



© julienheuret

# Diagnostic de vulnérabilité

Démarche d'adaptation au changement  
climatique de la Réserve naturelle nationale  
de **Passy**



# Autrice

---

Clémentine AGERON – ASTERS Conservatoire d’Espaces Naturels de Haute-Savoie

# Relecture

---

Jean-Baptiste BOSSON et Juliette DANE – ASTERS Conservatoire d’Espaces Naturels de Haute-Savoie

# Remerciements

---

Je remercie toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l’élaboration de ce document.

Une pensée particulière pour l’équipe d’Asters-CEN en charge du suivi du dossier : Jean-Baptiste BOSSON, Juliette DANE et Chloé WEEGER qui ont été indispensables tout au long de la démarche. Merci également à l’équipe de la réserve naturelle de Passy et particulièrement les permanents Julien HEURET et Lucie ROUSSELOT qui ont aussi chaussé les « lunettes du changement climatique » pour m’aider dans la démarche.

J’ai une pensée pour tous les collègues d’Asters-CEN74 et aux différents acteurs du territoire qui ont apporté leur touche à ce document grâce aux échanges que l’on a pu partager.

Un grand merci aux collègues des 14 autres sites tests et des 6 sites pilotes pour les discussions et les questionnements partagés. (À quand un tour de France pour découvrir tous ces espaces ?).

Je remercie enfin toute l’équipe de coordination du projet à Réserves Naturelles de France et en particulier Christine COUDURIER et Anne-Cerise TISSOT, pour leur accompagnement, leur écoute et surtout l’énorme travail réalisé.

Merci !

# Citation de l’ouvrage

---

AGERON C., 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique de la réserve naturelle nationale de Passy. LIFE Natur’Adapt – Asters-CEN74, 47p.

# Table des matières

---

RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION .....	6
ANALYSE CLIMATIQUE.....	11
Méthodologie.....	11
Caractérisation du climat local actuel.....	16
Les évolutions de la température atmosphérique.....	21
Les évolutions des précipitations.....	23
Les évolutions de l'enneigement .....	25
Les évolutions des aléas climatiques .....	27
Les évolutions des écoulements de surface et des débits des cours d'eau.....	29
Récapitulatif des grandes tendances d'évolution.....	30
ANALYSE DE VULNERABILITE.....	31
Méthodologie de sélection des composantes .....	31
Méthodologie d'analyse des composantes.....	32
Implication des acteurs du territoire .....	33
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DU PATRIMOINE NATUREL ?.....	34
Choix des composantes du patrimoine naturel .....	34
Résultats de l'analyse de vulnérabilité du patrimoine naturel existant .....	35
Résultats de l'analyse des nouveaux arrivants .....	37
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES ACTIVITÉS HUMAINES ? .....	39
Choix des activités humaines à analyser.....	39
Résultats de l'analyse de vulnérabilité des activités humaines .....	40
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES OUTILS ET MOYENS DE GESTION ? .....	41
Caractérisation des outils et moyens de gestion à analyser.....	41
Résultats de l'analyse de vulnérabilité des outils et moyens de gestion.....	42
RÉCIT PROSPECTIF DE LA RESERVE NATURELLE DE PASSY SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE .	43
CONCLUSION .....	44
BIBLIOGRAPHIE.....	45
ANNEXES .....	47

# RÉSUMÉ

---

## *Contexte*

Le projet Life Natur'Adapt a pour objectif de développer une méthodologie permettant l'intégration de la notion du changement climatique dans les documents et pratiques de gestion des espaces naturels. En 2021, la réserve naturelle de Passy a intégré la démarche pour tester la méthode élaborée par 6 sites pilotes en 2019 et les outils d'accompagnement et de formation associés (guide méthodologique, plateforme collaborative, formation en ligne). Cette phase de test a été partagée avec 14 autres sites et plusieurs temps d'échanges ont été organisés et animés par Réserve Naturelle de France, structure pilote du projet.

La méthodologie proposée se décline en plusieurs étapes :

- Analyse climatique (climat passé et présent du site et projections des conditions futures) ;
- Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la réserve naturelle ;
- Plan d'adaptation des mesures de gestion.

Le présent document présente les deux premières étapes.

## *Analyse climatique*

La réserve naturelle de Passy se situe dans les Alpes du nord, territoire déjà marqué par les effets du changement climatique. L'analyse climatique du site a ainsi pu être basée sur des études déjà existantes réalisées sur le secteur. L'utilisation de services climatiques en ligne a permis de compléter ces informations avec des projections climatiques plus précises.

L'analyse climatique a démontré que les tendances observées actuellement vont s'accroître dans les années à venir. La hausse des températures, déjà très marquée dans les Alpes, pourrait atteindre +2,3°C à +4,5°C d'ici 2100 à 2100 m d'altitude. Les projections concernant les précipitations sont incertaines, mais une baisse de 10 à 20% de la quantité annuelle de précipitations pourrait être observée d'ici 2050, avec une diminution marquée en période estivale. La proportion de neige dans les précipitations hivernales devrait également diminuer, entraînant un déneigement précoce et accentuant le phénomène de sécheresse estivale. Enfin, les phénomènes climatiques extrêmes (fortes pluies, vagues de chaleur) et les aléas naturels (éboulements, chutes de blocs, lave torrentielles...) devraient être plus fréquents et plus intenses.

## *Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité*

En se basant sur le plan de gestion existant et sur l'expertise de l'équipe interne, 28 composantes représentatives de la réserve naturelle ont été identifiées et analysées au regard des résultats de l'analyse climatique. Pour chaque composante il a été déterminé sa sensibilité au climat, son évolution possible, sa capacité d'adaptation et l'évolution des autres pressions qui l'influencent. Les résultats obtenus pour l'ensemble de ces critères a permis de déterminer la vulnérabilité des composantes au changement climatique.

L'ensemble des milieux naturels va être impacté par le changement climatique, certains négativement d'autres positivement.

Les milieux d'altitude (crêtes ventées, combes à neige) et les milieux humides vont être les plus affectés. Le déneigement précoce, le changement de régime hydrique, la hausse des températures vont perturber le fonctionnement de ces écosystèmes particuliers. Les espèces, parfois rares et menacées qui les composent vont être peu à peu remplacées par d'autres plus généralistes mais plus compétitives. Le risque à terme est donc la perte des milieux spécifiques aux conditions extrêmes.

Les milieux ouverts, les plus représentés sur la réserve naturelle, seront également impactés. L'avancée de la saison de végétation liée à un déneigement précoce pourra rendre les pelouses plus sensibles aux gelées tardives et induire un décalage temporel entre la disponibilité des ressources et les besoins de la faune. Elles devraient également être impactées par les périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes en été.

Des conditions climatiques plus clémentes pourront favoriser le développement des landes et des forêts, notamment vers les zones d'altitudes. Cette dynamique sera cependant contrainte par d'autres facteurs comme l'augmentation des phénomènes gravitaires et l'intensification de la pression pastorale.

Les milieux rupestres, représentant plus de 25% de la réserve naturelle, ne semblent que peu vulnérables. La hausse des températures sur les parois exposées sud pourrait empêcher la nidification de certains oiseaux. Certaines zones d'éboulis pourraient également être plus facilement colonisées par la végétation. Mais l'augmentation des aléas naturels (laves torrentielles, chutes de blocs, éboulements) permettront le maintien de secteurs dynamiques.

Le changement climatique va également faire évoluer les activités humaines du territoire.

Le déneigement précoce des alpages et les sécheresses attendues en plaine devraient entraîner des périodes d'estive plus longues et des troupeaux plus importants. La gestion de la ressource fourragère et de la ressource en eau va demander une conduite réfléchie des troupeaux. L'accès à ses deux ressources pourrait être un facteur limitant de l'intensification agricole du site.

Recherche de fraîcheur, développement de nouvelles offres quatre saisons par les professionnels du tourisme, période d'accessibilité allongée... la fréquentation récréative du site devrait continuer d'augmenter dans les années à venir, notamment aux intersaisons, périodes de sensibilité écologique. En été, les conflits d'usage et les dégradations des milieux, rendus encore plus sensibles par le changement climatique, pourraient s'accroître.

La hausse de la vulnérabilité des milieux et l'intensification des pratiques anthropiques vont entraîner une augmentation de la charge de travail pour les agents de la réserve naturelle. L'organisation annuelle sera également perturbée avec des intersaisons plus intenses. L'ancrage territorial et les partenariats avec les structures et acteurs locaux seront indispensables pour faire face à ces nouveaux défis.

# INTRODUCTION

## Contexte

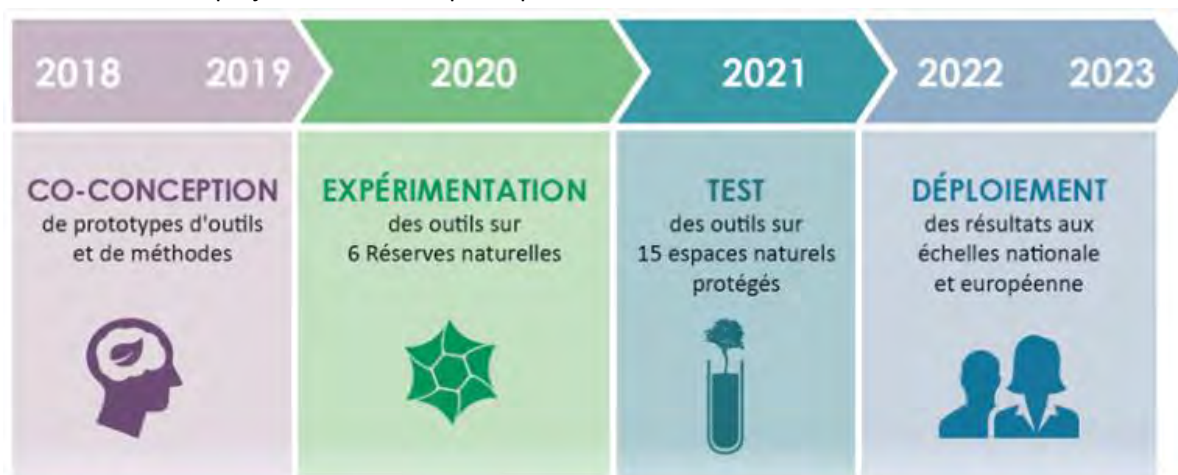
Coordonné par Réserves Naturelles de France et s'appuyant sur un collectif de neuf autres structures dont ASTERS-CEN74, le projet Life Natur'Adapt s'articule autour de trois axes :

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

Des outils et méthodes ont été créés et testés par 6 sites pilotes dans la première phase du projet. La réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy, aussi gérée par ASTERS-CEN74 fait partie de ces sites pilotes.

En 2021, la réserve naturelle de Passy a intégré à son tour le projet en tant que site test. Avec 14 autres espaces naturels, l'objectif de cette deuxième phase est de tester la mise en œuvre des outils et méthodes développés précédemment.

Débuté en 2018, le projet life Natur'Adapt est prévu sur 5 ans.



L'objectif à dix ans est que 80% des gestionnaires de réserves naturelles aient adopté le changement climatique dans leurs pratiques de gestion, de planification et de gouvernance, et que les autres principaux espaces naturels protégés soient engagés dans cette voie.

Le projet Natur'Adapt bénéficie d'un budget de 4,2M d'€ dont 2,5M de la Commission européenne, 500 000 € du Ministère de la transition écologique et 500 000 € de l'Office Français de la Biodiversité.

Les dix principaux partenaires du projet sont :

Réserves Naturelles de France, EUROPARC Federation, Museum national d'Histoire naturelle, Tela Botanica, LPO, ASTERS-CEN74, Fédération des réserves naturelles catalanes, Syndicat mixte du Parc naturel régional du Morvan, Syndicat mixte du Parc naturel régionale des Volcans d'Auvergne, Association Petite Camargue Alsacienne.

Les principales étapes de la démarche Natur'Adapt sont :

- L'analyse climatique du site ;
- Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité ;
- Le plan d'adaptation.

Les deux premières étapes appliquées à la réserve naturelle de Passy sont présentées dans ce document.

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.

À 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 des 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 recettes : chaque territoire doit construire sa démarche en fonction de son contexte.

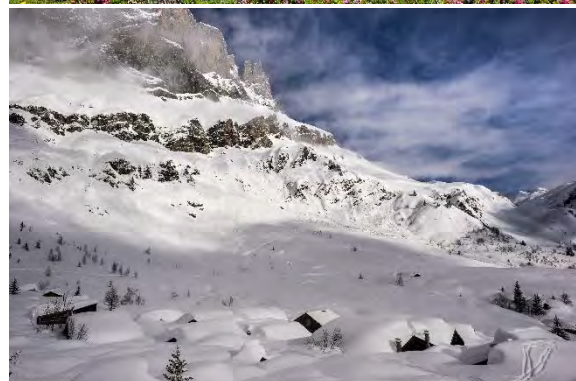
## La réserve naturelle nationale de Passy

Créée par le décret ministériel n°80-138, la réserve naturelle nationale de Passy est gérée par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie (Asters-CEN74) depuis la création de l'association en 2003. Initialement, la création de la réserve naturelle de Passy a été sollicitée par la commune pour « *préserv*er l'intérêt touristique de la commune en établissant un équilibre entre les activités humaines et la sauvegarde de l'environnement de ces activités, ainsi qu'en prenant toutes les mesures nécessaires à la protection de la montagne contre les agressions de toute nature ».

La réserve naturelle de Passy se trouve au cœur d'un ensemble naturel protégé de 15 000 ha qu'elle forme avec les réserves naturelles de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy, des Aiguilles Rouges, de Carlaveyron et du Vallon de Bérard. Entre Arve et Giffre, ce territoire de moyenne et haute montagne s'étend sur plus de 1700 ha allant de 1351 m jusqu'à 2901m d'altitude au Grenier de Villy son point culminant. Elle regroupe les étages montagnards, sub-alpins et alpins.

Ce sont la nature du substrat géologique et la diversité des milieux et cortèges floristiques associés qui confèrent au territoire toute sa particularité. La réserve naturelle de Passy est à la jonction entre socle cristallin et couverture sédimentaire : le substrat est d'un côté siliceux, de l'autre calcaire. Les reliefs cristallins du secteur de Pormenaz, adoucis par le passage des glaciers, font face aux hautes falaises des Fiz. Il en résulte un contraste qui influe directement sur la composition floristique. C'est là l'un des critères de la très grande diversité biologique locale qui concerne autant les habitats naturels, que la faune ou la flore.

La réserve naturelle compte presque exclusivement des milieux herbacés et des formations de ligneux bas. Le versant calcaire est colonisé par une dominante de pelouses sèches à *Seslerie*, qui s'effacent au profit de landes à Ericacées et Genévriers sur substrat siliceux, acide et mieux drainé.



Paysages de le RNN Passy - Source : Asters-CEN74



Un important réseau de zones humides et d'écoulements de surface est également caractéristique de la réserve naturelle qui compte notamment une partie du lac d'altitude de Pormenaz.

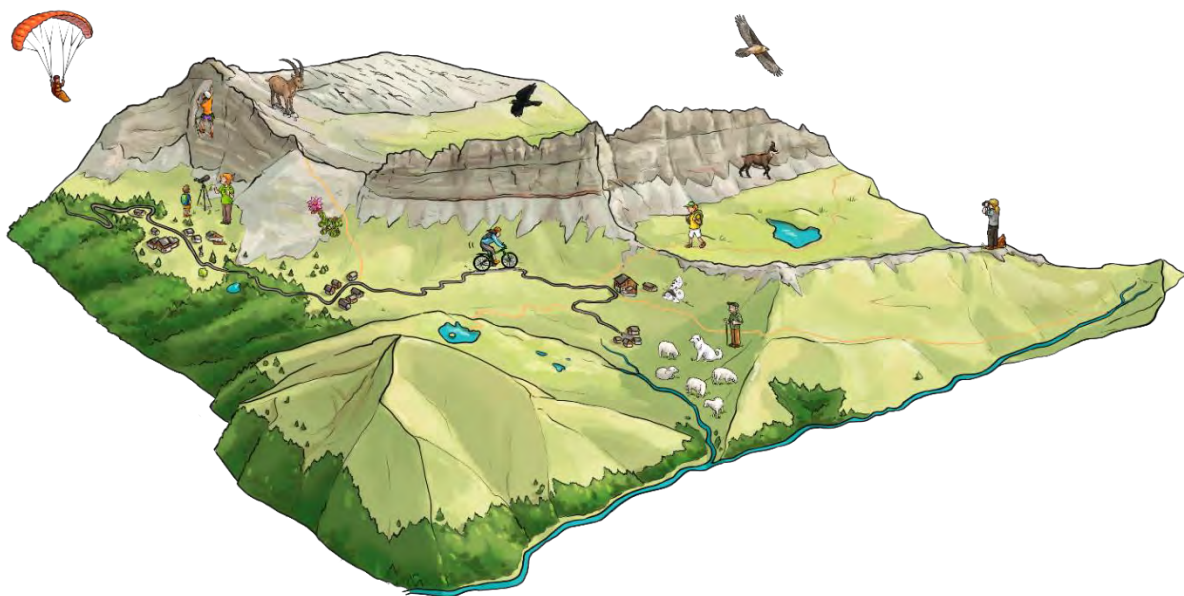
La faune du territoire de la réserve naturelle est typique des zones de haute montagne, avec des espèces emblématiques comme le bouquetin, le chamois ou le tétras-lyre.

La réserve naturelle de Passy est aussi le lieu de vie, de travail ou de passage pour de nombreux acteurs du territoires et visiteurs locaux ou touristes.

L'activité agricole est très présente sur la réserve naturelle de Passy. Le pastoralisme y est pratiqué depuis le Moyen Age et a façonné en partie les milieux qui s'y trouvent. Actuellement, deux groupements pastoraux (ovins et bovins), un éleveur de bovins et un propriétaire de chevaux mettent leurs troupeaux en alpage sur la réserve naturelle. La quasi-totalité du site est concerné par cette pratique extensive. En 2020, le retour du loup et de la prédation a demandé aux éleveurs d'adapter leurs pratiques : les troupeaux ovins sont désormais gardés et conduits par des bergers, parqués et protégés par des chiens de protection pour certains.

Plusieurs sports de nature sont pratiqués sur la réserve naturelle. La fréquentation qu'ils induisent est l'une des principales pressions anthropiques exercées sur les milieux et les espèces. Les pratiques varient en fonction de la saison (randonnée en été, raquette en hiver...) et de nouveaux sports se développent (baignade, VTT, géocaching...). Le refuge de Moède-Anterne accueille les randonneurs au cœur de la réserve naturelle pendant la période estivale. Le nombre de visiteurs a fortement augmenté ces dernières années, notamment à la suite de la crise sanitaire et des différentes périodes de confinement.

Le rôle du gestionnaire est de favoriser la bonne cohabitation des usages tout en préservant les milieux et les espèces de la réserve naturelle de Passy.



Représentation de la réserve naturelle de Passy - Source : Asters-CEN74

# La réserve naturelle de Passy et le changement climatique

La réserve naturelle de Passy est située dans les Alpes du Nord où les effets du changement climatique sont amplifiés. Remontée des végétations en altitude, décalage de la phénologie, réduction du manteau neigeux, intensification des aléas naturels... le changement climatique et ses effets, déjà visibles ou à venir, sont abordés dans le plan de gestion 2010-2019.

La réserve naturelle de Passy est depuis de nombreuses années le support de suivis à long terme des effets du changement climatique sur les écosystèmes (Phénoclim, Lacs Sentinelles). Des études visent également à reconstituer le climat passé du territoire pour mieux anticiper l'avenir grâce à l'analyse d'archives sédimentaires prélevées dans les tourbières et lacs de la réserve naturelle.

De plus, les activités humaines observées dans l'aire protégée ou son aire d'interdépendance (agriculture, développement touristique) sont et seront impactées par le changement climatique. Leurs évolutions auront un effet direct sur les milieux naturels qui en sont le support.

Fort de ces constats qui s'appliquent à l'ensemble des réserves naturelles de montagne dont il est gestionnaire, Asters-Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie s'est engagé en 2019 dans le projet Life Natur'Adapt avec la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy comme site pilote puis en 2021 avec la réserve naturelle de Passy comme site test.

Les plans de gestion de ces deux aires protégées devant être renouvelés en 2022, les conclusions issues de la démarche Natur'Adapt seront intégrées dans les orientations et opérations de gestion de ces sites pour les dix prochaines années.

# ANALYSE CLIMATIQUE

---

L'analyse du climat passé, présent et à venir est la première étape de la méthodologie Natur'Adapt. Avoir une bonne vision des conditions climatiques et de leurs possibles évolutions est primordiale pour évaluer la vulnérabilité du territoire et de ses composantes face au changement climatique.

## Méthodologie

De nombreuses sources de données climatiques et météorologiques existent. L'analyse climatique de la réserve naturelle de Passy se base sur une synthèse de certaines de ces sources sélectionnées pour leur pertinence.

### Données météorologiques de terrain

La station météorologique la plus proche de la réserve naturelle de Passy est située à Servoz, au lieu-dit du Bouchet à 815 m d'altitude à environ 4 km du cœur de la réserve naturelle.

Les données de cette station météorologique n'étant pas corrigées et homogénéisées, le choix a été fait de s'appuyer sur des études existantes et l'analyse de données issues des services climatiques pour l'analyse climatique du site.

### Ressources existantes

Particulièrement marqué dans les Alpes du nord, le changement climatique fait l'objet de plusieurs études sur le territoire du Pays du Mont-Blanc et à proximité. L'analyse climatique réalisée dans le cadre de ce diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité se base en partie sur les résultats de ces travaux.

Quatre principales études ont été prises en compte :

- Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines. Rapport I : Evolution des scénarios climatiques. (AdaPT Mont-Blanc) ;
- *The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif.* (revue scientifique *Nature Scientific Reports*) ;
- Le travail réalisé dans le cadre du projet Explore 2070 porté entre 2010 et 2012 par le ministère en charge de l'écologie ;
- Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy.

### Rapport du projet AdaPT Mont-Blanc

L'Espace Mont-Blanc est une initiative de coopération transfrontalière France/Italie/Suisse visant à la protection du Massif du Mont-Blanc et des territoires attenants (Savoie, Haute-Savoie, Vallée d'Aoste et Valais en Suisse). Le projet AdaPT Mont-Blanc : adaptation de la planification territoriale aux changements climatiques dans l'Espace Mont-Blanc, a pour objectif de développer des outils de planification et de gestion de ce territoire pour l'adaptation aux changements climatiques. Le projet a été financé par le programme européen de coopération territorial Alcotra Italie-France 2014-2020.

Dans le cadre de ce projet, un rapport sur les évolutions climatiques dans l'Espace Mont-Blanc a été réalisé en 2019 par des chercheurs du Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA Mont-Blanc) et de l'Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement en Vallée d'Aoste (ARPA).

Le rapport présente l'évolution des températures et des précipitations dans l'Espace Mont-Blanc depuis 1900, différents scénarios climatiques pour les décennies à venir et une synthèse des principaux effets du changement climatique sur les milieux naturels et les activités humaines.

Pour réaliser ce rapport, les scientifiques ont analysés les données spatiales CHLSEA, base de données climatiques à haute résolution spatiale, d'échelle européenne et adaptée aux terrains de montagne. Les données de stations fournies par Météo Suisse (CH2011) ont également été travaillées pour les paramètres climatiques nécessitant des observations journalières.

Selon les paramètres analysés, plusieurs modèles numériques ont été utilisés et les analyses s'appuient sur trois des quatre scénarios proposés par le GIEC : RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5 (voir explications plus loin).

### *Article scientifique « The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif »*

Cet article paru dans *Nature Scientific Reports* en 2020 a pour autrice principale Léa Laurent (CNRS/Université de Bourgogne Franche-Comté). Il y est analysé les évolutions attendues pour les températures de l'air, les précipitations et le débit de l'Arve à l'horizon 2100 selon les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5, en prenant notamment en compte l'évolution de la dynamique glaciaire du bassin versant. Une modélisation de l'hydrologie a été utilisée en lien avec 16 modèles météorologiques. Le modèle hydrologique a également été alimenté avec les caractéristiques du bassin versant étudié (répartition des altitudes, pourcentage de couverture de glace, surface, pente...) et les variables météorologiques ont été corrigées grâce aux données de la station de Chamonix.

La réserve naturelle de Passy n'abrite pas de glaciers, mais le périmètre protégé fait partie du bassin versant analysé. Les conclusions de cette étude sont donc intéressantes à intégrer à notre analyse climatique.

### *Projet Explore 2070*

Le projet Explore 2070 a été réalisé entre 2010 et 2012 et a été porté par la direction de l'eau et de la biodiversité du ministère en charge de l'écologie et se trouve désormais sur le site de l'OFB (Office Français de la Biodiversité). Les deux principaux objectifs du projet étaient :

- Evaluer les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à l'échéance 2070 pour anticiper les principaux défis à relever et hiérarchiser les risques ;
- Elaborer et évaluer des stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau en déterminant les mesures d'adaptation les plus appropriées tout en minimisant les risques.

Pour cette étude, le scénario choisi pour les projections est le A1B qui correspond à une augmentation de la température moyenne mondiale de 2,8°C d'ici 2100. En comparaison avec les autres scénarios présentés dans l'analyse climatique de la réserve naturelle de Passy, le scénario A1B est plus optimiste que le scénario RCP 8.5 et plus pessimiste que le RCP 4.5.

C'est principalement la partie du projet spécifique à l'hydrologie de surface qui a été reprise ici, notamment grâce à une fiche spécifique d'analyse de l'Arve au niveau de Sallanches. L'Arve ne passe pas directement de la réserve naturelle, mais les cours d'eau qui la traversent s'y jettent en amont de la station étudiée dans le projet Explore 2070.

## *Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy*

La réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy (RNSFC/P) est l'un des 6 sites pilotes du projet Life Natur'Adapt, chargés d'élaborer la méthodologie déployée dans le cadre du programme et est gérée également par Asters-CEN74.

Les deux réserves naturelles étant contiguës, les résultats du travail mené sur la RNSFC/P peuvent être intégrés à l'analyse faite pour la réserve naturelle de Passy, notamment les conclusions sur l'évolution climatique obtenues à l'échelle du massif du Chablais du Département de la Haute-Savoie ou de l'ancienne région Rhône-Alpes.

### Utilisation des services climatiques

Afin de compléter et affiner les observations obtenues grâce à la consultation des quatre études présentées plus haut, une analyse des différentes composantes climatiques a été réalisée grâce à l'utilisation de services climatiques en ligne.

Le portail « Climat HD », proposé par Météo France a été principalement consulté pour l'analyse du climat passé.

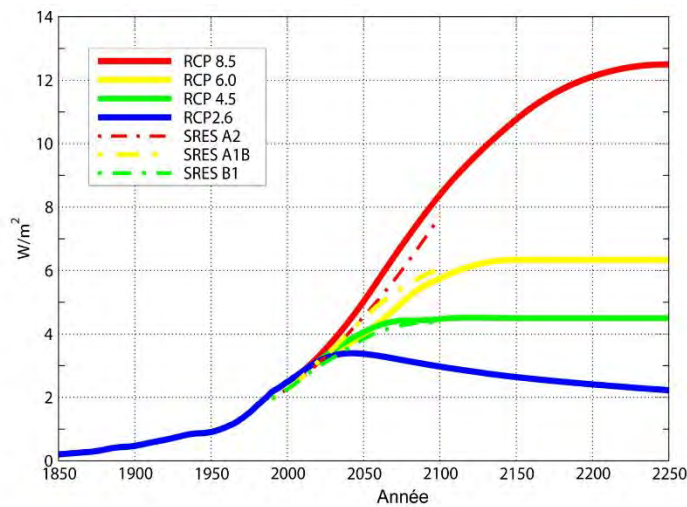
Le portail DRIAS, mise en ligne par la Ministère de la Transition Ecologique, a été utilisé pour l'analyse du climat présent et futur.

### *Paramètres utilisés dans le portail DRIAS*

#### Modèles numériques

Le portail DRIAS permet de visualiser des projections climatiques selon différents modèles numériques. Ces modèles intègrent de nombreux paramètres qui les rendent plus ou moins optimistes ou pessimistes. Pour l'analyse climatique de la réserve naturelle de Passy, le choix a été fait d'utiliser le modèle médian à l'ensemble des modèles existants (ADAMONT 2017 : médiane de l'ensemble multi-modèles).

## Scénarios



Scénarios proposés par le GIEC - Source : DRIAS

Les projections pour les données climatiques futures peuvent également être déclinées selon différents scénarios utilisés par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) : les RCP (*Representative Concentration Pathways*).

Ces scénarios sont basés sur l'évolution du forçage radiatif sur la période 2006-2300. Le forçage radiatif est le changement du bilan radiatif : la différence entre le rayonnement entrant et le rayonnement sortant au sommet de la troposphère. Le forçage est dû à un changement d'un des facteurs d'évolution du climat comme la

concentration des gaz à effet de serre liée notamment aux émissions anthropiques.

Les différents RCP correspondent à 3 scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre :

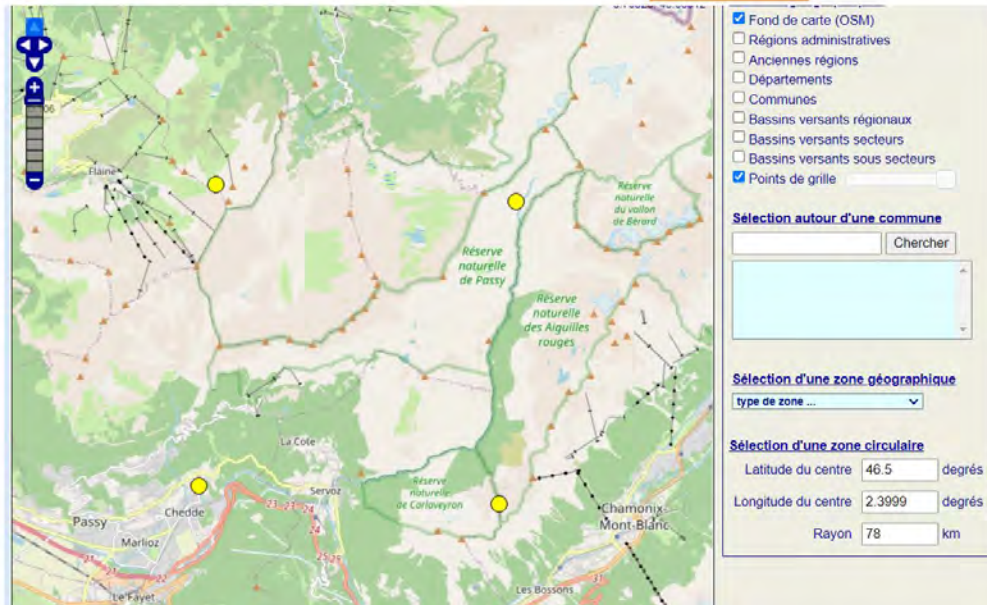
- RCP 2.6 : Diminution des émissions de gaz à effet de serre permettant de limiter la hausse de la température atmosphérique mondiale à + 2°C (Accords de Paris) ;
- RCP 4.5 : Mise en œuvre de politiques permettant la stabilisation des émissions en 2100 ;
- RCP 8.5 : Aucune politique climatique mondiale n'est mise en œuvre, les émissions et le réchauffement sont croissants.

Les analyses présentées ci-dessous se basent principalement sur les RCP 4.5 et 8.5. Le scénario le plus optimiste semble en effet moins réaliste compte tenu des niveaux d'émissions annuels globaux récents et l'utilisation des autres RCP, plus alarmistes, permet de mieux visualiser les impacts de politiques moins volontaires.

## Echelles

Le portail DRIAS permet également d'obtenir des projections climatiques à l'échelle des massifs alpins. La réserve naturelle de Passy se situe à la frontière entre le massif du Chablais et le massif du Mont-Blanc. L'analyse climatique réalisée dans le cadre du projet Natur'Adapt nécessite de se pencher sur les grandes tendances de l'évolution des différents paramètres climatiques. Les différences des projections obtenues pour les deux massifs sont minimes et insignifiantes pour le travail mené sur la réserve naturelle de Passy. Ce sont donc les données modélisées pour le massif du Chablais qui ont été sélectionnées pour l'analyse avec DRIAS.

Le service climatique permet également d'obtenir des données pour une localisation plus précise grâce à la « grille SAFRAN ». Le programme numérique découpe tout le territoire de métropole en mailles pour lesquelles les données climatiques sont analysées en fonction de l'altitude au centre de la maille.



Localisation des points de la grille SAFRAN - Source : DRIAS

Le point n°9120 de la grille est situé dans le périmètre de la réserve naturelle de Passy, au niveau du Vallon de Villy et correspond à une altitude de 2 142m.

### Horizons

Le portail DRIAS permet d'obtenir des projections sur les données climatiques futures à plusieurs horizons : 2050, 2070 et 2100. Les horizons 2050 et 2100 sont principalement utilisés dans l'analyse présentée ici.

Le plan de gestion de la réserve naturelle de Passy doit être révisé pour la période 2022-2033. Ce document planifie les opérations de gestion pour les 10 ans à venir et définit des objectifs à long terme, soit sur une période de 30 ans. Il apparaît donc important d'observer les évolutions climatiques à l'horizon 2050 pour adapter au mieux le futur plan de gestion aux évolutions attendues dans un futur proche.

Cependant, pour avoir une vision à plus terme et percevoir distinctement les impacts des choix politiques mis en œuvre (différents scénarios RCP), il semble important de faire également apparaître les projections à l'horizon 2100.

La période de référence pour le site DRIAS s'étend de 1976 à 2005. L'analyse du climat actuel de la réserve naturelle de Passy se base sur cette période.

# Caractérisation du climat local actuel

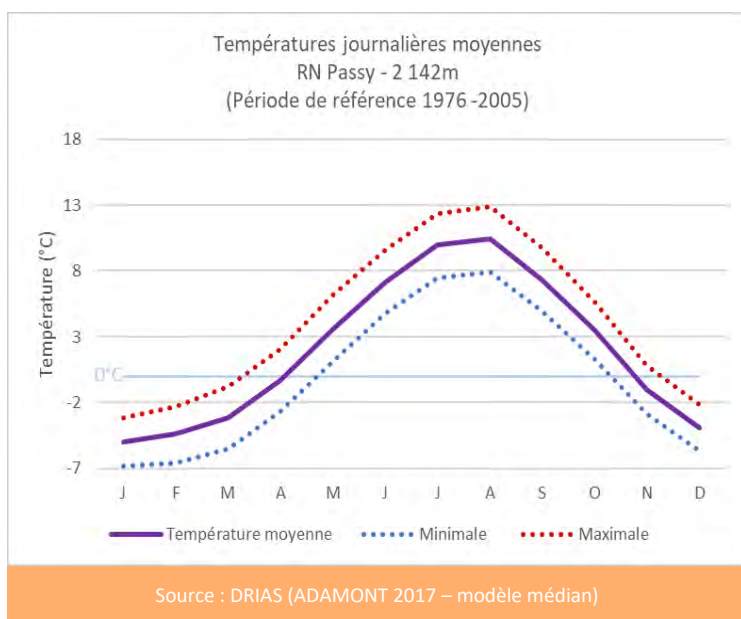
## Méthodologie

La réserve naturelle de Passy ne bénéficie pas de station météorologique à proximité dont les données sont corrigées et homogénéisées. Pour l'analyse du climat actuel, le choix a été fait de se baser sur les services climatiques en ligne, notamment le portail DRIAS.

## Le climat actuel de la réserve naturelle

### Température et précipitations

Le climat de la réserve naturelle de Passy peut être qualifié de montagnard. Les températures diminuent avec l'altitude alors que les précipitations sont globalement importantes et augmentent avec l'altitude. Les hivers sont rudes et enneigés et les étés plus doux et régulièrement soumis à des épisodes orageux.

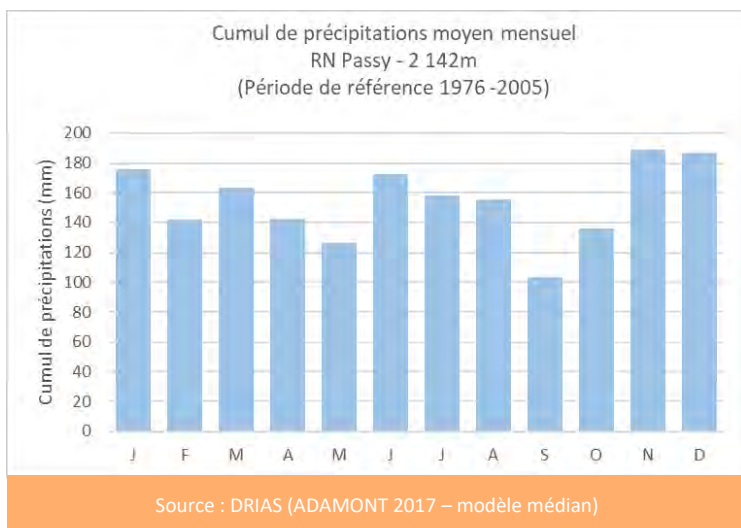


Les températures restent faibles mais varient fortement au cours de l'année. Sur la période de référence, à 2 142 m d'altitude, la température moyenne est inférieure à 0°C pendant 6 mois de l'année, de novembre à mars.

La température moyenne annuelle sur ce point de référence est de 2,06°C. La température journalière minimale moyenne est de -0,1°C et la température journalière maximale moyenne est de 4,2°C.

L'amplitude journalière moyenne reste relativement constante tout au long de l'année avec un maximum observé en été et un minimum à l'automne.

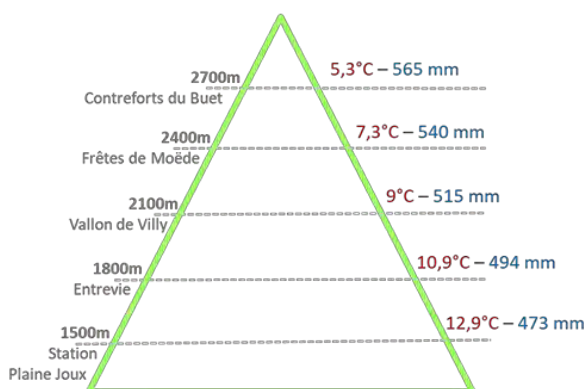




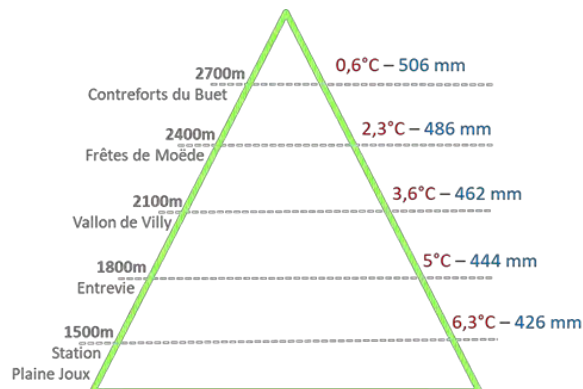
La réserve naturelle de Passy est bien arrosée avec un cumul des précipitations annuel moyen de 1846 mm sur la période de référence à 2 142m d'altitude.

Les précipitations sont réparties tout au long de l'année avec toutefois un automne et un printemps plus secs que les saisons estivales et hivernales.

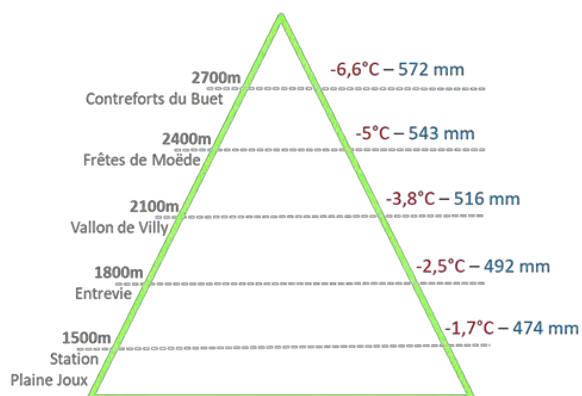
Le service DRIAS fournit des données climatiques à l'échelle des grands massifs et selon différentes altitudes permettant de les rattacher à des lieux identifiés sur la réserve naturelle de Passy. La station de Plaine Joux, Entrevie, le Vallon de Villy, les Frêtes de Moëde et les Contreforts du Buet, correspondent aux altitudes affichées dans DRIAS.



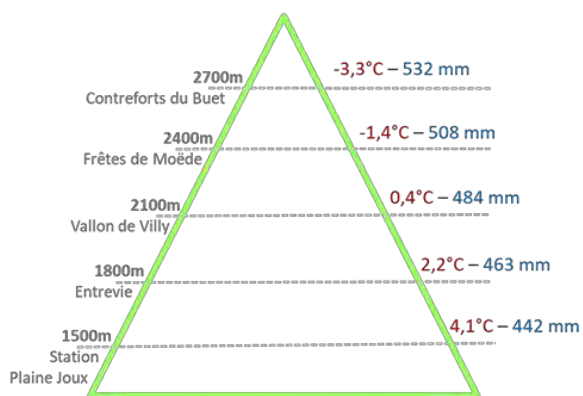
Eté



Automne



Hiver



Printemps

Données climatiques saisonnières moyennes : températures et cumul de précipitations  
Période de référence (1976 – 2005)

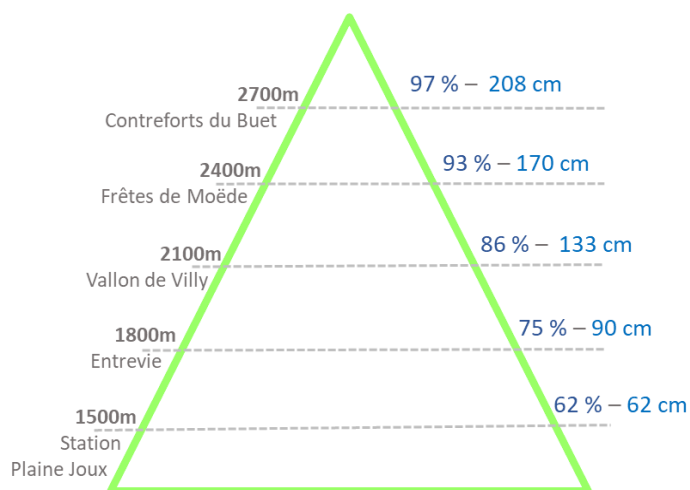
Source : DRIAS (ADAMONT 2017 – modèle médian)

La littérature indique une perte moyenne de 0,6°C pour 100 m d'altitude gagnés. Ici, ce ratio se retrouve en été et au printemps et oscille en 0,4°C et 0,5°C à l'automne et en hiver. La différence de température entre le bas de la réserve naturelle et le sommet est donc plus marquée en été et au printemps qu'en hiver ou en automne (7,6°C d'écart en été et 4,9°C en hiver).

Les précipitations, à l'inverse, augmentent avec l'altitude. La saisonnalité ne semble pas avoir un effet important sur la répartition des précipitations selon l'altitude. L'écart maximum est atteint pendant la période hivernale avec 98 mm de cumul moyen en plus à 2700m par rapport à 474m d'altitude.

Il est à noter que les données présentées ici sont des moyennes, des tendances qui ne permettent pas d'appréhender la complexité du climat montagnard et les variabilités dues à la micro-topographie, la pente, l'exposition, etc.

## Enneigement



**Rapport entre précipitation neigeuses et totales et épaisseur de neige moyenne**  
Saison hivernale – période de référence (1976 – 2005)

Source : DRIAS (ADAMONT 2017 – modèle médian)

Les données liées à l'enneigement présentées ici sont également issues du site DRIAS, aucune série exploitable de relevés nivologiques réalisés in-situ n'étant disponible.

Les modélisations permettent de visualiser le ratio moyen de précipitations neigeuses sur le cumul total pendant la période hivernale (de novembre à avril). Ce ratio augmente avec l'altitude pour atteindre quasiment 100% de neige sur les sommets de la réserve naturelle.

L'épaisseur moyenne de neige est proportionnelle à ce ratio avec un minimum au niveau de la station de Plaine Joux de 62 cm et un maximum de plus de 2 m pour les hauts de la réserve naturelle.

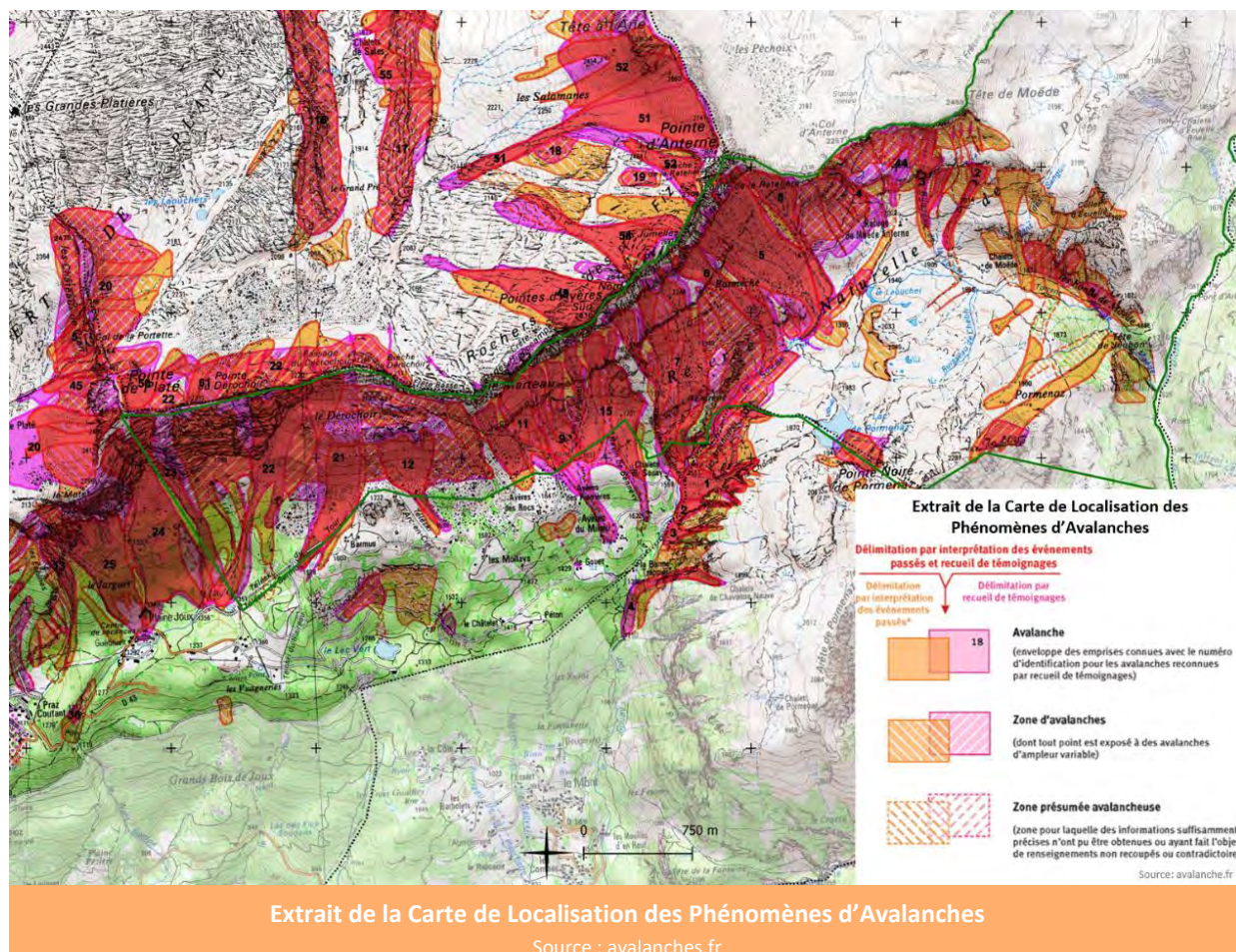
Ces données sont des moyennes et ne traduisent pas la complexité des terrains de montagne où se mêlent zones d'arrachement (ex : crêtes ventées) et zone d'accumulation (ex : combes à neige), formant un manteau neigeux hétérogène à une même altitude. Ainsi, la partie orientale de la réserve naturelle, surplombée par les parois rocheuses des Fiz et exposée au sud est moins enneigée que le secteur de Pormenaz où le relief moins marqué et l'exposition au nord permettent un maintien du manteau neigeux plus tard dans la saison. C'est dans ce secteur que se trouvent les combes à neiges, dépressions topographiques où la neige s'accumule et peut rester visible tard dans la saison.

## Aléas climatiques

De par sa géographie, son relief, sa géologie et son climat, la réserve naturelle de Passy est marquée par de nombreux aléas climatiques tels que les avalanches en hiver, les laves torrentielles et les chutes de blocs / éboulements (aléas où les processus géologiques sont également à l'œuvre) en été. La moitié ouest de la réserve naturelle, entre les parois des Fiz et le torrent du Souay, concentre la majeure partie des évènements observés. C'est également dans ce secteur que les enjeux humains sont les plus importants avec la présence de la station de Plaine Joux et des bâtiments de Guébriant en aval, des captages d'eau potable dans le Nant Bordon, des hameaux de chalets des Ayères et du Souay en bas des pentes et de la piste 4x4 qui permet l'accès à la réserve naturelle, aux alpages et au refuge de Moède-Anterne.

## Avalanches

L'IRSTEA (Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture, devenu ensuite INRAE), indique dans la notice accompagnant la Carte de Localisation des Phénomènes d'Avalanches (CLPA), que « les versants sud de la chaîne des Fiz sont le théâtre d'avalanches importantes, notamment sur la commune de Passy ».



La CLPA représente l'emprise des avalanches dans leur extension maximale connue et se base sur des témoignages et de la photo-interprétation. Toute la moitié ouest de la réserve naturelle est concernée, principalement le versant sud, mais également les secteurs des Argentières et de la Chorde sur les versants de Pormenz.

Trois secteurs de la réserve naturelle sont suivis en permanence par les observateurs de l'Enquête Permanente sur les Avalanches :

- La Pointe de Platé : 25 évènements entre 1902 et 2021 ;
- Le Nant Bordon : 18 évènements recensés entre 1978 et 2021 ;
- Le Dérochoir : 4 évènements entre 1980 et 2019.

Deux sites sont suivis de façon intermittente :

- Les Ayères : 4 évènements entre 1912 et 2018 ;
- Le couloir Bennevy : 3 évènements entre 1995 et 2019.

Fait notable en 2021, une avalanche a détruit la porte d'entrée de la réserve naturelle de Passy située dans le secteur des Ayères des Pierrières. Ce phénomène n'avait jamais été observé jusque-là.



Dégât causé par le souffle d'une avalanche aux Ayères des Pierrières – Hiver 2020-2021

Source : Asters-CEN74

## Eboulements et laves torrentielles

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) indique sur le site Internet Géorisques la présence des risques éboulements, chutes de pierres et coulées boueuses à l'extrémité ouest de la réserve naturelle de Passy dans les secteurs de la Pointe de Platé, de Guébriant et de Plaine Joux. Ces secteurs sont mis en évidence dans les études des risques naturels en raison de la présence d'enjeux de sauvegarde des personnes et des biens à proximité.

Les secteurs des Ayères des Pierrières, du Ravin du Monthieux et de Barmeché sont également très concernés par ces aléas. Des chutes de blocs et éboulements sont réguliers comme en témoignent les zones d'éboulis au pieds des parois des Fiz. Les nombreux nants et écoulements de surface sont régulièrement parcourus de laves torrentielles principalement liés aux épisodes orageux estivaux avec des transports importants de matériel nécessitant un entretien régulier de la piste traversant le versant entre les Ayères et le refuge de Moède-Anterne.

Comme pour les avalanches, l'année 2021 a été particulièrement marquée par les laves torrentielles. Les précipitations estivales importantes et répétées ont entraîné de laves torrentielles plus nombreuses et plus conséquentes qu'à l'accoutumée. Le Nant Bordon est notamment sorti de son lit au début du mois de juillet, submergeant la digue prévue pour le contenir et comblant de matériel la plage de dépôt du Lac gris.

D'importants travaux de curage et de restauration du lit du torrent ont dû être rapidement menés. Les travaux d'entretien de la piste ont été répétés tout au long de la période estivale.



Dégâts causés par des coulées de boue sur la piste 4x4 – Été 2021

Source : Asters-CEN74

Ces phénomènes soudains demandent une grande réactivité des structures et agents en charges de la gestion des risques naturels, et de l'équipe de la réserve naturelle qui doit accompagner les demandes d'autorisations et du respect de la réglementation lors des phases de travaux.

L'un des effets de ces événements est l'accumulation de sédiments dans les alpages de bas de pentes qui réceptionnent les matériaux transportés par les crues.

## Les évolutions de la température atmosphérique

### Evolutions passées

Les études scientifiques s'accordent pour dire que la température atmosphérique moyenne a augmenté de 2°C depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle dans les Alpes du Nord. Ce chiffre est deux fois plus élevé que la moyenne mondiale de +1°C pour la même période. La tendance s'accélère depuis les années 80.

Depuis la fin des années 80, les analyses montrent une hausse de 0,5°C tous les 10 ans, ce qui équivaut environ à la différence de température observée entre 2 altitudes séparées de 100m.

L'augmentation des températures est plus marquée au printemps et en été qu'à l'automne ou en hiver. La moyenne montagne (1500m – 2000m d'altitude) est particulièrement concernée par ces changements.

Ce réchauffement généralisé a entraîné une élévation de l'altitude moyenne de l'isotherme 0°C de 400m depuis le début des années 80, impactant directement la répartition de la limite pluie/neige.

Les journées caniculaires et les vagues de chaleur sont plus nombreuses et plus intenses, notamment depuis le début des années 2000.

## Evolutions à venir

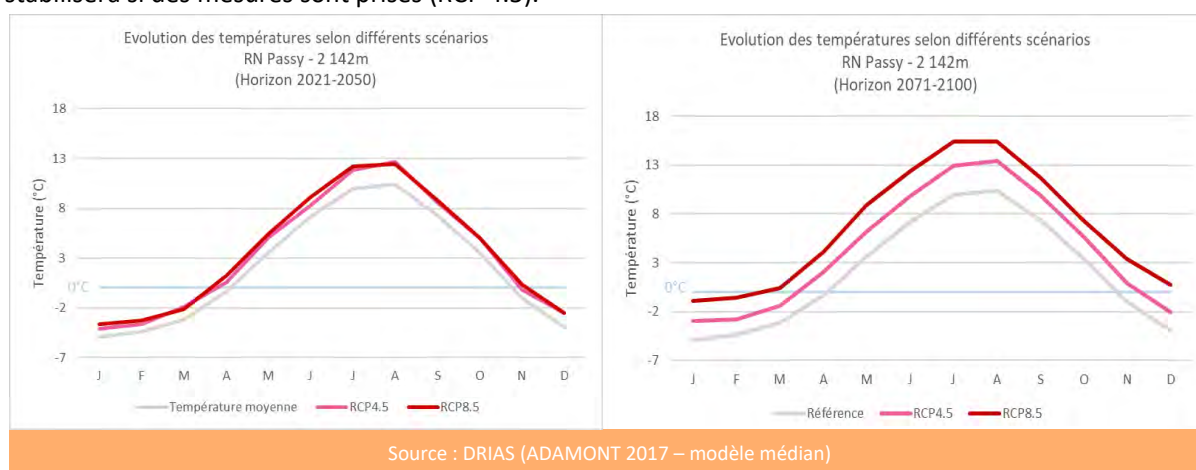
Les études climatiques indiquent que les tendances déjà observées pour l'évolution des températures vont s'accroître dans les années à venir. Les températures moyennes vont continuer d'augmenter, jusqu'à +3°C en 2050 (par rapport à la moyenne 1980-2010 – Rapport climat AdaPT Mont-Blanc). La hausse sera plus visible sur la période estivale et devrait être plus marquée dans les vallées qu'en haute montagne dans la période hivernale.

Les modélisations réalisées grâce au portail DRIAS vont dans le même sens que les conclusions des différentes études.

Le modèle médian utilisé ici projette bien une augmentation de la température moyenne d'environ 1,5°C d'ici 2050 et de 2,3°C à 4,5°C d'ici 2100 dans la réserve naturelle à 2 142m d'altitude.

À l'horizon 2050, les courbes restent similaires pour les scénarios 4.5 et 8.5. Les scientifiques expliquent que les effets des émissions de gaz à effet de serre passées et actuelles vont impacter les années à venir, qu'elles que soient les décisions politiques prises entre temps.

Les dynamiques se différencient à l'horizon 2100 : le réchauffement s'accroît avec le RCP 8.5 alors qu'il se stabilisera si des mesures sont prises (RCP 4.5).



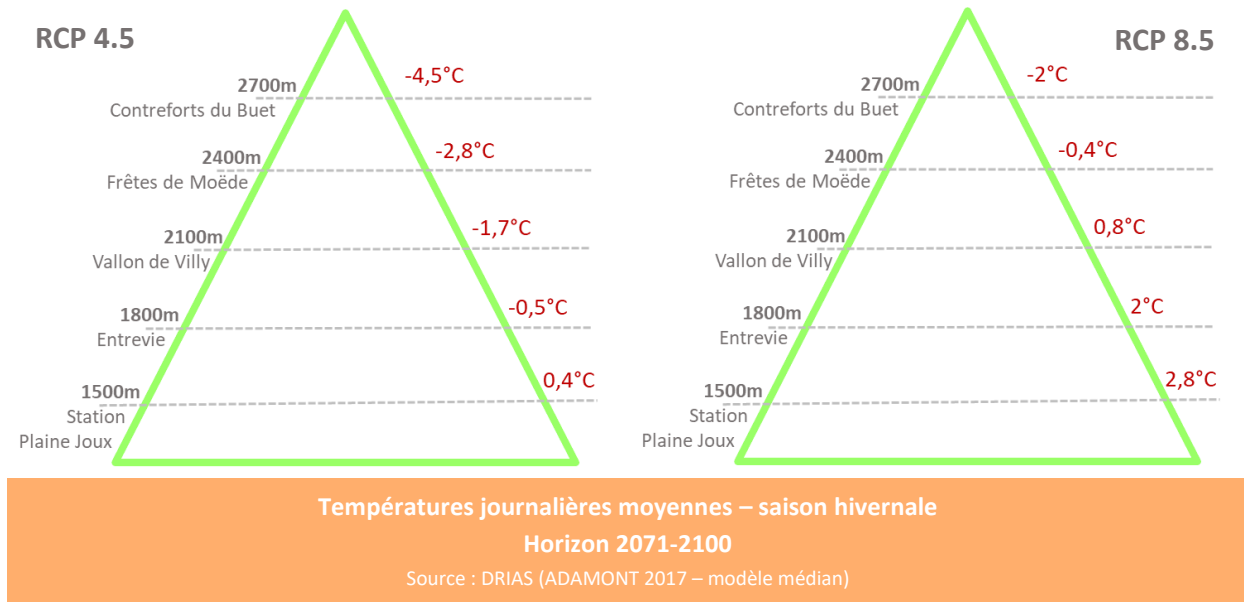
Il est également attendu que les vagues de chaleur et les canicules soient plus fréquentes et plus intenses à l'avenir. Dans l'analyse climatique du projet AdaPT Mont-Blanc, les scientifiques indiquent qu'en 2100, un été sur deux devrait être au moins aussi chaud que l'été caniculaire de 2003.

Dans la réserve naturelle de Passy, à l'altitude 2 142m, le service climatique DRIAS indique que le nombre de jours anormalement chauds est de 33 j/an sur la période de référence. Les projections donnent une hausse de 36 à 42 jours anormalement chauds d'ici 2050 et de 66 à 133 jours d'ici 2100. Les mêmes ordres de grandeurs sont attendus pour l'augmentation des nuits anormalement chaudes.

À l'inverse, le nombre de jours anormalement froids va diminuer. Selon les mêmes modélisations, il avait 183 jours de gel par an sur la réserve naturelle à 2142m pour la période de référence. Il y en aurait entre 140 et 156 en 2070 et entre 109 et 144j/an en 2100 selon le scénario envisagé.

Pendant la saison hivernale, à l'horizon 2050, le modèle médian annonce l'isotherme entre 900m et 1200m, soit au niveau du Plateau d'Assy, quel que soit le scénario choisi.

En 2100, avec le RCP 4.5 projeté que l'isotherme 0°C entre 1500 m et 1800 m d'altitude et le RCP 8.5, entre 2100m et 2400m d'altitude. Dans les deux cas, selon ces projections la limite pluie/neige sera au-dessus de la station de Plaine Joux et la température moyenne hivernale au niveau de la station sera positive.



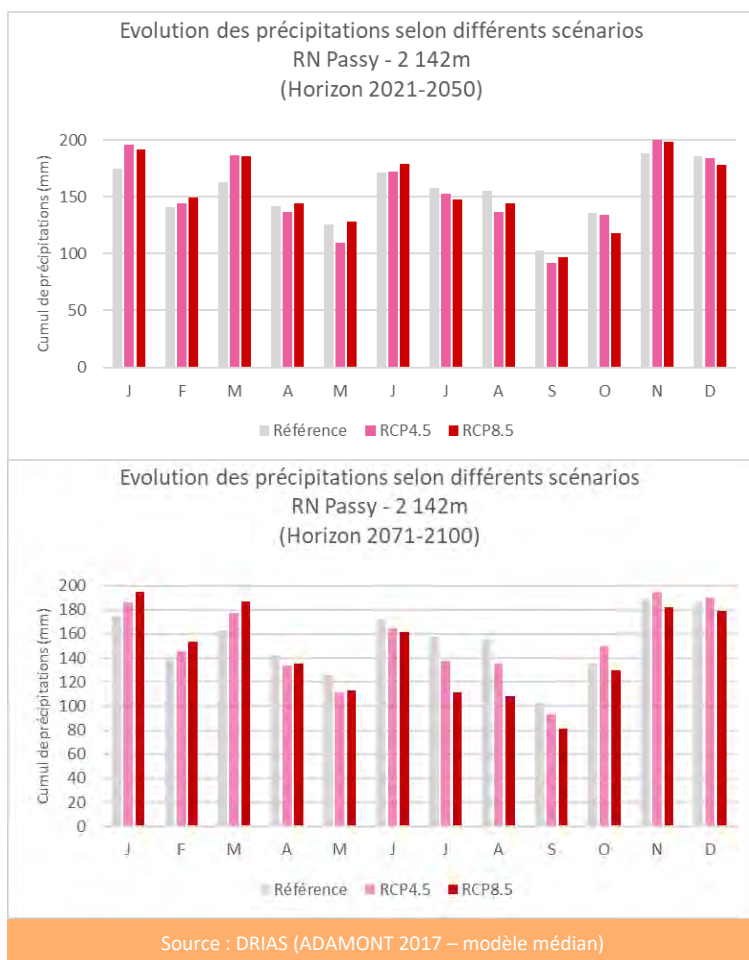
## Les évolutions des précipitations

### Evolutions passées

Peu de grandes tendances peuvent être identifiées concernant l'évolution des précipitations au cours des dernières années. Seule une légère augmentation dans les Alpes du nord est mentionnée dans l'analyse climatique du projet AdaPT Mont-Blanc. Le site Climat HD souligne la grande variabilité interannuelle sur la région Rhône-Alpes et une légère baisse des précipitations hivernales.

### Evolutions à venir

Les précipitations sont le résultat de plusieurs critères dont la modélisation est complexe. Les projections pour ce phénomène climatique sont donc moins robustes que celles obtenues pour la température. Les évolutions concernant les précipitations sur le territoire sont donc davantage incertaines.



Plusieurs études indiquent que les quantités annuelles devraient globalement rester stables dans les années à venir. L'analyse menée dans le cadre du projet AdaPT Mont-Blanc montre une baisse de 10 à 20% d'ici 2050.

L'évolution de la répartition saisonnière des précipitations semble être plus clairement définie. Sont attendues une hausse des précipitations hivernales et une baisse des pluies en été.

Les projections indiquent également une plus grande variabilité interannuelle.

Les analyses réalisées grâce au portail DRIAS pour la réserve naturelle de Passy montrent les mêmes tendances : des quantités globalement équivalentes, avec plus de pluie en hiver et moins en été.

Le travail effectué pour le projet AdaPT Mont-Blanc indique également que : « *La fréquence des évènements de fortes précipitations devrait également s'accroître : la quantité totale de précipitations qui tombera pendant les évènements extrêmes augmentera de 10/20 % sur l'année surtout au printemps (mars à mai) et en hiver.* » ( en 2050, par rapport à la moyenne de la période 1980-2010).



# Les évolutions de l'enneigement

## Evolutions passées

Pour qualifier les évolutions passées de l'enneigement dans le massif du Chablais, l'analyse climatique réalisée sur la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy se base sur le service climatique Climat HD et sur une étude réalisée par Durand (2009) sur l'épaisseur de neige dans les Alpes françaises, sur la période 1959-2005.

Il ressort de ces travaux que l'épaisseur moyenne du manteau neigeux est très variable d'une année à l'autre. Une tendance à la diminution de l'épaisseur moyenne semble cependant se dessiner depuis les années 80. Cette tendance semble moins marquée à haute altitude.

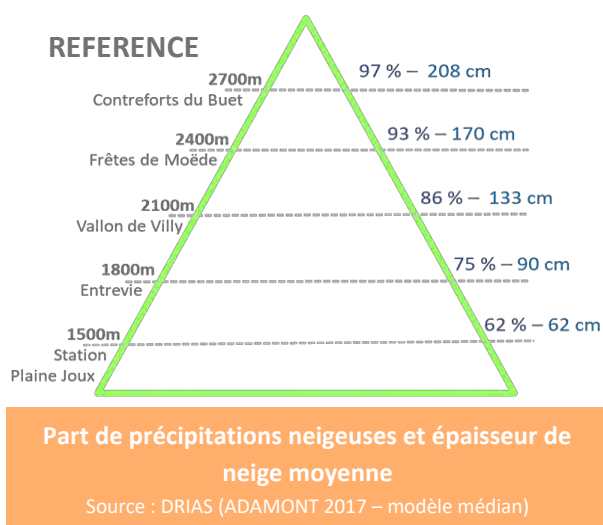
L'étude de Durand explique ce phénomène par le fait que, dans les Alpes du Nord, au-dessus de 2700m, ce sont les quantités de précipitations qui déterminent l'épaisseur de neige. En-dessous de 2700m, c'est la température qui influence principalement l'enneigement. Les températures étant en augmentation ces dernières années, le manteau neigeux a tendance à diminuer en-dessous de 2700m.

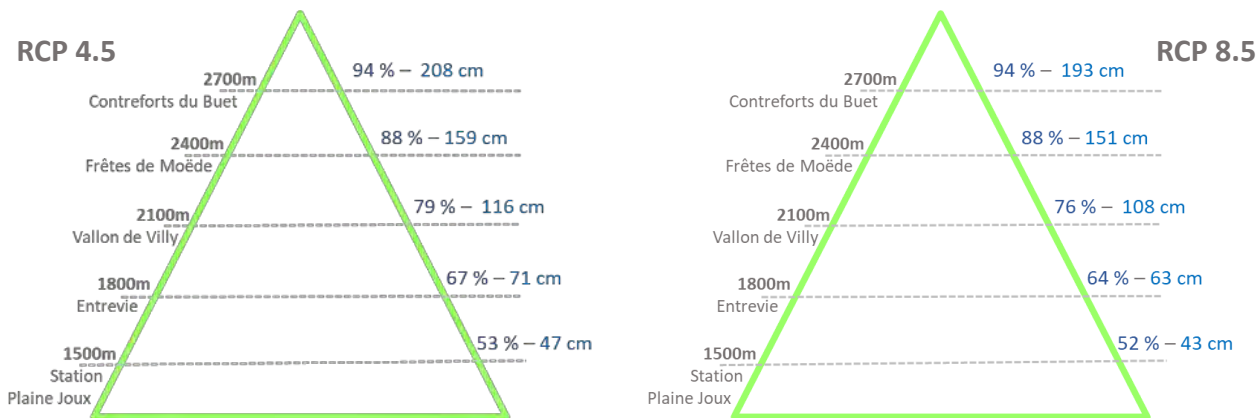
## Evolutions à venir

Malgré une grande variabilité interannuelle, les différentes études s'accordent sur le fait que l'enneigement va diminuer dans les années à venir et ce à cause de plusieurs critères.

La proportion de précipitations neigeuses sur le total des précipitations va diminuer

Les modélisations proposées par le site DRIAS permettent de constater que l'enneigement devrait être fortement impacté dès l'horizon 2050, quel que soit le scénario envisagé.

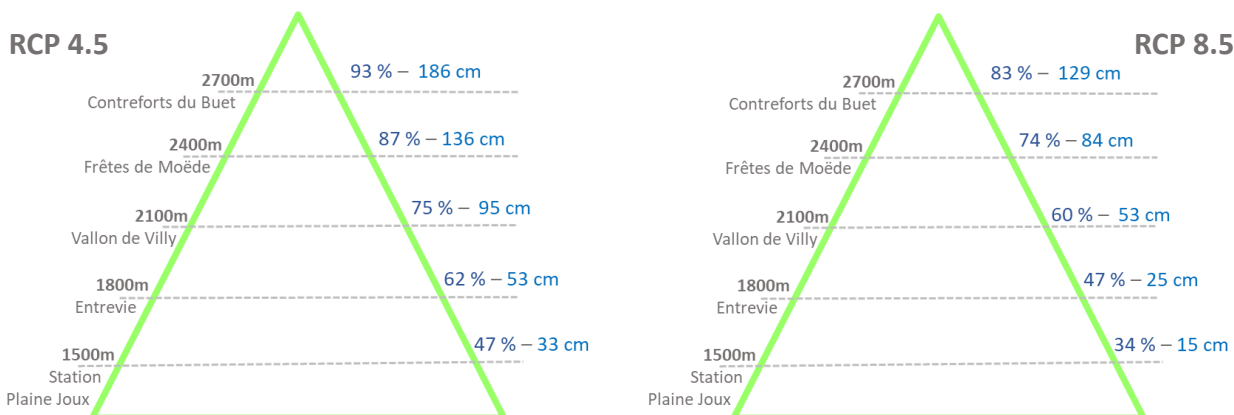




Part de précipitations neigeuses et épaisseur de neige moyenne  
Horizon 2021-2050

Source : DRIAS (ADAMONT 2017 – modèle médian)

Le phénomène est plus marqué à basse altitude avec une perte allant jusqu'à 19 cm entre le cumul de la période de référence et celui projeté en 2050 à 1500m. Comme pour les températures, les effets attendus à l'horizon 2050 sont assez peu dépendants du scénario choisi. À plus long terme, le fort réchauffement lié au RCP 8.5 impliquera une forte diminution généralisée du manteau neigeux, y compris dans les secteurs les plus hauts de la réserve naturelle.



Part de précipitations neigeuses et épaisseur de neige moyenne  
Horizon 2071-2100

Source : DRIAS (ADAMONT 2017 – modèle médian)

Le rapport du projet AdaPT Mont-Blanc explique un des effets de la diminution de l'enneigement : la diminution des surfaces enneigées entraîne l'augmentation des surfaces sombres. Les surfaces sombres absorbent davantage le rayonnement solaire, ce qui augmente le réchauffement local. Selon ce même rapport, la température moyenne de l'air est supérieure de 0,4°C sur une surface déneigée par rapport à un terrain enneigé. Ce phénomène correspond à une diminution de l'albédo (pouvoir réfléchissant d'une surface) et constitue l'une des causes du réchauffement accéléré dans les zones de montagne.

# Les évolutions des aléas climatiques

## Evolutions passées

Les épisodes avalancheux, les éboulements et les coulées boueuses ont toujours rythmés le versant de Passy – Servoz et en particulier le territoire de la réserve naturelle de Passy comme en témoignent les données présentées précédemment. Ces événements étant par définition dangereux et souvent liés à des conditions météorologiques défavorables, leur recensement n'est pas exhaustif. Les évolutions passées sont ainsi complexes à définir. Cependant, les habitants et utilisateurs du territoire ont la sensation que ces événements extrêmes sont plus fréquents et intenses qu'autrefois. L'augmentation de la variabilité et de l'imprévisibilité de ces épisodes est également régulièrement rapportée.

Le site Climat HD a recensé les tempêtes en Rhône-Alpes depuis 1980. Il en ressort une grande variabilité interannuelle, mais pas de tendance significative entre 1980 et 2020.

Le même site indique que les vagues de chaleurs se sont intensifiées et allongées dans les dernières années à l'échelle de la région Rhône-Alpes. L'année 2019 a même été marquée par 2 épisodes caniculaires.

Le site Climat HD fournit une analyse de la sécheresse des sols de Rhône-Alpes depuis 1959. L'augmentation de la surface annuelle touchée par la sécheresse est passée de l'ordre de 5% dans les années 1960 à plus de 10% de nos jours.

Concernant le risque feux de forêt, l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC, devenu ORCAE) indique que la Haute-Savoie présente peu de surfaces sensibles au risque météorologique feux de forêt. Cependant, l'organisme précise l'existence de jours favorables aux feux de forêt pour toutes les années de la période climatique la plus récente (1986-2015), ce qui n'était pas le cas sur la période climatique précédente (1959-1988).

## Evolutions à venir

Les aléas climatiques sont des événements ponctuels et non répétitifs. Leur occurrence et leur nature variables par définition les rendent très complexes à analyser par les modèles numériques. Les projections concernant l'évolution des précipitations sont elles aussi complexes et les modèles numériques ne font pas ressortir de tendance particulière.

Cependant, selon le GIEC, les événements extrêmes vont avoir tendance à se développer dans une planète où le système climatique aura de plus en plus d'énergie. Les écarts seront de plus en plus marqués avec les normales météorologiques.

### Avalanches

Malgré une diminution globale de l'enneigement, la neige reste présente en altitude et sur les pentes avalancheuses de la réserve naturelle.

L'augmentation des précipitations hivernales sous forme de pluie et la grande variabilité des conditions météorologiques pourraient complexifier l'analyse nivologique et l'anticipation du risque avalanche.

### Eboulements et laves torrentielles

Le rapport AdaPT Mont-Blanc projette une hausse de la fréquence des événements extrêmes et notamment des pluies torrentielles et de l'aléa crues en hiver et au printemps du fait de l'augmentation des précipitations et de la diminution de la part de neige.

La hausse des températures, la réduction du manteau neigeux protecteur et donc l'exposition au gel de nouvelles surfaces, la dégradation du permafrost pour les altitudes les plus élevées, l'augmentation de la part pluvieuse des précipitations... sont autant d'éléments pouvant venir fragiliser les versants de la réserve naturelle et provoquer des éboulements, chutes de pierres et laves torrentielles.

### Crues / inondations

Le risque inondation va augmenter en hiver et au printemps (voir détails plus loin).

### Gelées tardives

L'analyse AdaPT Mont-Blanc pointe aussi l'augmentation du risque de gelées tardives. Comme l'indiquent les projections la température va augmenter dans les années à venir, notamment au printemps. Les plantes d'altitude vont avoir tendance à sortir plus tôt de leur état de dormance alors que certaines températures journalières peuvent encore être inférieures à 0°C. Si la flore de montagne est adaptée pour résister au gel pendant sa période de dormance, elle est beaucoup plus vulnérable une fois son cycle végétatif enclenché.

### Vagues de chaleur

Comme décrit dans le paragraphe dédié à l'évolution des températures, les études et les projections montrent également que les vagues de chaleur auront tendance à être plus fréquentes et plus intenses dans les années à venir.

### Sécheresse des sols

La sécheresse des sols risque également d'apparaître ou de s'accroître sur la réserve naturelle de Passy. La hausse des températures au printemps et en été augmentent le phénomène d'évapotranspiration. De plus, les précipitations et la quantité d'eau de fonte devraient diminuer à la période estivale. La combinaison de ces critères devrait donc induire une sécheresse des sols en été. D'après le Rapport Climat AdaPT Mont-Blanc, le bilan hydrique estival va diminuer de 15 à 40% d'ici 2035 à toutes les altitudes.

L'analyse climatique de la RNSFC/P va dans ce sens en s'appuyant sur les résultats de l'expérience CLIMSEC illustrée sur DRIAS. L'augmentation de la sécheresse des sols sera visible dès 2035 quel que soit le scénario choisi.

# Les évolutions des écoulements de surface et des débits des cours d'eau

## Evolutions à venir

Les différents modèles utilisés dans l'étude de LAURENT (2020) et pour le projet Explore 2070 indiquent les mêmes tendances.

### Saison estivale

L'étude de LAURENT (2020) montre que la quantité d'eau relarguée par les glaciers et la fonte des neiges en été a augmenté dans les dix dernières années (accélération de la fonte dû à une augmentation de la température). Le pic de ce phénomène vient d'être atteint ou le sera dans les 5 à 10 ans à venir. La surface des glaciers et l'enneigement diminuant, le ruissellement de l'eau de fonte sera moins important entraînant des débits de cours d'eau plus bas en été.

Ce phénomène s'ajoute à une baisse des précipitations en été et à l'augmentation de l'évapotranspiration (+22% en moyenne sur l'année selon Explore2070).

Ces évolutions dans le cycle de l'eau pourraient entraîner en été : une diminution du ruissellement de surface d'un tiers et une perte de 40% du débit de l'Arve d'ici 2100. Des phénomènes liés à la sécheresse pourront donc être observés sur le territoire, y compris dans la réserve naturelle de Passy.

### Saison hivernale

Comme détaillé plus haut, les projections indiquent une légère augmentation des précipitations hivernales et une diminution de la part de neige dans ces précipitations. Le débit des cours d'eau devrait donc augmenter en hiver. L'étude de LAURENT (2020) indique une augmentation de 80% du débit hivernal de l'Arve à Sallanches d'ici 2100.

L'addition de ces facteurs associée à une grande variabilité journalière entraînent une augmentation du risque d'inondation en hiver et au printemps. Le travail mené pour le projet AdaPT Mont-Blanc précise que, si la température augmente de 2°C et les précipitations de 10% jusqu'à 1500 m d'altitude, les crues qualifiées de centennales pourraient avoir une occurrence moyenne de 20 ans.

# Récapitulatif des grandes tendances d'évolution

Ne sont présentées ici que les grandes tendances à venir :

(Les résultats chiffrés sont principalement donnés pour le point de référence situé à 2 142m d'altitude)

## Températures

Augmentation des températures moyennes

(Augmentation de 2,3°C à 4,5°C en moyenne annuelle d'ici 2100 à 2100 m d'altitude)

Remontée de l'isotherme 0°C

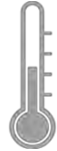
(En période hivernale : RCP 4.5 entre 1500m et 1800m d'altitude en 2100, RCP 8.5 entre 2100m et 2400m)

Augmentation des jours anormalement chauds

(+ 66 à + 133 jours/an d'ici 2100)

Diminution du nombre de jours de gel

(- 39 à - 74 jours/an d'ici 2100)



## Précipitations

Incertitude des modèles sur l'évolution des précipitations

Diminution des précipitations en été

(-10 à -20% de précipitations sur l'année d'ici 2050)

Augmentation des épisodes de pluies intenses

(+ 40 à 80 jours/an de fortes pluies d'ici 2100)

Augmentation des débits des cours d'eau en hiver (+ de pluie et - de neige)

(Augmentation de 80% du débit de l'Arve à Sallanches d'ici 2100)

Diminution des débits en été (- de pluie et - d'eau de fonte des neiges et des glaciers)

(Diminution du ruissellement de surface d'un tiers et une perte de 40% du débit de l'Arve d'ici 2100)



## Enneigement

Diminution du ratio neige/pluie en hiver (- de neige et + de pluie)

Diminution de l'épaisseur de neige et de la durée d'enneigement

(Diminution de la durée d'enneigement : - 11 à - 42 jours/an avec au moins 5 cm de neige d'ici 2100)



## Aléas naturels

Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes

Possible augmentation des éboulements, chutes de blocs et laves torrentielles

Augmentation des écoulements et potentiellement des crues en hiver et au printemps

Augmentation de l'exposition de la flore aux gelées tardives

Augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur

Augmentation du risque de sécheresse des sols en été



# ANALYSE DE VULNERABILITE

---

La méthodologie Natur'Adapt se base sur l'identification de composantes représentatives de l'aire protégée. Ces éléments sont analysés au regard des projections issues de l'analyse climatique. Leur vulnérabilité au changement climatique et les pistes d'action à mettre en œuvre pour les préserver sont décrites dans le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et dans le plan d'adaptation.

## Méthodologie de sélection des composantes

La réserve naturelle de Passy bénéficie d'un plan de gestion qui identifie les grands enjeux du site. Le choix des composantes à analyser s'est donc basé sur les éléments relevés dans ce document.

Le choix a été également inspiré du travail mené sur la réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy, sur laquelle la méthodologie Natur'Adapt a été testée en 2019.

L'équipe de la réserve naturelle de Passy s'est ensuite réunie pour affiner cette sélection et localiser les enjeux sur une carte de l'aire protégée et de sa zone d'influence. La zone d'influence est le territoire dans lequel se situe la réserve naturelle et avec lequel elle interagit. Ici, la zone d'influence englobe la station de Plaine Joux dont les activités estivales et hivernales ont des effets directs sur la réserve naturelle.



Réunion d'équipe - Source : Asters-CEN74

Enfin, la liste des composantes a été soumise à l'équipe projet Natur'Adapt d'Asters-CEN74, ainsi qu'aux cheffes des services « réserves naturelles » et « scientifique et technique ».

Ce processus de sélection a permis d'identifier 28 composantes à analyser : 13 éléments ou dynamiques naturels, 8 activités socio-professionnelles et 7 outils et moyens de gestion.

## Méthodologie d'analyse des composantes

La réserve naturelle de Sixt-Fer-à-Cheval/Passy est voisine de celle de Passy. Les conditions climatiques et le patrimoine naturel ont de grandes similitudes entre les deux espaces. Plusieurs composantes retenues pour la réserve naturelle de Passy ont ainsi déjà été analysées dans le cadre de la phase pilote du projet Natur'Adapt menée sur la RNSFC/P. Les fiches existantes ont donc été reprises et recontextualisées pour être adaptées au territoire Passerand.

Pour chaque composante sont évalués :

- Les paramètres climatiques pouvant influencer la composante ;
- Leur évolution présumée d'ici 2100 ;
- La sensibilité de la composante au climat ;
- L'évolution présumée des autres pressions pouvant impacter la composante ;
- La capacité d'adaptation de la composante.

L'analyse de ces différents critères permet d'établir le degré de vulnérabilité de la composante face aux changements climatiques, mais également l'opportunité que peut présenter l'évolution des conditions climatiques.

Des pistes d'adaptation des pratiques de gestion en faveur de la composante sont identifiées dans chaque fiches et serviront de base pour l'élaboration du plan d'adaptation.

L'adaptation des fiches existantes et l'analyse des nouvelles composantes sont basées sur l'expérience de l'équipe de la réserve naturelle et de personnes ressources internes à Asters-CEN74, et sur des recherches bibliographiques.

Toutes les fiches produites sont annexées à ce document.



## Implication des acteurs du territoire

En parallèle, les acteurs du territoire ont été consultés pour recueillir leur perception du changement climatique, de ses effets sur le territoire et sur leur activité et leur avis sur les évolutions possibles pour leur adaptation. Ces consultations ont été menées sous forme d'entretiens individuels (gardien de refuge, éleveurs, technicien ONF) et d'un atelier regroupant 13 acteurs du territoire.



Consultation des acteurs du territoire - Source : Asters-CEN74

Les éléments récoltés lors de ces rencontres ont été intégrés dans l'analyse des composantes.



Consultation des acteurs du territoire - Source : Asters-CEN74

# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DU PATRIMOINE NATUREL ?

## Choix des composantes du patrimoine naturel

Le choix des composantes du patrimoine naturel à analyser a été réalisé à partir du plan de gestion en vigueur et grâce à l'expertise de l'équipe de la réserve naturelle de Passy et de l'équipe du projet Natur'Adapt d'ASTERS-CEN74.

En tenant compte des conclusions de l'application de la démarche Natur'Adapt menée sur la réserve naturelle de Sixt Fer-à-Cheval/Passy, il a été choisi de privilégier l'échelle de l'habitat naturel à celle de l'espèce. La bibliographie existante et la multitude de paramètres en jeu rendent en effet difficile l'analyse de la vulnérabilité des espèces. De plus, l'analyse des habitats permet également d'aborder les espèces qui y sont liées.

Quelques espèces apparaissent tout de même car relevées pour leur sensibilité pressentie face au changement climatique.

Les espèces communes aux deux réserves naturelles et analysées lors du travail sur le territoire de Sixt Fer-à-Cheval/Passy, sont présentées via les fiches détaillées en annexes de ce document.

Éléments naturels	
Pelouses alpines et combes à neige	L'analyse des pelouses alpines est incontournable car ces milieux fragiles sont ceux retrouvés à plus haute altitude et sont donc très vulnérables au changement climatique. Cette entrée permet également d'évoquer la faune d'altitude comme le Lagopède ou l'Accenteur alpin.
Pelouses subalpines calcaires	C'est le milieu le plus représenté sur la RNP (40%). Comme les autres milieux ouverts, les pelouses calcaires sont soumises à la pression pastorale et à la fréquentation. L'entrée permet d'aborder de nombreuses espèces de faune (ongulés, galliformes, passereaux...).
Pelouses subalpines siliceuses	La RNP a une responsabilité particulière dans le maintien de ces pelouses, elles y sont en bon état et plus présentes que dans les réserves voisines. Elles résultent de pratiques agricoles extensives et, en mosaïque avec les landes et zones humides, elles sont support d'hivernage et de nidification du Tétralyre.
Landes	Les landes, très présentes sur la réserve naturelle, sont indispensables pour le maintien de nombreuses espèces à enjeux (galliformes, insectes, passereaux, reptiles...). Il semble important d'analyser leur évolution et notamment leur répartition en mosaïque avec les milieux ouverts.
Parois rocheuses et formes gravitaires associées	Les milieux rupestres et éboulis sont très présents dans la réserve naturelle dont ils représentent 25% de la surface. Leur analyse permet d'évoquer les espèces associées (Bouquetin, Gypaète barbu, Aigle royal, Tichodrome, reptiles...).
Milieux humides	Les milieux humides sont très présents et variés sur la RNP. Directement liés aux conditions climatiques, ils sont particulièrement vulnérables aux changements en cours.
Lacs d'altitude	Les lacs d'altitudes sont des milieux fragiles et particulièrement sensibles aux changements des conditions climatiques.

Forêts	Les forêts ne représentent que 2% de la surface de la RN mais cette proportion et leurs compositions sont susceptibles d'évoluer en fonction des conditions climatiques.
Perdrix bartavelle	Les populations de la RNP sont en limite septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce. Il serait intéressant d'étudier l'évolution de cette limite de distribution.
Crave à bec rouge	L'installation d'individus en altitude a été observée pour la première fois ces dernières années sur la réserve naturelle de Passy. Il est intéressant de s'interroger sur le lien entre ce changement de répartition et l'évolution des conditions climatiques.
Cardamine des ruisseaux	Espèce hygrophile, liée aux sources et marais d'altitude. En France, il n'y a que deux populations connues: celle de Passy et une dans le Chablais.
Système hydrographique / ressource en eau	Le fonctionnement du système hydrographique influence directement les milieux, activités et aléas naturels de la réserve naturelle. Grandement lié aux conditions climatiques, il paraît indispensable de l'étudier.
Aléas naturels	La réserve naturelle de Passy est soumise à de nombreux aléas naturels (éboulements, laves torrentielles, avalanches...) qui jouent sur l'accessibilité et donc la gestion de la RNP. Ces aléas vont évoluer avec le changement climatique.

## Résultats de l'analyse de vulnérabilité du patrimoine naturel existant

Les milieux, espèces et dynamiques actuelles sont intrinsèquement liés aux conditions climatiques. Les évolutions attendues seront délétères pour certains et favorables pour d'autres.

Les milieux et espèces les plus spécialisés et adaptés aux conditions extrêmes (crêtes ventées, combes à neige, pelouses alpines) sont les plus vulnérables. L'adoucissement des températures et la diminution de la durée d'enneigement vont permettre l'installation de nouvelles espèces, moins spécialisées mais plus compétitrices dans ces zones d'altitude. Un risque de banalisation du patrimoine naturel est donc à craindre avec la perte des espèces inféodées aux milieux les plus spécifiques.

Les milieux aquatiques, très présents et structurants pour la réserve naturelle, sont également particulièrement vulnérables. La hausse des températures, la modification de la nature et de la répartition des précipitations au cours de l'année va entraîner d'importants changements dans le fonctionnement du réseau hydrographique du territoire et des zones humides et milieux associés. Les étés devraient notamment devenir particulièrement secs ce qui va renforcer l'importance du rôle des zones humides de stockage de la ressource.

Les milieux ouverts, pelouses calcaires et acides, sont plus ou moins vulnérables selon leurs préférences d'exposition, taux d'humidité... Globalement, ces milieux seront également impactés par la sécheresse estivale. L'augmentation des températures et le déneigement précoce devraient entraîner une saison de végétation plus longue avec un démarrage plus tôt au printemps. Ce décalage du début de saison expose les pelouses au risque de gelées tardives. La ressource fourragère que représentent les pelouses pour la faune sauvage et les troupeaux en alpage sera également impactée.

Comme pour les milieux ouverts, la vulnérabilité des landes varie selon leur nature. Les landes inféodées aux conditions froides et humides seront impactées négativement alors que les changements climatiques devraient être favorable aux milieux plus répandus comme la lande à Rhododendrons. La répartition et la

mosaïque entre landes et pelouses devraient donc évoluées en faveur de la lande. Cependant, le principal facteur d'influence sur cette dynamique est la pression pastorale, elle dépend donc principalement de l'évolution des pratiques agricoles.

Les forêts ne représentent qu'un faible pourcentage de la surface de la réserve naturelle de Passy. Les parcelles concernées ne sont pas exploitées car identifiées comme « forêts de protection » et ne sont donc pas concernées par les plantations sylvicoles et l'adaptation des essences plantées. La principale menace pour les forêts de la réserve naturelle est le scolyte qui est favorisé par l'augmentation des températures. Des observations du parasite ont été faites à proximité mais pas au sein de l'aire protégée. La composition des cortèges forestiers pourra également évoluer avec l'installation d'essences mieux adaptées aux nouvelles conditions. Pour les scénarios les plus pessimistes, l'ONF projette la présence de Chênes pubescents et de Pins sylvestres à Passy dans 50 à 100 ans. La dynamique globale de remontée de la végétation serait favorable à l'extension des milieux forestiers dans la réserve naturelle mais les autres facteurs en jeu (dynamique gravitaire, nature et profondeur des sols...) rendent les projections d'évolution de la limite forestière complexes.

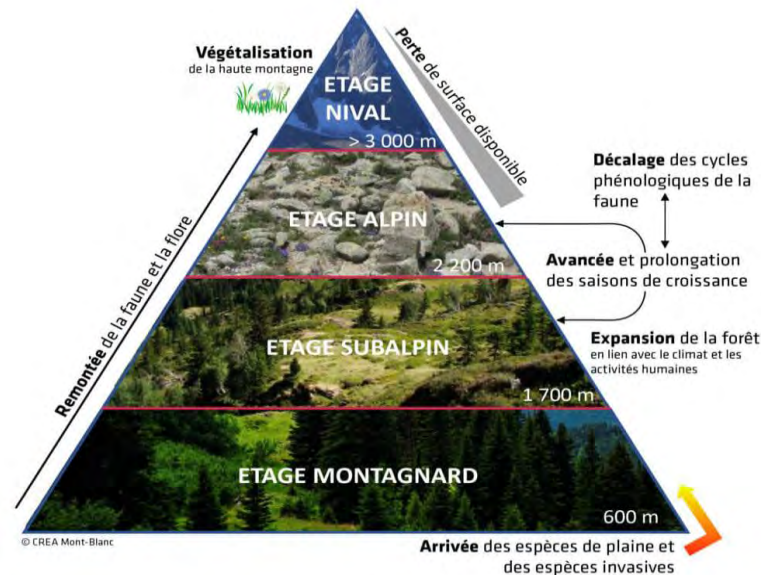
Les milieux rupestres représentent le quart de la surface de la réserve naturelle. Cette surface importante les rend peu vulnérables aux changements de conditions climatiques. Certaines zones d'éboulis vont se végétaliser grâce à l'adoucissement des températures, alors que la dynamique gravitaire va s'accroître dans d'autres secteurs empêchant la colonisation par des végétaux. Ce sont l'intensification et l'augmentation de la fréquence des phénomènes gravitaires (chute de blocs, éboulements, laves torrentielles...) qui impacteront le plus les parois rocheuses et les milieux en aval.

Concernant les espèces, comme pour les milieux, la faune et la flore inféodées à l'altitude et aux conditions extrêmes seront les plus vulnérables. Le décalage probable de la phénologie, notamment lié à un déneigement précoce, pourra entraîner des incompatibilités avec le cycle de vie de certaines espèces. Le déplacement vers de nouveaux sites aux conditions plus favorables ou l'adaptation du cycle de vie seront les seules moyens d'adaptation certaines d'entre elles. D'autres, à l'inverse, seront favorisées par l'adoucissement des conditions et verront leur aire de répartition s'étendre.

L'évolution globale des éléments naturels et des paysages de la réserve naturelle de Passy dépend de nombreux facteurs. Les conditions climatiques l'influencent fortement, mais la géographie, la géologie, la topographie du site et les pratiques agricoles sont également des facteurs prépondérants de cette évolution. La présence des immenses parois rocheuses calcaires et les dynamiques gravitaires associées vont, par exemple, limiter la progression de la forêt en altitude, tout comme la distribution entre pelouses et landes est plus fortement impactée par les pratiques pastorales que par le changement climatique.

# Résultats de l'analyse des nouveaux arrivants

L'évolution des conditions climatiques va entraîner une évolution de la répartition des espèces et des étages de végétation. Les milieux vont gagner en altitude, les étages les plus hauts vont disparaître des sommets et les milieux de coteaux vont se retrouver en bas de versant.



Remontée des étages de végétation - Source : CREA MB

En réalité, cette dynamique théorique est complexifiée par l'intervention de nombreux autres critères : dynamique gravitaire, relief, micro-topographie, exposition, activités pastorales.... qui empêchent une projection fiable des paysages de demain.

A ce jour, peu d'observations d'évolution des milieux directement en lien avec le changement climatique ont été faites sur la réserve naturelle de Passy.

Le Crave à bec rouge s'est installé récemment sur la réserve naturelle de Passy (2 couples depuis 2021). Cette extension de son aire de répartition pourrait être liée à l'adoucissement des températures et au raccourcissement des hivers. Un suivi spécifique de l'espèce a été mis en place dès 2021.

Les connaissances sur les « nouveaux arrivants » sur la réserve naturelle de Passy sont encore limitées et des suivis spécifiques aux effets du changement climatique doivent être développés.

Au dispositif « Lacs sentinelles », déjà en place sur la réserve naturelle, vont s'ajouter les programmes « Alpagnes sentinelles » en 2022 et « Refuges sentinelles » en 2023. Une deuxième placette vient renforcer le suivi « phénoclim » en 2022.

En parallèle de ces suivis sur le long terme, le gestionnaire devra veiller à ce que les inventaires, tous taxons confondus, intègrent la recherche d'espèces inféodées à des conditions ou des altitudes plus clémentes.

## *Zoom sur les espèces exotiques envahissantes*

Le changement climatique est favorable à la montée des espèces exotiques envahissantes en altitude. Six espèces sont particulièrement suivies en Haute-Savoie : Renouées asiatiques, Solidages, Balsamines, Buddleia, Berce du Caucase et Ambroisie. Toutes sont présentes sur la commune de Passy à l'exception de l'Ambroisie dont la dynamique départementale fait craindre une arrivée prochaine.

Un travail de repérage à l'échelle de la Communauté de Communes réalisé en 2020 a permis de constater des foyers d'EEE au niveau des stations de ski du territoire (fronts de neige), ce qui fait craindre un développement prochain dans les alpages.

Le contexte local est également un facteur de dispersion avec le transit fréquent de gravats potentiellement contaminés issus de constructions en plaine ou sur les coteaux vers des zones plus hautes en altitude.

Malgré la réglementation et les précautions prises, un foyer de Renouée du Japon s'est développé en bordure de la réserve naturelle à la suite de travaux. Ce foyer a été décontaminé en 2020 et aucune repousse n'a été constatée à ce jour.

Une veille constante est en place autour de l'installation de ces principales EEE au sein de la réserve naturelle de Passy, mais la vigilance doit être appliquée à tous les taxons et rappelée aux naturalistes effectuant des inventaires sur le site.

## *Zoom sur les pathogènes, parasites, ravageurs...*

Le changement climatique peut également être délétère pour l'état sanitaire des espèces et milieux de la réserve naturelle. Des conditions plus favorables peuvent permettre l'installation de nouveaux éléments indésirables jusque-là absents du territoire.

C'est le cas notamment du scolyte, coléoptère xylophage qui s'attaque aux épicéas. Pour se reproduire, l'insecte a besoin de 3 jours consécutifs à plus de 20°C et il peut y avoir jusqu'à 4 générations par an. Véritable fléau en Haute-Savoie, il n'a pour le moment pas été observé au sein de la réserve naturelle de Passy, mais la hausse des températures pourrait favoriser sa montée en altitude.

D'autres pathogènes pourront se développer en raison de l'adoucissement des conditions climatiques. Les échanges potentiels de maladies entre faune sauvage et domestique seront notamment favorisés par une possible intensification de l'alpagisme (plus grands troupeaux, durée d'alpage plus longue...). Une veille spécifique va être mise en place.

# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES ACTIVITÉS HUMAINES ?

## Choix des activités humaines à analyser

L'ensemble des composantes à analyser via la démarche Natur'Adapt ont été définies par l'équipe de la réserve naturelle et l'équipe Natur'Adapt interne à ASTERS en se basant sur l'expérience des agents et sur le plan de gestion alors en vigueur.

Les activités humaines retenues sont détaillées dans le tableau ci-dessous, en lien avec les arguments justifiants ce choix.

Activités socio-professionnelles	
Agriculture / Pastoralisme	Le pastoralisme est très présent sur quasiment tous les secteurs de la réserve naturelle. En pleine évolution liée au retour du loup sur le territoire, les pratiques pastorales sont indispensables à analyser avec le prisme du changement climatique.
Sports de nature	La fréquentation de la réserve naturelle par les pratiquants de sports de nature est l'une des principales pressions exercées sur les milieux et les espèces. Directement liées aux conditions climatiques, ces pratiques vont nécessairement évoluer dans les années à venir pouvant induire plus de dérangement de la faune ou de dégradation des milieux.
Chasse	Les pratiques de chasse risquent d'évoluer en conséquence des changements d'aire de répartition des espèces et des conditions climatiques.
Pêche	L'alevinage est toujours pratiqué dans le lac de Pormenaz dont une partie est situé hors réserve naturelle. Le changement climatique fragilise les lacs d'altitude, il est donc intéressant d'étudier l'évolution des pratiques de pêche qui représentent une pression supplémentaire sur les milieux.
Refuge gardé de Moëde-Anterne (en réserve naturelle)	Cette activité est liée à l'évolution de la fréquentation, de la ressource en eau, des aléas naturels. De plus les propriétaires du refuge de Moëde-Anterne travaillent dans la réserve naturelle depuis plusieurs générations et possèdent un recul de plusieurs dizaines d'années.
Station de ski / accueil refuge hors RN	La hausse de la fréquentation et le développement des activités 4 saisons envisagés aux portes de la réserve naturelle sont intéressants à analyser en lien avec la disponibilité de la ressource en eau, les aléas naturels...
Chalets d'alpage	L'évolution des conditions climatiques peut entraîner une augmentation de la fréquentation des chalets, de l'utilisation de la ressource en eau, des demandes de travaux... Ce paramètre n'a pas été étudié sur la réserve naturelle de Sixt Fer-à-cheval/Passy, ce sera donc un complément.
Etat sanitaire de la faune sauvage	Le suivi et l'évaluation du risque sanitaire (sur les espèces sauvages et domestiques) vont être développés par le service scientifique d'ASTERS-CEN74. Le changement climatique peut entraîner une augmentation de ces risques via l'évolution des aires de répartition des espèces, des vecteurs de maladies et des pathogènes.

## Résultats de l'analyse de vulnérabilité des activités humaines

Comme les milieux naturels, les activités humaines vont également être impactées par les changements climatiques.

Si certaines activités vont être impactées négativement (sports d'hiver) la tendance générale est à l'augmentation des pressions anthropiques sur la réserve naturelle de Passy.

L'adoucissement des températures et le déneigement précoce vont permettre un allongement de la période de fréquentation de la réserve naturelle, tant par les troupeaux que par les visiteurs.

Les conditions climatiques plus arides des vallées et des régions du sud vont inciter éleveurs, sportifs et visiteurs à se tourner vers les espaces d'altitude (effet « îlots de fraîcheur »).

Les éleveurs vont devoir apprendre à gérer la ressource fourragère et la ressource en eau qui pourraient venir à manquer selon les pires scénarios. Ils devront également être vigilants au développement de nouvelles maladies et aux transmissions possibles de pathogènes entre faune domestique et faune sauvage.

Conscients des évolutions déjà observables et à venir, les professionnels du tourisme développent le tourisme « quatre saison » pour compenser la diminution de l'activité hivernale.

La fréquentation de l'aire protégée va donc augmenter et les pratiques se diversifier. Les intersaisons (printemps et automne), périodes sensibles pour la faune jusque-là relativement calmes, devraient être de plus en plus prisées.

Certains secteurs comme le lac de Pormenaz, très vulnérable au changement climatique, pourrait fortement souffrir de la sur-fréquentation liée à son attractivité.

Les conflits d'usage et les effets négatifs sur les milieux et les espèces devraient s'intensifier.



# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES OUTILS ET MOYENS DE GESTION ?

## Caractérisation des outils et moyens de gestion à analyser

Des thématiques plus que des outils de gestion ont été identifiées par l'équipe de la réserve naturelle de Passy comme intéressantes à analyser avec le prisme du changement climatique. C'est principalement l'évolution des tâches et des métiers de chacun qui fait l'objet de la réflexion menée ici.

Les thèmes retenus et les justifications associées sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Outils et moyens de gestion	
Accessibilité	L'accès à la réserve naturelle de Passy est particulièrement dépendant des conditions météorologiques et des aléas naturels. La possibilité d'accéder ou non au terrain conditionne de nombreuses autres actions (surveillance, suivis scientifiques, pastoralisme, ravitaillement refuge, animations...).
Suivis scientifiques / connaissance	La nature des suivis et les modalités de leur réalisation dépendent des conditions climatiques et vont évoluer avec le changement climatique.
Police judiciaire et administrative	L'augmentation de la fréquentation et l'évolution des pratiques vont influencer le travail de police judiciaire et administrative.
Aménagement des sentiers	L'aménagement des sentiers est primordial pour canaliser la fréquentation et préserver les milieux. L'augmentation de la fréquentation et le changement climatique vont entraîner une évolution de cette mission.
Concertation / partenariats	L'adaptation au changement va demander de renforcer la concertation avec les différents acteurs et de développer de nouveaux partenariats, notamment dans la zone d'influence, en dehors des limites de la réserve naturelle.
Sensibilisation / animations	Les actions de sensibilisation et d'animation menées par l'équipe de la RNP vont devoir évoluer pour s'adapter au changement climatique, tant dans le fond que dans la forme.
Ancrage territorial	L'ancrage territorial est une composante intéressante à analyser car primordiale pour la bonne acceptation des évolutions de gestion liées au changement climatique. Il est important que la réserve naturelle soit identifiée par les locaux comme un acteur important de l'adaptation du territoire.

## Résultats de l'analyse de vulnérabilité des outils et moyens de gestion

Les évolutions climatiques vont entraîner une augmentation de la charge de travail pour l'équipe de la réserve naturelle de Passy.

Les pressions anthropiques vont augmenter. Pour organiser la cohabitation tout en garantissant la préservation des milieux naturels, les mesures de gestion et de surveillance devront être renforcées. La mission d'animation sera également centrale pour continuer la sensibilisation du grand public et des acteurs du territoire.

Pour faire face à cette augmentation de la charge de travail, les moyens humains devront être renforcés. Les financeurs devront être sensibilisés aux évolutions à venir et les sources de financement devront être diversifiées pour assurer une certaine pérennité.

En parallèle, les partenariats avec d'autres structures du territoire devront être renforcés pour venir en soutien des mesures de police et d'animation.

A l'augmentation de la charge de travail, s'ajoutera l'augmentation de la pénibilité des missions de terrain. La hausse des températures, l'instabilité des prévisions météorologiques et l'intensification des événements extrêmes comme les épisodes orageux et les vagues de chaleur vont complexifier les opérations de terrain.

Les agents vont également devoir acquérir des connaissances sur le changement climatique et ses effets sur la réserve naturelle pour adapter au mieux leur discours et leurs actions de gestion.

# RÉCIT PROSPECTIF DE LA RÉSERVE NATURELLE DE PASSY SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La rédaction du récit prospectif de la réserve naturelle de Passy n'a malheureusement pas pu être réalisé dans le temps imparti. Cependant, c'est un outil indispensable à la sensibilisation du grand public et des acteurs du territoire, il sera donc développé dans les mois à venir.

Plusieurs pistes ont déjà été évoquées au sein de l'équipe locale et avec les autres sites test de la méthode. La création de supports visuels comme la vidéo, le montage photographique ou le dessin sont intéressants à développer car marquants pour l'interlocuteur. Les compétences internes de l'équipe permanente et des renforts saisonniers pourront être mises en valeur à travers la création de ces outils dès l'été 2022.

Les discussions avec les autres sites test ont abouti à l'identification de supports plus originaux comme des « livres dont vous êtes le héros » ou des jeux de rôles où l'interlocuteur s'implique à travers ses choix. Ces outils plus complexes pourront être développés à plus long terme en mettant à contribution les différents animateurs d'Asters-CEN74 et des structures partenaires.

Enfin, des outils plus classiques comme des présentations Power Point ou des plaquettes seront réalisés pour les partenaires et acteurs du territoire plus institutionnels.

En parallèle de la création d'outils pérennes, la réalisation d'un récit prospectif peut-être le thème d'une animation proposée à différents publics.

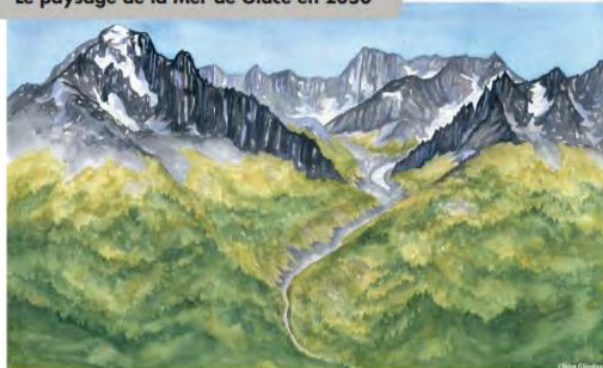
En interne, une session basée sur le dessin devrait être organisée d'ici la fin d'année 2022 pour l'ensemble du service « réserves naturelles » d'Asters-CEN74. Un format similaire pourra être proposé aux acteurs du territoire s'étant mobilisés lors de l'atelier de décembre 2021, lors de la restitution de l'étude.

La réserve naturelle est également identifiée comme structure référente dans le MOOC Natur'Adapt. Des diffusions et des animations seront développées dans ce cadre à destination du grand public local. La création de récits prospectifs sous différentes formes sera intégrée à cette programmation.

Le paysage de la Mer de Glace en 2015



Le paysage de la Mer de Glace en 2050



Exemple de récit prospectif illustré - Source : CREA

# CONCLUSION

---

Les premières étapes de la méthodologie Natur'Adapt ont permis à l'équipe de la réserve naturelle de Passy de prendre le temps de se re-questionner sur l'aire protégée, sa place sur le territoire et les composantes qui la caractérisent. Grâce aux outils de formation, à l'analyse climatique et aux temps d'échanges en interne et avec les acteurs du territoire, les agents ont pu « chausser les lunettes du changement climatique » et voir la réserve naturelle de Passy et son avenir sous un nouveau prisme.

L'analyse climatique telle qu'elle est menée ici ne permet pas de dresser une image précise des conditions climatiques futures et de leurs effets sur l'aire protégée. Mais de grandes tendances ont pu être identifiées et permettent de repenser les enjeux du site et les objectifs à long terme de gestion.

Le changement climatique est déjà à l'œuvre sur la réserve naturelle de Passy. Les tendances actuelles vont s'accroître dans les années à venir impactant l'ensemble des milieux naturels, les activités humaines et les mesures de gestion de l'aire protégée.

Les milieux les plus spécifiques aux conditions extrêmes vont être les plus impactés et les milieux plus « ordinaires » seront favorisés. Dans le même temps, la réserve naturelle va devenir de plus en plus attractive par sa fraîcheur relative en comparaison avec la plaine. Pastoralisme et fréquentation récréative vont s'intensifier, augmentant la pression sur les milieux naturels fragilisés.

Le rôle du gestionnaire sera donc renforcé pour aller vers une cohabitation des usages tout en préservant les milieux naturels. Une ré-organisation des services sera peut-être nécessaire pour faire face à l'augmentation de la charge de travail. La place de la réserve naturelle au sein du tissu local pourra également évoluer dans un contexte où tous les acteurs seront touchés.

Le changement climatique est une pression qui s'exerce sur les milieux naturels de l'aire protégée et sur laquelle le gestionnaire ne peut pas agir. Son rôle sera donc de limiter les effets des autres sources de pression pour laisser la possibilité aux écosystèmes de s'adapter. Le gestionnaire aura également pour mission de documenter ces évolutions, de les expliquer et d'accompagner acteurs du territoire et grand public tout au long de cette transition.

Les conclusions du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité servent de base à la suite de la démarche : la rédaction d'un plan d'adaptation de la gestion de la réserve naturelle de Passy.

# BIBLIOGRAPHIE

---

CARLSON B., FILIPPA G., ALVAREZ I., POGLIOTTI P., DELESTRADE A., CREMONESE E., AdaptMB 2019 (2019). Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines. Rapport I : Evolutions des scénarios climatiques. CREA Mont-Blanc et l'ARPA Vallée d'Aoste, 46 p.

COUDURIER C., LOCHON I., 2021. Guide méthodologique Natur'Adapt – V1 – Projet Life Natur'Adapt, RNF, PRNVA, 58 p.

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, Asters-CEN74, 79 p.

DANÉ J., 2021. Plan d'adaptation de la gestion de la Réserve naturelle nationale de Sixt-Fer-à-Cheval / Passy – Projet Life Natur'Adapt, Asters-CEN74, 50 p.

GEAI M-L., ERBA P., 2010. Plan de gestion 2010-2019 de la réserve naturelle de Passy, Asters-CEN74, 132 p.

J.C. VILLARET et Al., « *Guide des habitats naturels et semi-naturels des Alpes* », 2020, Naturalia Publication, CBNA, 639p.

LAURENT L., BUONCRISTIANI J-F., POHL B., ZEKOLLARI H., FARINOTTI D., HUSS M., MUGNIER J-L., PERGAUD J., 2020. The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif. Nature. 9p.

[www.hmeteofrance.com/climathd](http://www.hmeteofrance.com/climathd)  
[www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)  
[www.professionnels.ofb.fr](http://www.professionnels.ofb.fr)  
[www.hydro.eaufrance.fr](http://www.hydro.eaufrance.fr)  
[www.avalanches.fr](http://www.avalanches.fr)  
[www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)  
[www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr](http://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr)



© julienheuret

# ANNEXES

Diagnostic de vulnérabilité de  
la Réserve naturelle nationale de **Passy**



# ANNEXES

---

Fiches d'analyse des composantes :

- **Éléments naturels**

Pelouses alpines et combes à neige

Pelouses subalpines calcaires

Pelouses subalpines siliceuses

Landes

Parois rocheuses et formes gravitaires associées

Milieux humides

Lacs d'altitude

Forêts (à venir)

Perdrix bartavelle

Crave à bec rouge

Cardamine des ruisseaux

Système hydrographique / ressource en eau (à venir)

Aléas naturels (à venir)

- **Activités socio-professionnelles**

Agriculture / Pastoralisme

Sports de nature

Chasse

Pêche

Refuge gardé de Moëde-Anterne

Station de ski / accueil refuge hors RN (à venir)

Chalets d'alpage

Etat sanitaire de la faune sauvage

- **Outils et moyens de gestion**

Accessibilité

Suivis scientifiques / connaissance

Police judiciaire et administrative

Aménagement des sentiers (à venir)

Concertation / partenariats (à venir)

Sensibilisation / animations

Ancrage territorial (à venir)



[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 ont été expérimentés sur six réserves partenaires du projet, puis revus et testés sur 15 autres sites, avant la dernière phase de déploiement aux échelles nationale et européenne.

## Coordinateur du projet



Grâce au soutien financier de



Contact : [naturadapt@rnfrance.org](mailto:naturadapt@rnfrance.org) / 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