) en plus du risque de sécheresse estivale. En cas de sécheresse printanière les éleveurs/bergers monteront plus haut ce qui peut dégrader l'état des pelouses au sortir de l'hiver. En été le stockage sous forme de neige sera moindre ce qui pourra aggraver la sécheresse des sols même au-delà de 2400m.  De grande incertitude plane sur l'activité. Si les deux modèles climatiques français annoncent une hausse des précipitations en fin de printemps, ils sont très éloignés des autres modèles européens. En cas de demande, cela rend donc très difficile le dimensionnement des retenus/bassins de stockage pour récolter l'eau de pluie /fonte au printemps.		L'avancée de la date de déneigement permettra d'allonger la période d'estive ce qui peut représenter une opportunité pour les éleveurs (moins de places à avoir dans la vallée pour les bêtes et diminution du temps dédié au foin). Cependant, l'évolution de la qualité de l'herbe reste une inconnue. La diminution de la surface des pelouses du caricion ferrugineae peut diminuer la qualité de l'herbage et augmenter le raclage des bêtes avec la sécheresse des sols. La vulnérabilité dépend donc avant tout de la topographie de l'alpage et des pratiques de l'éleveur/berger.	

## 4.2.7 Les outils et moyens de gestion

La réserve compte aujourd'hui une conservatrice, deux gardes techniciens et un animateur à temps plein. L'été, l'équipe propose des éco-volontariat d'un mois (2 sessions) pour trois personnes afin de renforcer la capacité d'action sur le volet éducation à l'environnement auprès des visiteurs. Par ailleurs, un volontaire en service civique est également présent 8 mois dans l'année afin d'appuyer l'animateur sur la conception d'outil pédagogique. Le CEN74 mobilise de nombreuses personnes « ressource » au sein de son équipe, au bénéfice de la réserve naturelle pour des outils de suivis scientifiques (faune, flore, patrimoine géologique), des outils de géomatiques, gestion de projets et ressources humaines.

Afin d'analyser la vulnérabilité des capacités d'actions de l'équipe de la réserve face au changement climatique, nous avons analysé particulièrement :

- Les moyens humains à disposition et en quoi le climat pourrait interférer dans la charge de travail et l'organisation des activités. Dans une moindre mesure la sécurité au travail a également été questionnée. Ces différents éléments ont été décomposés dans la figure ci-dessous.
- L'accueil et les actions pédagogiques auprès de groupes
- Les animations saisonnières

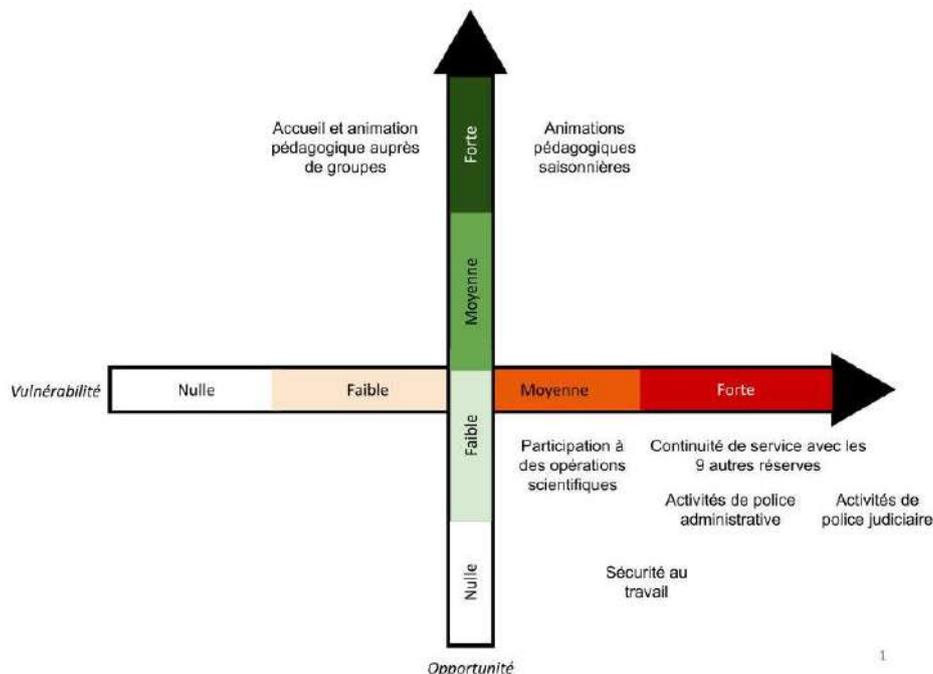


Figure 18 - Evaluation de la vulnérabilité des activités et moyens de gestion de la réserve face au changement climatique

Moyens humains et activités			
Appréciation de vulnérabilité	Forte	Appréciation d'opportunité	Moyenne
	<p>La continuité de service au sein des 9 réserves gérées par Asters-CEN74 va être mise à mal. Les moyens humains seront davantage "sous tension". L'accès 4 saisons augmentera la fréquentation en volume et dans la durée ce qui se répercutera sur les actions de police judiciaire (déjà visibles pendant la période de la crise sanitaire) mais aussi potentiellement sur les demandes d'autorisations pour travaux des refuges, chalets d'alpages, alpagistes (système d'épurations, approvisionnement et stockage d'eau, entretien des pistes, aménagement). Ainsi, la charge de travail va probablement fortement augmenter alors que la pose de congés sera plus difficile. La répartition des activités de suivis scientifiques en été-automne et la surveillance sera plus délicate. Par ailleurs, la pénibilité au travail va augmenter avec les fortes chaleurs en été et le risque avalanches perdurera en hiver.</p>	<p>Les opportunités sont faibles en l'état existant des moyens de gestion. Plusieurs stratégies sont possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- renforcement des partenariats et stratégies conjointes pour la surveillance (OFB/ONF) même si ces deux corps seront également très sollicités</li> <li>- négociation avec les services de l'Etat pour augmenter la dotation et ainsi le nombre d'ETP</li> <li>- sensibilisation : avoir de nouvelles sessions au printemps pour les écovolontaires (pérenniser le dispositif avec un logement attribué)</li> </ul> <p>S'appuyer sur les aménagements prévus dans le cadre de l'Opération Grand site de France pour concentrer les flux de passage et faciliter la surveillance et la sensibilisation.</p>	

Pédagogie - Accueil de groupes constitués			
Appréciation de vulnérabilité	Faible	Appréciation d'opportunité	Forte
<p>L'accueil de groupe n'est pas un moyen de sensibilisation vulnérable. La capacité de réponse à ce type de demande peut être limitée par le manque de personnel (nécessité d'avoir également une présence sur le site en même temps pour de la sensibilisation type maraudage) et le manque d'espace en salle pour accueillir le public en cas de mauvais temps l'hiver.</p>		<p>En hiver, l'aléa climatique (météo et neige) favorise et valorise les activités annexes (activités pédagogiques en salle ou en extérieur). De plus en plus de séjours sortent du « tout ski » pour varier les activités. L'éveil des consciences face au changement climatique développe l'intérêt du public pour les thématiques liées à l'environnement, sa gestion, sa protection. Il y a une opportunité à développer les activités d'éducation à l'environnement en hiver-automne, d'autant que le dérangement sera plus fort avec la hausse de fréquentation.</p>	

Pédagogie - Animations saisonnières (Grand public)			
Appréciation de vulnérabilité	Moyenne	Appréciation d'opportunité	Forte
<p>La capacité de réaliser des animations pédagogiques est faiblement à moyennement vulnérable face au changement climatique. Tout dépend des moyens à disposition pour démultiplier les personnes sur le terrain au vu de l'augmentation du nombre de visiteurs et d'une diffusion dans les différents secteurs plus importante à l'année.</p>		<p>Les opportunités en termes de formats d'animations et de thématiques sont nombreuses. Notamment la sensibilisation aux milieux aquatiques de montagne (lacs d'altitudes, Giffre) est opportune car la pression de fréquentation va s'accroître autour. Les refuges sont des lieux supports d'animation à privilégier car ils sont déjà répartis dans les principaux secteurs de fréquentation. Ils offrent la possibilité de réaliser des animations à l'abri même en journée. Par ailleurs, la recherche d'autonomie et de sobriété énergétique pourrait être davantage valorisée et accompagnée (organiser le ravitaillement ou la descente de poubelles avec les ânes). En dernier lieu, la volonté de s'engager pour la protection de la nature fait son chemin. Cela faciliterait le recrutement d'éco-volontaires à l'année (voire des habitants de la vallée afin de renforcer l'ancrage territoriale de la réserve).</p>	

## 5. Une vision prospective de la réserve et de ses futurs enjeux

### 5.1 Clap de fin pour les formes glaciaires et reconfiguration des dynamiques géomorphologiques

L'enneigement, la glace, les pentes ainsi que les écoulements contrôlent fortement l'ensemble du socio-écosystème de la réserve. Face au changement climatique et à l'échelle du paysage, la réserve conservera évidemment ses cirques, ses vallons suspendus et ses parois rocheuses. Cependant, l'eau sera distribuée différemment dans l'espace et le temps. L'eau de fonte sera moins importante en quantité et disparaîtra plus tôt (fin de printemps au début de l'été pour les plus hauts secteurs), notamment en lien avec la déprise glaciaire attendue localement dans les prochaines décennies. Les écoulements dans la réserve vont davantage varier en fonction des précipitations pluvieuses et des

crues torrentielles d'ampleurs sont à attendre en lien avec l'augmentation de la capacité hygrométrique de l'air en été et avec davantage de précipitations sous formes pluvieuses en hiver. Le réseau karstique, l'enneigement saisonnier, les zones humides et les nappes phréatiques assureront toujours un rôle de stockage et de « tampon » dans les écoulements pour le territoire, néanmoins l'ensemble des habitats de la réserve en surface vont perdre les caractéristiques climatiques humides et froides qui conditionnaient pour beaucoup leur existence (mégaphorbiaie, pelouses du caricion ferrugineae, bas marais, pessière, hêtraies-sapinières, parois calcaires humides...). Certaines gouilles et zones humides pourraient disparaître en raison de conditions de sécheresse et d'évapotranspiration plus longues et intenses. Les glaciers de la réserve ont la particularité de reposer sur du kartz. De ce fait, la création d'un lac postglaciaire après leur fonte paraît peu probable même si de nombreux plans d'eau de petite taille jonchent la marge récemment libérée par le glacier du Ruan ou dans le secteur de Plan Buet. Cette zone est un témoin intéressant des évolutions à venir dans la réserve. La végétation pionnière est bien installée, mais les sols sont encore très superficiels. Par conséquent, les écosystèmes et les espèces mettront probablement du temps à se développer dans ces secteurs en mutation.

Les cascades et les torrents auront - en dehors des épisodes pluvieux – des débits plus faibles en été ce qui diminuera leur fonction d'humidification et de rafraîchissement de l'air. Enfin, les eaux des lacs se réchaufferont et permettront probablement à la végétation de s'implanter davantage. Leurs spécificités dû à l'altitude seront alors moins marquées. Dans le même temps, les fortes températures augmenteront le besoin de fraîcheur et d'eau pour la faune sauvage et domestique. Les impacts de leur concentration autour des mêmes points d'eau sur les milieux et le cycle de vie des espèces mériteront d'être observés.

La dégradation des conditions de permafrost pourrait réactiver dans les plus hauts secteurs en face nord les flux sédimentaires (chutes de blocs, écroulements, laves torrentielles). En fonction de leur ampleur, cela peut constituer un risque important pour les activités dans la réserve et notamment la fréquentation du site sur un grand nombre d'itinéraires surplombés par ces faces Nord (Fond de la Combe, Cirque des Fonts, Cirque du Fer à Cheval). Cependant, en dehors de ces aléas ponctuels, la remontée de la végétation au long terme fossilisera les versants peu à peu et diminuera la mobilisation sédimentaire lors des pluies. Ainsi, la surface des milieux rocheux au long terme diminuera notamment sur les crêtes et les faibles pentes

Quelles incidences pour la gestion de la réserve ?

- La surveillance sera d'autant plus nécessaire proches de points d'eau hors période d'enneigement. Des pollutions locales de l'eau pourraient augmenter, notamment si les refuges allongent la période d'ouverture et ne diminuent pas le nombre de places. De même l'augmentation du bivouac induit localement un risque de pollution supplémentaires des cours d'eau et des plans d'eau (crème solaire, savon, plastique, matière organique, etc.).
- Par conséquent, les actions de sensibilisations ciblées sur les milieux aquatiques seront tout autant prioritaires que ne l'étaient celles dédiées au dérangement de la faune et à la cueillette ;
- Les équipes seront davantage exposées aux risques de chutes de pierre dans les plus hauts secteurs ;
- Une évaluation des impacts environnementaux et paysagers d'infrastructures de stockage d'eau proches des chalets d'alpages et des refuges devra être anticipée, car cette stratégie d'adaptation pourrait être envisagée par les acteurs locaux dans les prochaines années ;
- La connaissance des habitats et des espèces en tête de bassin versant est nécessaire afin d'envisager à l'avenir des partenariats pour restaurer des continuités écologiques avec l'aval du Giffre ;
- Un choix de gestion s'impose vis à vis de la conservation ou non du style en tresses de la rivière au Fond de la Combe à moyen terme. Afin de conserver un peu plus longtemps le tressage, une réouverture des milieux sur les pieds de versants et l'abattages des épicéas sur

les cônes d'éboulis pour remobiliser les sédiments est possible. A l'inverse, l'abandon de la dynamique de tressage incisera le lit du Giffre. Ce faisant, l'augmentation de la profondeur du lit et la densification du couvert arboré pourraient limiter localement le réchauffement des eaux et permettra aux espèces aval et frigophiles de trouver un refuge.

## 5.2 Un étagement nouveau et des communautés végétales en mutation

La hêtraie à laïche blanche pourrait se généraliser dans la réserve au détriment de la hêtraie à dentaire et la hêtraie subalpine qui n'auront plus les conditions abiotiques nécessaires à leur existence sur leur station actuelle. Ces dernières pourraient trouver des conditions écologiques nécessaires plus haut en altitude (2400m contre 1600m), là où la neige et l'eau de fonte seront encore présentes en quantité et durée suffisante. Cependant, il est peu probable que les hêtraies les plus vulnérables remontent d'autant (graines lourdes à transporter par le vent, croissance lente, nombreuses barres rocheuses). Une forte mortalité est donc envisageable. Cela entraînera une perte de patrimonialité pour la réserve (habitats et espèces associées), une exposition plus importante au risque d'écroulements, chute de pierres.

Les pessières vont fortement souffrir du changement climatique. La politique d'extraction de bois scolytés pourraient accélérer le renouvellement spontanée d'espèces plus thermophiles dans les trouées. Mais elle peut également contribuer à accentuer le dérangement et le tassement de sols (si utilisation d'engins et création de dessertes).

La zone de combat va se déplacer lentement en altitude. La surface des pelouses va donc se réduire à moyen terme (le temps de gagner en altitude également) sauf si la pression de pâturage augmente en lisière. Afin de conserver la surface existante des pelouses, cela nécessiterait une conduite de troupeaux et l'apport en eau suffisante pour ingérer les fibres des ligneux. En l'absence de ces deux conditions, l'état de conservation des pelouses alpines et subalpines se dégradera avec le racle plus important des troupeaux en été, dans les alpages avec un plus faible gradient altitudinal. Les pelouses qui se maintiendront le mieux dans les conditions climatiques futures sont les pelouses à séslerie, par ailleurs bien représentées au sein du réseau des AP. En revanche les pelouses à caricion ferrugineae diminueront fortement avec la baisse d'activité avalancheuse et la colonisation de l'aulnaie. De ce fait, la réserve perdra une partie importante de son patrimoine. Des communautés nouvelles pourraient se former qu'il sera important de caractériser.

- ➔ La mosaïque d'habitats perdurera mais avec des communautés nouvelles.
- ➔ Perte de diversité biologique car les habitats humides et les stations froides seront nettement plus réduits en surface
- ➔ L'étagement végétal va se modifier. A précipitations égales, les espèces montagnardes thermophiles et supportant des déficits hydriques gagneront en surface.
- ➔ Les pelouses pourront coloniser de nouveaux territoires auparavant minéraux (Plan Buet, les Ottans) mais les communautés seront plus thermophiles car la période de déneigement sera supérieure à 3 mois dans l'année même à 2700m.

Quelles incidences sur les moyens et les outils de gestion ?

- La responsabilité de la réserve vis à vis de la protection des pelouses calcaires sera toujours importante, mais celles-ci diminueront en diversité diminuant leur intérêt patrimonial
- Les pressions sur les pelouses pourront être très importantes dépendamment de la stratégie des éleveurs et nécessitent de la part des équipes de la réserve une concertation renforcée avec ces derniers et les services agropastoraux. Notamment, des moyens pour encadrer les pratiques (nombre de bêtes, plan de pâturage, approvisionnement en eau) doivent être activés auprès de la commune.

- Il y a une opportunité à accroître les connaissances sur les espèces saproxyliques et mettre en place une trame vieux bois.
- La cartographie des habitats devra être réactualisée

## 5.3 Une fréquentation à la hausse et plus diffuse dans le temps

L'accès facilité dans l'espace (enneigement moins long) et dans le temps (4 saisons pour les secteurs <1800m sans fortes pentes au-dessus) laisse envisager une hausse de la fréquentation du printemps au début d'hiver ainsi qu'une diversification des activités de nature au même moment selon les conditions météorologiques. Il y aura une opportunité d'ouverture des refuges sur une plus longue période, avec une capacité d'accueil plus limitée en cas de manque d'eau en été. Cela peut augmenter le dérangement de la faune forestière, notamment les ongulés au moment de la reproduction (automne) et la mise-bas (printemps), nidification (printemps-été).

Les températures nettement plus chaudes, favoriseront l'intensification de certaines pratiques émergentes (bivouac, sports d'eau) qui peuvent entraîner des dégradations d'habitats (pollutions, piétinement, risque incendie) jusqu'ici peu importants. Par ailleurs, il est probable que les plus hauts secteurs de la réserve connaissent des pics de fortes influences à certains moments de l'année, quand les conditions hivernales seront là (raquettes/ski de rando). En effet, les lieux de pratique du ski de rando en Haute-Savoie seront très restreints par ailleurs. Cela augmentera le dérangement sur ces fenêtres (fin d'hiver, tout début du printemps à haute-altitude) à des périodes critiques de nidification pour l'avifaune.

Avec l'augmentation de la fréquentation en montagne en été (littoral méditerranéen trop chaud), il y aura sans doute un report vers de nouvelles voies / secteurs auparavant moins fréquentés (Vogealle, Anterne, Ruan-Tenneverge) pour les visiteurs initiés ou les locaux (escalade, alpinisme, trail, randonnée) malgré des conditions plus risquées (lave torrentielle, chute de pierres).

Enfin, il n'est pas exclu que la forte fréquentation dégrade davantage les sentiers et que les conflits d'usage augmentent en été avec les alpagistes et à l'automne avec la chasse.

Quelles incidences pour les moyens de gestion de la réserve ?

- Augmentation des besoins en surveillance pour les infractions communes et sur plus de manifestations sportives. Le personnel actuel n'y suffira pas sans améliorer les infrastructures (signalétiques, balisage) et permettre une concentration du flux des personnes. Des partenariats (commune, gendarmerie, Office du tourisme, Syndicat du Grand Site) sont donc à créer pour limiter les infractions.
- Augmentation des besoins en sensibilisation vis-à-vis des primo-visiteurs mais également auprès d'un public montagnard averti.
- Plus d'arrière-saison pour les récupérations et la pause de congés ce qui fragilise les rythmes du travail
- Les risques au travail seront plus importants car les conditions météo en hiver moins prévisibles. Travail de nuit possible si canicules et hausse du bivouac.

## 5.4 Des activités socio-professionnelles à la croisée des chemins

Le diagnostic met en lumière un nombre croissant de difficultés pour les activités socio-professionnelles existantes dans la réserve avec l'évolution du climat. Parmi ces difficultés, le manque de rentabilité financière et l'inadéquation des infrastructures.

**L'exploitation forestière** déjà complexe sur le territoire le sera encore plus demain avec l'augmentation des bois scolytés à extraire, les dépérissements de hêtres et la régénération naturelle des essences majoritaires (sapins, épicéas, hêtres) très incertaine selon le scénario climatique. Par ailleurs, les orientations des objectifs (production/ protection / accueil du public) seront difficilement conciliables pour les parcelles soumises du fait de la hausse de la fréquentation du public dans ces mêmes secteurs et d'une exigence paysagère plus importante de la part de la commune avec l'opération de labellisation Grand site de France. Les choix d'adaptation de l'ONF ne sont pas établis au moment de réaliser le diagnostic. Nous n'avons pas interrogé ceux des propriétaires forestiers privés. C'est pourquoi une veille sur les politiques et aménagements forestiers aux portes et au sein de la réserve est à instaurer à l'avenir.

Le **pastoralisme** est dynamique sur une grande partie de la réserve malgré les conditions d'exploitation difficiles. Le soutien de la commune a cette activité restera important à l'avenir, car elle est un marqueur d'identité important du territoire avec 13 alpagistes. La commune de Sixt représente en effet 27% de la surface pastorale du territoire du Syndicat mixte du Haut-Giffre (11 communes de la vallée du Giffre ainsi que Magland, Arraches, Saint-Sigismond et Chatillon sur Cluses<sup>16</sup>). Si les précipitations n'augmentent pas, la hausse de l'évapotranspiration des végétaux et la baisse du stock d'eau sous forme de neige altèrera sans doute la qualité herbagère. Le manque d'eau sur les alpages de Commune, du Grenairon, voir au plus long terme celui de Sales et de Salvadon pourrait occasionner des demandes de sécurisation de la ressource des éleveurs vis-à-vis de la commune (propriétaire) et de l'association foncière pastorale (avec qui certains ont une convention). Ces demandes de travaux en réserve pourraient avoir un impact paysager négatif et diminuer les écoulements d'eau nécessaires à la préservation de certains habitats vulnérables au changement climatique (comme les pelouses de caricion ferrugineae qui sont une bonne ressource pour les troupeaux).

Face à la dégradation de la ressource en herbe, les stratégies d'adaptation des éleveurs et des bergers sont nombreuses (baisse du chargement, remplacement des vaches à lait par des vaches à viande, éduquer les troupeaux pour diversifier l'alimentation avec le pré-bois, augmenter la taille des alpages en réouvrant les milieux, mettre en commun les alpages pour décider collectivement d'un plan de pâturage, transhumer). Il est cependant difficile d'imaginer une stratégie commune aux alpagistes, car leurs conditions d'exploitation sont très différentes au sein même de la réserve (cf. Fiche objet Pastoralisme en annexe). Afin de sécuriser la ressource en herbe, la réouverture de milieux si elle est autorisée se fera au détriment de la remontée de la hêtraie et donc compromettra la capacité d'adaptation de cet habitat. A l'inverse, la montée très tôt en saison des troupeaux sur les crêtes pour bénéficier de l'herbe tendre pourrait dégrader durablement les pelouses. Enfin, en cas de réduction du chargement en été, cela pose la question de la disponibilité dans la vallée d'autres surfaces pastorales qu'il appartiendra aux éleveurs ainsi qu'à la communauté de commune de trouver.

Bien que non analysée dans ce diagnostic (un seul entretien réalisé pour un refuge sur les 3 de la réserve du fait de la crise du COVID), l'activité des **refuges** et des **buvettes** semble plutôt faiblement vulnérable au changement climatique. Au contraire, de nombreuses opportunités de développement commercial ne sont pas exclues (allongement de la durée d'ouverture, hausse de la clientèle). Cependant, la capacité d'accueil est, elle, limitée, notamment vis-à-vis des systèmes d'assainissement et à moyen terme du personnel (souvent double-actifs en station de ski). Les refuges et les buvettes constituant les points de chutes de la majorité des visiteurs, la hausse de la fréquentation pourrait dégrader la cohabitation entre leur clientèle et les éleveurs et/ou les habitants ayant leur chalet ou cabanes à proximité (à Sales, Anterne, la Vogealle, le Boret et le fond de la Combe).

Quelles seront les incidences pour la gestion de la réserve ?

- Un travail de négociation avec la commune et le service d'aménagement de l'ONF est à entreprendre afin de réorienter les objectifs des parcelles en réserve. C'est un champ

<sup>16</sup> Plan pastoral territorial du Haut-Giffre, 2013-2017, Alpages et forêts

d'action nouveau pour la réserve qui jusqu'ici avait peu d'interactions avec les acteurs forestiers. Un travail de coopération et de partage de données naturalistes est également indispensable pour mieux intégrer la protection des habitats d'intérêts communautaires forestiers aux objectifs de production ;

- Actuellement, l'arrivée du loup dans la réserve reconfigure les pratiques des éleveurs. A l'instar du berger déjà présent en alpage toute l'estive à la Vogealle, d'autres bergers pourraient être recrutés à très court terme. A plus long terme, les bergers pourraient devenir de nouveaux interlocuteurs et faciliter la mise en place de plan de pâturage nécessaires à la préservation des pelouses, dans un contexte de changement climatique ;
- Le travail de concertation avec la commune et les services agro-pastoraux devra être renforcée pour éviter toute « mal-adaptation » et dégradation durable des milieux ;
- Les refuges resteront des points de passage majeur dans la réserve. Aussi, les actions de sensibilisations auprès de leur clientèle ainsi que les outils d'interprétation à l'intérieur pourront être renforcés.

## 5.5 La perte d'espèces montagnardes emblématiques ?

Le devenir des espèces emblématiques montagnardes dans la réserve de S.F.C / P est contrasté. De manière générale, les espèces dont l'alimentation dépend directement de la date de déneigement sont plus sensibles au changement climatique que les autres. Cependant les conséquences sont différentes dépendamment des espèces. Pour le bouquetin, l'avancée de la date de déneigement diminue la qualité nutritive de l'herbage au moment de la mise-bas des jeunes, qui elle, n'a pas changé de date. A l'inverse, les femelles lagopèdes sont favorisées par le déneigement précoce et la vulnérabilité de cette espèce réside davantage dans l'exposition des poussins à de fortes chaleurs et /ou précipitations.

La vulnérabilité n'est donc pas propre à un groupe d'espèces particulier puisque le gypaète, l'aigle et la chevêchette sont moins vulnérables que la chouette de Tengmalm, le lagopède et le tétras-lyre. De la même manière, le bouquetin semble plus vulnérable que le cerf ou le sanglier. Le sort du chamois demeure incertain, et méritera dans les années à venir une étude plus approfondie. De manière générale, ce qui lie l'ensemble de ces espèces emblématiques face au changement climatique, c'est leur exposition à davantage de dérangement, avec la possible augmentation de la fréquentation en réserve à des périodes critiques (reproduction, nidification, mise-bas). Les stratégies d'adaptation au changement climatique des activités socio-professionnelles seront également un facteur important d'évolution vis-à-vis :

- Des habitats disponibles (en particulier pour les petites chouettes, le tétras-lyre et le lagopède)
- Des infrastructures présentant un risque pour la mortalité de l'avifaune
- Du dérangement avec une période d'activité plus longue des refuges, estives, exploitation forestière, résidence secondaire

Ainsi le changement climatique fait peser sur la réserve une perte d'espèces emblématiques et patrimoniales typiques des milieux montagnards, sans pour autant toutes les menacer. A l'échelle de la réserve, ces espèces emblématiques ne représentent qu'un nombre relativement petits d'individus et leur rôle écologique peut être remplacé par d'autres espèces. Par conséquent, si elles devaient disparaître, les déséquilibres écologiques ne seraient probablement pas significatifs pour les milieux naturels. Leur disparition serait en revanche beaucoup plus dommageable en terme d'ancrage territorial et de valorisation de l'espace naturel auprès des visiteurs. En effet, les actions et discours de sensibilisation à la protection de la nature avaient, pour leur grande majorité, une entrée « faune », en mettant en avant les bouquetins, le lagopède et le tétras-lyre.

Quelles seront les incidences pour la gestion de la réserve ?

- Le gestionnaire devra veiller à ce que le discours marketing « 4 saisons » autour de la destination touristique « Haut—Giffre » inclue des messages de sensibilisation sur la sensibilité des espèces montagnardes au dérangement et la présence d'autres activités humaines
- La mise en place de zone de quiétude sera toujours nécessaire l'hiver et au printemps. Une veille des conditions météorologiques sera nécessaire pour mobiliser des moyens de surveillance accrus, lors d'épisodes neigeux importants permettant la pratique du ski de rando depuis Flaine.
- Les espèces emblématiques permettant de justifier l'existence de la réserve auprès de acteurs et des visiteurs devront être élargies à d'autres groupes d'espèces, et notamment des espèces avec un rôle fonctionnel important (hêtre, épicéa, sapin, laïche, insectes saproxyliques, amphibiens, ...)
- La réalisation de manifestations sportives dans la réserve devra être fortement limitée
- Le renforcement de la gouvernance avec les acteurs comme l'ONF et les services agropastoraux est nécessaire afin de limiter au maximum les pressions sur les habitats des espèces –emblématiques ou non.

### 5.3 Le changement climatique met en tension les moyens de gestion existants

Le changement climatique ne va pas remettre en question l'existence de la réserve (pertinence de son périmètre ou intérêt écologique). Cependant, la mission de protection et de gestion confiée au Asters-CEN74 sera plus difficile à assumer à moyens constants.

En effet, l'équipe est relativement réduite pour gérer plus de 9000 hectares, et maîtriser une fréquentation et des activités humaines étalées dans plusieurs secteurs distants (ce qui nécessite de prendre un véhicule et de ressortir de la réserve pour y accéder). La hausse de la fréquentation en volume et dans la durée va accroître la charge de travail concernant les missions de police judiciaire pour la conservatrice et les deux gardes techniciens. Or, la hausse de la fréquentation se retrouvera probablement dans tous les espaces naturels alentours. Par conséquent, l'appui des autres gardes du CEN74, ou d'autres agents de police (gendarmerie, OFB) sera limité pour les mêmes raisons. L'opération Grand site de France pourrait être une opportunité de réorganiser les flux de visiteurs dans les secteurs les plus fréquentés (Fer-à-Cheval, Fond de la Combe, Lignon, Sales) en reculant par exemple les parkings aujourd'hui aux portes de la réserves plus proches du village et des hameaux de Salvagny et Nambride.

Les activités humaines autres que le tourisme et les activités de pleine nature seront davantage réparties dans le temps. Cela pourrait permettre d'étaler en retour les demandes d'autorisation qui avant concernaient surtout la période hivernale et printanière. Néanmoins, elles pourraient augmenter en volume du fait de l'adaptation des acteurs socio-professionnels au changement climatique (équipement de nouveaux itinéraires sportifs, retenue d'eau en alpage, aménagement des chalets privés). Dans ce cas de figure, le temps de travail de la conservatrice et des deux gardes pourrait être insuffisant pour traiter ces demandes au risque de générer des tensions avec les socio-professionnels.

Les modifications paysagères (verdissement et désenglacement) qu'entraîneront le changement climatique questionnent les orientations de gestion à prendre et nécessitent pour certaines d'être anticipées dès aujourd'hui auprès des acteurs du territoire. Notamment, le plan d'aménagement des forêts et les parcours de pâturage sont des leviers d'actions pour préserver les pelouses et favoriser la résilience des milieux forestiers. Afin de les activer, le temps dédié par l'équipe de la réserve et celle du CEN74 à la concertation et l'expertise de l'état de conservation des milieux ne peut que s'accroître.

Enfin, la demande d'animations pédagogiques et notamment l'accueil de groupes pourrait augmenter avec le développement du tourisme 4 saisons, et d'un écotourisme complémentaire de l'activité du ski en hiver notamment. L'animateur et la personne volontaire en service civique pourraient ne pas pouvoir répondre à toutes les demandes d'accueil de groupe sans diminuer la sensibilisation directe de terrain. Or, sensibiliser au dérangement de la faune sur le terrain ne sera plus seulement nécessaire durant l'hiver mais s'imposera également au printemps et à l'automne. Le recrutement d'écovolontaires au printemps, la poursuite de la labellisation des accompagnateurs de moyenne montagne (qui pourrait s'étendre aux guides et BE Canyon, escalade) est une piste pour décupler les actions de sensibilisation saisonnières dans la réserve.

# CONCLUSION

---

La méthodologie du projet Natur'Adapt a permis de constituer une solide base de connaissances sur le climat et son évolution sur le territoire du Haut-Giffre. La démarche de questionnement a croisé les visions de l'équipe de la réserve, du CEN, des membres du Comité scientifique ainsi que de quelques acteurs ciblés du territoire, quant aux impacts potentiels des changements en cours et à venir sur le patrimoine géo-biologique et sur les activités humaines de la réserve naturelle nationale de Sixt-fer-à-Cheval / Passy. L'analyse produite ne prétend pas à l'exhaustivité ni à la rigueur d'une étude scientifique, mais elle dresse une première synthèse des connaissances disponibles (et un temps de travail réduit) et des perspectives d'évolution de la réserve, ses habitats, ses espèces et les activités qui s'y exercent. Un des objectifs de la démarche Natur'Adapt est que cette réflexion ne reste pas figée mais soit progressivement complétée au fur et à mesure des observations faites sur la réserve, ou par l'acquisition de connaissances. De plus, il est important de partager la vision des évolutions potentielles du territoire (à environ +2°C ou +4°C<sup>17</sup> selon le scénario climatique) de température atmosphérique moyenne sur l'année- afin d'explicitier les choix de gestion qui seront pris par le gestionnaire. En complément, la démarche d'analyse des pressions a aussi permis de flécher certains acteurs locaux avec qui la mise en place ou le renforcement d'une coopération se révélera d'autant plus important pour favoriser la préservation de la nature au sein du socio-écosystème de la réserve. Toutes ces informations vont servir de base à l'écriture du plan d'adaptation (disponible dans un second document) et du futur plan de gestion de la réserve.

---

<sup>17</sup> Cf. *Un récit climatique de la RNN de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy de 1950 à 2100*, Juliette Dané, 2020

# LISTE DES ACRONYMES

---

AFP : Association foncière pastorale

AMM : Accompagnateur de moyenne montagne

AP : Aire protégée

DVO : Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité

CEN : Conservatoire d'espaces naturels

CBNA : Conservatoire botanique alpin

CRPF : Centre national de la propriété forestière

OGS : Opération Grand Site de France

ONF : Office national des Forêts

SEA : Société d'Économie Alpestre

SM3A : Syndicat mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents

SAP : Stratégie des aires protégées

RCP : Representative Concentration Pathway

RTM : Risques et travaux de montagne

RNN : Réserve naturelle nationale

S.F.C / P : Sixt-Fer-à-Cheval / Passy

# GLOSSAIRE

---

## **Climat**

Ensemble des caractéristiques de l'atmosphère (température, pluviométrie, pression atmosphérique, humidité, ensoleillement, vents...) et de leurs variations, à une échelle spatiale donnée et sur une période suffisamment longue (30 ans).

## **Capacité d'adaptation intrinsèque**

Qualité intrinsèque qui permet à un système humain ou naturel de réduire les effets négatifs et/ou de tirer parti des effets positifs du changement climatique.

## **Démarche d'adaptation**

Démarche qui permet à un système humain ou naturel de réduire les effets négatifs et/ou de tirer parti des effets positifs du changement climatique.

## **Exposition**

Nature, degré et fréquence des variations climatiques (et leurs « conséquences physiques ») susceptibles d'être subies par les systèmes humains ou naturels.

## **Modèle climatique**

Modélisation mathématique qui simule les interactions entre l'atmosphère, l'océan et les surfaces continentales pour obtenir les évolutions possibles du climat terrestre.

## **Paramètre climatique**

Grandeur observée ou calculée permettant de caractériser le climat et son évolution sur un espace géographique. Par exemple : les températures moyennes, les vagues de chaleur, le régime des précipitations, les épisodes de sécheresse, l'élévation du niveau marin...

## **Pression non climatique**

Pression anthropique ou naturelle qui peut influencer, en négatif ou en positif, sur sa capacité intrinsèque d'adaptation ou sa pérennité (ex : fragmentation des milieux, pollutions, activités sportives et touristiques, exploitation des ressources naturelles, espèces exotiques envahissantes...).

## **Scénario climatique**

Hypothèses sur l'évolution de la démographie mondiale et des modes de vie à travers la planète pour simuler les émissions futures de gaz à effet de serre. Les scénarios les plus récents sont les scénarios RCP établis par le GIEC.

## **Sensibilité intrinsèque**

Propension intrinsèque d'un système humain ou naturel à être affecté favorablement ou défavorablement par des variations climatiques (et leurs « conséquences physiques »).

## **Vulnérabilité**

Propension d'un système humain ou naturel à subir des dommages, en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation globale aux variations climatiques (et leurs « conséquences physiques »).

# Bibliographie

---

*Vingt ans de lutte contre le réchauffement climatique en France : bilan et perspectives des politiques publiques*, CESE, 2015

Décret n° 2019-1218 du 21 novembre 2019 redéfinissant le périmètre et la réglementation de la réserve naturelle nationale de S.F.C/P (Haute-Savoie), JO du 23 novembre 2019

*Guide des rivières en tresses*, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

*Histoires et mémoires des réserves naturelles de Haute-Savoie. Des origines à la mise en place*. Isabelle Arpin, avril 2005.

*La part sauvage du monde*, Virginie Maris, 2018, Anthropocène, Seuil

*Plan pastoral territorial du Haut-Giffre*, 2013-2017, Alppages et forêts

*Rapport d'activité 2019 de la RNN Sixt-fer-à-Cheval / Passy*, Asters Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie

*Sixt-fer-à-Cheval, Etude ethnologique sur la relation de deux sociétés de chasse avec leur environnement*. Rapport complet, Julien Grange et Charlène Feige, 2015, La Critic.

DANÉ J., 2021, Un récit climatique de 1950 à 2100 de la RNN de Sixt-fer-à-Cheval / Passy– Projet Life Natur'Adapt, 57p.

“Potential Impact of Climate Change on Vegetation in the European Alps: A Review”, Theurillat, JP., Guisan, A., *Climatic Change* 50, 77–109 (2001)

“Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble”, Zekollari, H., Huss, M., & Farinotti, D., *The Cryosphere*, 2019

Nous ne présentons ici que la bibliographie citée dans ce rapport. L'ensemble de la bibliographie et les entretiens ayant servi à l'élaboration de ce diagnostic sont précisés dans les fiches d'analyse par objet en annexes.



[naturadapt.com](http://naturadapt.com)

**Le projet LIFE Natur'Adapt** vise à intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés européens. Coordonné par Réserves Naturelles de France, il s'appuie sur un processus d'apprentissage collectif sur 5 ans (2018-2023), autour de trois axes :

- L'élaboration d'outils et de méthodes opérationnels à destination des gestionnaires d'espaces naturels, notamment pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité au changement climatique et un plan d'adaptation ;
- Le développement et l'animation d'une communauté transdisciplinaire autour des espaces naturels et du changement climatique ;
- L'activation de tous les leviers (institutionnels, financiers, sensibilisation...) nécessaires pour la mise en œuvre concrète de l'adaptation.

Les différents outils et méthodes sont expérimentés sur six réserves partenaires du projet, puis seront revus et testés sur 15 autres sites avant d'être déployés aux échelles nationale et européenne.

## Coordinateur du projet



Contact : [naturadapt-rnf@espaces-naturels.fr](mailto:naturadapt-rnf@espaces-naturels.fr) / 03.80.48.91.00

## Partenaires engagés dans le projet



## Financeurs du projet



The Natur'Adapt project has received funding from the LIFE Programme of the European Union

LIFE17 CCA/FR/000089 - LIFE #CC #NATURADAPT

Mai 2021