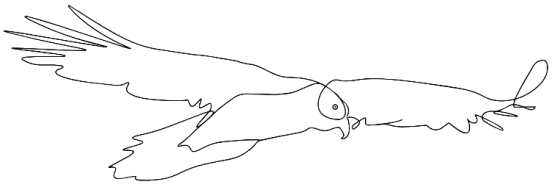
Réserve Naturelle Régionale
MASSIF
PIBESTE-AOULHET

La Région
Occitanie
Pyrénées - Méditerranée



Gérée par :

sivu
Massif du Pibeste - Aoulhet

RECIT CLIMATIQUE

Réserve Naturelle Régionale du Massif Pibeste-Aoulhet

Projet d'adaptation au changement climatique des 5 RNR d'Occitanie du massif des Pyrénées

Félix Jechoux et Lou Dumaine - 2022

TABLE DES MATIERES

Introduction 2

Contexte Climatique 3

1. Le climat, un facteur constituant de nos paysages, aujourd'hui bouleversé 3
2. Les réserves pyrénéennes d'Occitanie soumises aux grandes tendances du climat 4
   a. Le climat et ses variations multiscalaires 4
   b. Le climat en Montagne 5
   c. Les évolutions récentes 5
3. Construction d'un récit climatique pour la RNR du Massif du Pibeste-Aoulhet 8
   a. La RNR du massif du Pibeste-Aoulhet située à un carrefour d'influences diverses 8
   b. La RNR du massif du Pibeste-Aoulhet et sa zone d'interdépendance 9
   c. Choix des données récoltées 10
   d. Choix du traitement des données 11

Récit climatique local par indicateur 12

1. Températures 12
   a. Températures moyennes journalières 12
   b. Températures minimales journalières 15
   c. Températures maximales journalières 18
   d. Nombres de jours de gel 21
   e. Nombre de jour d'une vague de chaleur 24
   f. Amplitudes thermiques journalières 26
2. Précipitations 29
   a. Cumul de précipitation 29
   b. Périodes de sécheresse 32
3. Enneigement 34
   a. Epaisseur de neige moyenne 34
   b. Nombre de jour d'enneigement supérieur à 50 centimètres 37

Récit climatique transversal 40

1. Synthèse des indicateurs 40
   a. Températures 40
   b. Précipitations 40
   c. Enneigement 41
   d. Vent 41
2. Demain, le massif pyrénéen d'Occitanie 41
   a. Mosaïque des sous-massifs 41
   b. Un gradient climatique Ouest- Est difficilement identifiable 44
   c. Rallongement et intensification de la période estivale au détriment de la saison hivernale 44
   d. L'intensité des changements climatiques diffère selon l'altitude 46
   e. Une limitation des GES, un choix à fort impact sur l'intensité du changement 47

Conclusion 48

Bibliographie 49

Liste Acronymes 51

Support Visuel 52

INTRODUCTION

La Réserve Naturelle Régionale (RNR) du massif du Pibeste-Aoulhet s'inscrit dans le cadre du projet d'adaptation au changement climatique des 5 RNR d'Occitanie du massif des Pyrénées. Avec le soutien du conseil régional, le SIVU du massif du Pibeste-Aoulhet, aux côtés des gestionnaires des 4 autres RNR (Aulon, Montious, Saint-Barthélemy, Nyer) se sont associés pour adapter leur gestion au changement climatique.

> ***Démarche d'adaptation au changement climatique*** *« Une démarche d'adaptation est une démarche qui permet à un système humain ou naturel de réduire les effets négatifs et/ou de tirer parti des effets positifs du changement climatique. Elle vise à anticiper les conditions climatiques futures pour prendre aujourd'hui des décisions et des actions compatibles avec la situation, demain. » Natur'Adapt*

Les réserves naturelles, qui ont pour mission de protéger la biodiversité, sont particulièrement sensibles aux évolutions climatiques et leur adaptation devient nécessaire. En effet, le changement climatique entre en résonance avec la sixième crise de la biodiversité, bien plus rapide que les cinq précédentes. Ces deux dynamiques sont d'origine anthropique et s'intensifient au contact l'une de l'autre. À l'échelle mondiale, le GIEC (groupe d'experts du climat) prévoient entre 3 et 14 % des espèces terrestres menacées d'extinction même si le réchauffement est limité à +1,5 °C. De plus pour les RNR de milieu montagnard, les conditions climatiques sont les facteurs les plus déterminant dans la régulation d'écosystèmes, plus que dans d'autres zones biogéographiques (OPCC,2018).

Le projet d'adaptation s'appuie sur le guide du LIFE Natur'Adapt, issu d'une expérimentation de la méthode sur 6 aires protégées et éprouvé sur 15 sites tests. Le Life Natur'Adapt propose comme première étape à l'adaptation un récit climatique. Ce récit a pour objectif de décrire les évolutions du climat auxquelles sont soumises les aires protégées. Connaitre ces évolutions (présentes et futures) permettra d'évaluer les niveaux de sensibilité de la RNR au changement climatique. Ces éléments seront donc remobilisés dans le diagnostic de vulnérabilités et d'opportunités de la RNR.

Le récit climatique demande de distinguer la météorologie, c'est-à-dire le temps qu'on observe quotidiennement, du climat, qui se caractérise à partir de données météorologiques sur moyen et long termes – au minimum 30 ans (normale climatique).

> ***Climat*** *« Représentation synthétique des conditions météorologiques caractérisant une région donnée. Il est défini par les valeurs moyennes, généralement sur 30 ans, et la dispersion autour de la moyenne des grandeurs météorologiques (température, pluviométrie, vent, ensoleillement…) et des phénomènes particuliers tels que le brouillard, les orages, la grêle. ». Météo France*

Les évolutions récentes du climat sont issues du maillage de stations météo, elles reposent donc sur des données constatées. Or, pour le climat futur il faut faire appel à des modèles de projection qui comprennent une marge d'incertitude incompressible. Ce document ne permet pas de préméditer le climat futur sur les réserves mais d'identifier les grandes tendances qui se profilent.

CONTEXTE CLIMATIQUE

1. Le climat, un facteur constituant de nos paysages, aujourd'hui bouleversé

Le climat à l'échelle de la planète est la résultante d'interactions entre cinq entités : **la lithosphère (croute terrestre), l'hydrosphère (l'ensemble des eaux sur la planète, ici liquide comme les cours d'eau ou les océans), la cryosphère (les glaces), la biosphère (l'ensemble des êtres vivants, dont la végétation) et** l'atmosphère (couche gazeuse entourant la Terre, une forte teneur en GES a une influence forte).

Le climat est changeant dans le temps. Depuis sa formation notre planète connait des ères glaciaires. A l'intérieur de ces ères glaciaires il existe une alternance de période de glaciation et période interglaciaire. Ces évolutions naturelles dépendent de l'exposition de la terre au soleil selon les 3 paramètres de Milankovic (variation due à l'inclinaison, la trajectoire de la Terre autour du Soleil, ou son axe de rotation propre). D'autres phénomènes peuvent influencer le climat comme la tectonique des plaques, l'activité volcanique, ou l'activité biotique (Jean-Baptiste Bosson,2019). Nous sommes actuellement dans une période interglaciaire baptisée Holocène, initiée il y 11 700 ans.

Au cours de l'Holocène, les Pyrénées ont connu un réchauffement lent dû à des phénomènes naturels. L'évolution des glaciers illustre ces changements et les RNR en portent les traces dans leurs paysages.

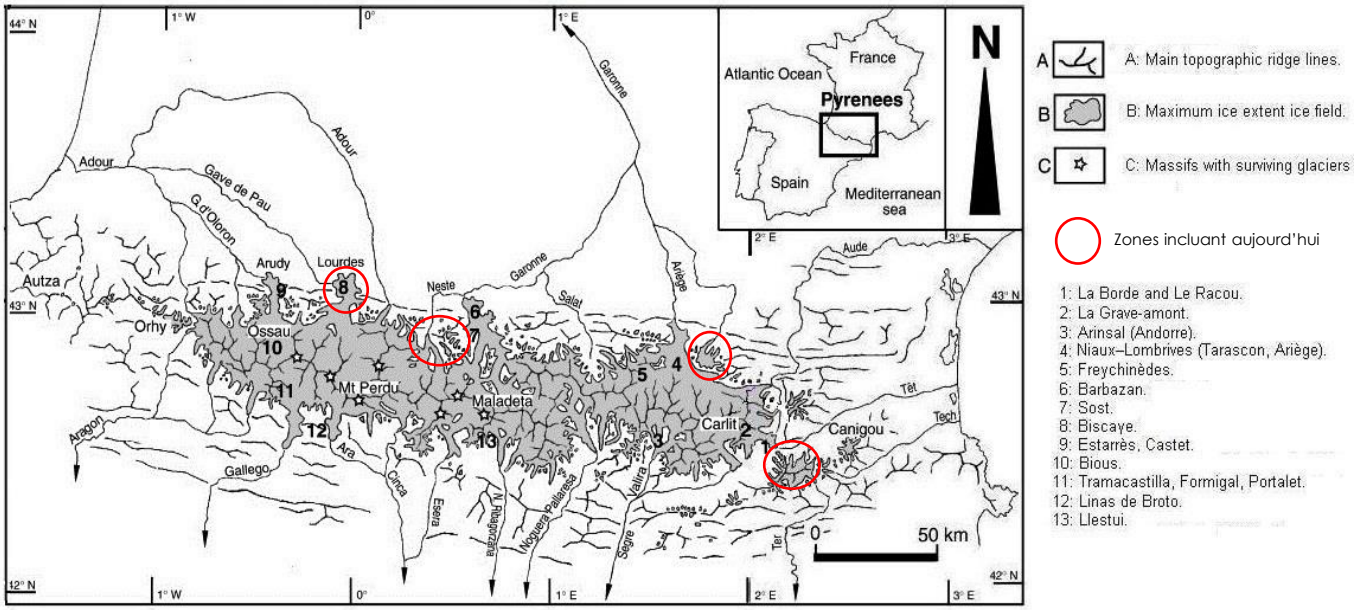


Figure 1 : Carte de l'extension maximale des glaciers pyrénéens à la dernière glaciation (entre 29500 et 24400 av JC). Source : Carte originale de Calvet and al 2010. Cercle des RNR apposé

Or le changement que l'on mesure aujourd'hui est bien plus rapide que dans les périodes précédentes et ne peut être expliqué par les paramètres de Milankovic. Le dernier rapport du GIEC, est considéré comme le rapport de la certitude. La cause anthropique du dérèglement climatique est confirmée. Aux vues de l'accélération de ces changements sur l'ensemble de la planète et de son origine humaine (concentration en GES dans l'atmosphère et accélération dans la seconde moitié du 20ème siècle) ainsi que de son intensité, nous rentrons dans une nouvelle aire, l'anthropocène (ère géologique de l'homme).

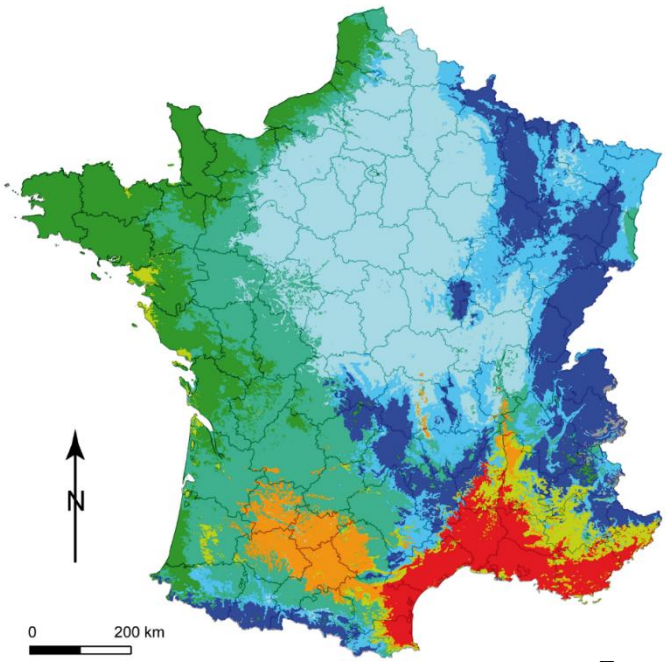
La rapidité, sans précédent, de ces changements entraine des bouleversements impactant l'environnement dans lequel évolue l'homme dont notamment l'accélération de la 6ème crise de la biodiversité. Ce sont ces changements et leurs impacts directs qui sont décrits dans le récit climatique.

2. Les réserves pyrénéennes d'Occitanie soumises aux grandes tendances du climat

a. Le climat et ses variations multiscalaires

À l'échelle mondiale une dizaine de climats sont identifiés, les 6 majeurs sont : le climat équatorial, le climat tropical, le climat aride, le climat froid, le climat polaire et le climat tempéré.

A l'échelle nationale, la France métropolitaine profite d'un climat tempéré. Il a pour caractéristique d'être humide avec des amplitudes thermiques modérées. Ceci est dû à «la rencontre des masses d'air chaud provenant des tropiques et des masses d'air froid des plus hautes latitudes. Les vents d'ouest sont prédominants.» Encyclopédia Universalis. La France métropolitaine est à la rencontre de plusieurs climats tempérés : méditerranéen, océanique et continental. Afin d'avoir une vision plus précise sur le territoire, Joly and al ont travaillé sur une représentation de 8 types de climat au regard des données climatiques sur la période 1971-2000.



Typologie climatique du territoire français en 8 classes (période 1971-2000).

- Type 1 : Climat de Montagne
- Type 2 : Climat semi-continental et marges montagnardes
- Type 3 : Climat océanique dégradé des plaines du Centre et du Nord
- Type 4 : Climat océanique altéré
- Type 5 : Climat océanique franc
- Type 6 : Climat méditerranéen altéré
- Type 7 : Climat du bassin du Sud-Ouest
- Type 8 : Climat méditerranéen franc
- Hors interprétation

Source: Figure 2, Joly and al, 2010

b. Le climat en Montagne

D'après la typologie de Joly and al, les 5 RNR du massif des Pyrénées en Occitanie se situent entre un climat de montagne et ses marges (types 1 et 2). Le climat de montagne se caractérise par une précipitation forte avec une variabilité d'intervalle important, ainsi qu'une moyenne de température plus faible (< à 9,4°C) elle aussi fortement variable en été et hiver. Le climat de marges montagnardes (type 2) est influencé par le climat océanique altéré (température homotherme et forte pluviométrie) et le Méditerranéen franc (température plus élevée) pour la RNR de Nyer. Au-delà de ces indicateurs, Météo-France définit le climat montagnard de la façon suivante : « En climat de montagne, la température décroît rapidement en fonction de l'altitude. On observe une nébulosité minimale en hiver et maximale en été. Les vents et les précipitations varient notablement selon le lieu ». L'altitude induit des singularités météorologiques locales et la création de microclimats :

- Les différences de pressions atmosphériques impactent les températures (+100m ≈ [-0,55°C, -0,65°C]).
- L'orientation des vallées entraine des vents différents (en force et en direction).
- Les versants soulanes (exposé Sud) sont susceptibles d'avoir des températures plus chaudes en altitude et les versants ombrés (exposé Nord) des Pyrénées une plus forte pluviométrie.
- Répartition de cortège végétal en étagement altitudinaux (définit par Henri Gaussen).

c. Les évolutions récentes

Afin de comprendre les grandes tendances qui influencent les 5 RNR il a été nécessaire de mesurer dans un premier temps les évolutions récentes du climat sur les 30 dernières années (période dite de référence).N'ayant pas eu la possibilité d'analyser les données de stations météo locales du fait d'une hétérogénéité dans les variables mesurées et les périodes de mises en service, une analyse bibliographique a été réalisée à une échelle régionale puis pyrénéenne sur la base de données traitées par des climatologues de Météo France pour Climat HD (service Météo France), puis par des climatologues de l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC).

Tableau : Caractérisation du climat à l'échelle régionale et pyrénéenne par la synthèse des services de météo France (Climat HD) et l'OPCC

Indicateur	Évolution régionale	Évolution des Pyrénées
Température	⇧ Hausse des températures moyennes ⇧ Réchauffement plus marqué au printemps et en été ⇩ Diminution des jours de gel ⇧ Augmentation des vagues de chaleur ⇧ Augmentation du nombre de journées chaudes	⇧ Hausse des températures moyennes ⇧ Réchauffement plus marqué en été.
Précipitation	⇨ Grande variabilité interannuelle des cumuls de précipitations et diminution légère ⇗ Augmentation de surface du sol touchée par la sècheresse ⇗Augmentation de l'assèchement du sol sur l'année	⇘ Diminution du cumul des précipitations
Enneigement	⇩ Durée d'enneigement > 50cm en diminution depuis 1980 ⇗ Augmentation de la variabilité interannuelle	⇩ Diminution du manteau neigeux

➢ ***Des températures plus chaudes***

De 1900 à 2019, la température moyenne mondiale a augmenté de 1,1 °C et en France métropolitaine de 1,7 °C. Les 3 dernières décennies de cette période ont connu une accentuation sensible de la fréquence des vagues de chaleur.

ÉVOLUTION RÉGIONALE
Selon Climat HD

Hausse des températures moyennes en Occitanie de 0.3°C par décennie sur la période 1959-2009.

Réchauffement plus marqué au printemps et en été.

Diminution de jour de gel. De -1 à -3 jours de gel par décennie de 1961 à 2010 en ex-Midi py et de 0 à -1 en ex-Languedoc.

Augmentation des vagues de chaleur recensées depuis 1947. La canicule de 2003 a été la plus importante.

Augmentation du nombre de journées chaudes (TP max > à 25°C) de 3 à 6 jours par décennie.

ÉVOLUTION À L'ÉCHELLE DES PYRÉNÉES
Selon l'OPCC

Hausse des températures moyennes de 0.2°C par décennie sur la période 1949-2015 sur les versants nord et sud-pyrénéens.

Réchauffement plus marqué en été.

« Les anomalies négatives ont prédominé jusqu'en 1980, avec une tendance à la baisse des températures. À partir des années 1980, cette tendance s'est inversée, avec des anomalies positives systématiquement ascendantes, jusqu'à nos jours. »

➢ ***Des précipitations variables en Occitanie, mais en diminution sur le massif***

En France métropolitaine, de 1900 à 2019, les précipitations connaissent des évolutions différentes selon les régions et les saisons. Au nord de la France on constate une augmentation des précipitations notamment en été et au sud une diminution des précipitations.

ÉVOLUTION RÉGIONALE
Selon Climat HD

Grande variabilité interannuelle des cumuls de précipitations et diminution légère dans l'ex-Languedoc en été et en hiver. En ex-Midi-Pyrénées les précipitations sont très variables à l'année.

Augmentation de surface du sol touchée par la sècheresse de 5% en 1960 à plus de 10% en ex-Midi Pyrénées et 15% en Ex-Languedoc de nos jours.

ÉVOLUTION À L'ÉCHELLE DES PYRÉNÉES
Selon l'OPCC

Diminution du cumul des précipitations de 2,5 % par décennie 1949 à 2010 avec le versant espagnol un peu plus touché. Cette diminution semble un peu plus marquée en hiver et en été.

- ***L'enneigement en diminution en moyenne altitude***

L'analyse des changements récents du manteau neigeux est complexe, dû notamment à un manque de mesures sur le long terme en haute altitude. Au col de Porte (1300m en Isère), les mesures de hauteur de neige au sol réalisées depuis 1960 montrent une baisse de l'enneigement moyen de 30 à 40% selon Météo France. Pour Climat HD, ce diagnostic peut être étendu sur l'ensemble de la France.

ÉVOLUTION RÉGIONALE

Selon Climat HD

Variabilité interannuelle forte pour une durée d'un enneigement > à 50 cm. La moyenne glissante sur 11 ans étant comprise entre 110 et 150 jours de neige.

Durée d'enneigement > 50 cm en diminution depuis 1980 malgré les bons enneigements constatés en 2009, 2013, 2014 et 2016

ÉVOLUTION À L'ÉCHELLE DES PYRÉNÉES

Selon l'OPCC

Diminution du manteau neigeux de 1949 à 2010 selon le réseau de balises du versant sud des Pyrénées.

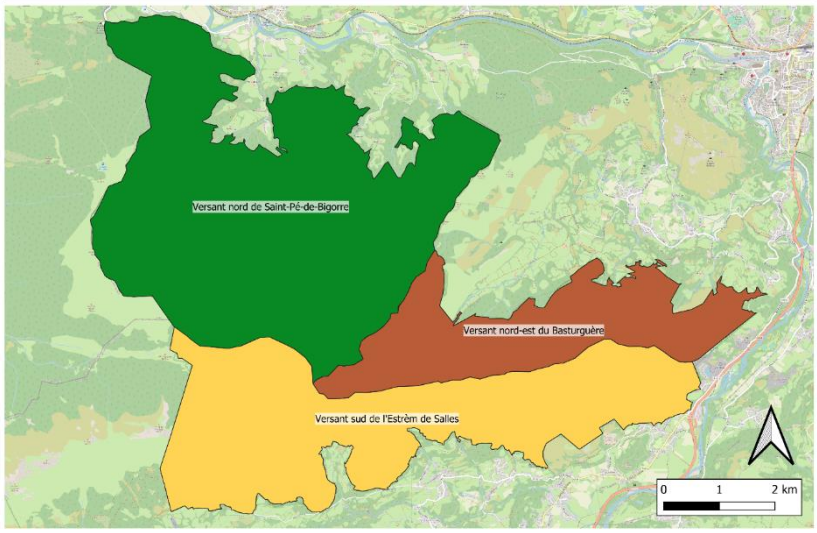
3. Construction d'un récit climatique pour la RNR du Massif du Pibeste-Aoulhet

Le LIFE Natur Adapt est constitué comme un guide et afin de réaliser un récit climatique adapté aux RNR d'Occitanie du massif pyrénéen, un ensemble de choix ont été réalisés et constituent la méthode du récit.

a. La RNR du massif du Pibeste-Aoulhet située à un carrefour d'influences diverses

Le climat est très contrasté sur la réserve, soumise à diverses influences de par sa localisation. Le site du Pibeste-Aoulhet se situe en effet dans la région biogéographique Atlantique mais il est aussi proche de l'intersection de plusieurs influences climatiques : alpine de par l'altitude, puisqu'on a une altitude maximale de 1730m, et méditerranéenne grâce à la barrière orographique que forme le massif, protégeant le versant sud. On trouve ainsi des microclimats très marqués dans les différentes zones du massif.

Les trois versants de la RNR du massif du Pibeste-Aoulhet



Sur le versant nord, on observe une influence clairement océanique. Le massif de Saint-Pé-de-Bigorre, exposé au nord et non protégé par un quelconque relief, reçoit les perturbations océaniques de plein fouet.

Sur le versant sud-est, l'influence méditerranéenne se fait sentir. Le premier témoin est la végétation présente, favorisée par un ensoleillement important et le rempart que forme la montagne contre les perturbations venant de l'ouest.

A ces deux grandes tendances s'ajoutent celles des microclimats au sein de la réserve, avec des changements parfois très marqués entre deux zones proches géographiquement. Ainsi, l'influence mutuelle des deux climats, ajoutée à la topographie, donne naissance à une multitude de nuances climatiques, largement visibles à travers la structuration de la végétation qui s'y développe. Dans cette mosaïque, on note une ambiance particulière dans les fonds de vallons, en particulier celui de la Génie Longue où l'on a fréquemment du brouillard et une densité de mousses considérable témoignant d'une humidité ambiante importante. D'autres parties de la réserve bénéficient d'un climat franchement montagnard, notamment sur l'Aoulhet et le col d'Andorre où la température est souvent bien plus basse qu'ailleurs et où l'enneigement est toujours plus important. On peut encore remarquer la vallée du Batsurguère, très encaissée, qui subit l'influence océanique et où les précipitations sont retenues par la barrière que forme l'ensemble du Pibeste.

b. La RNR du massif du Pibeste-Aoulhet et sa zone d'interdépendance

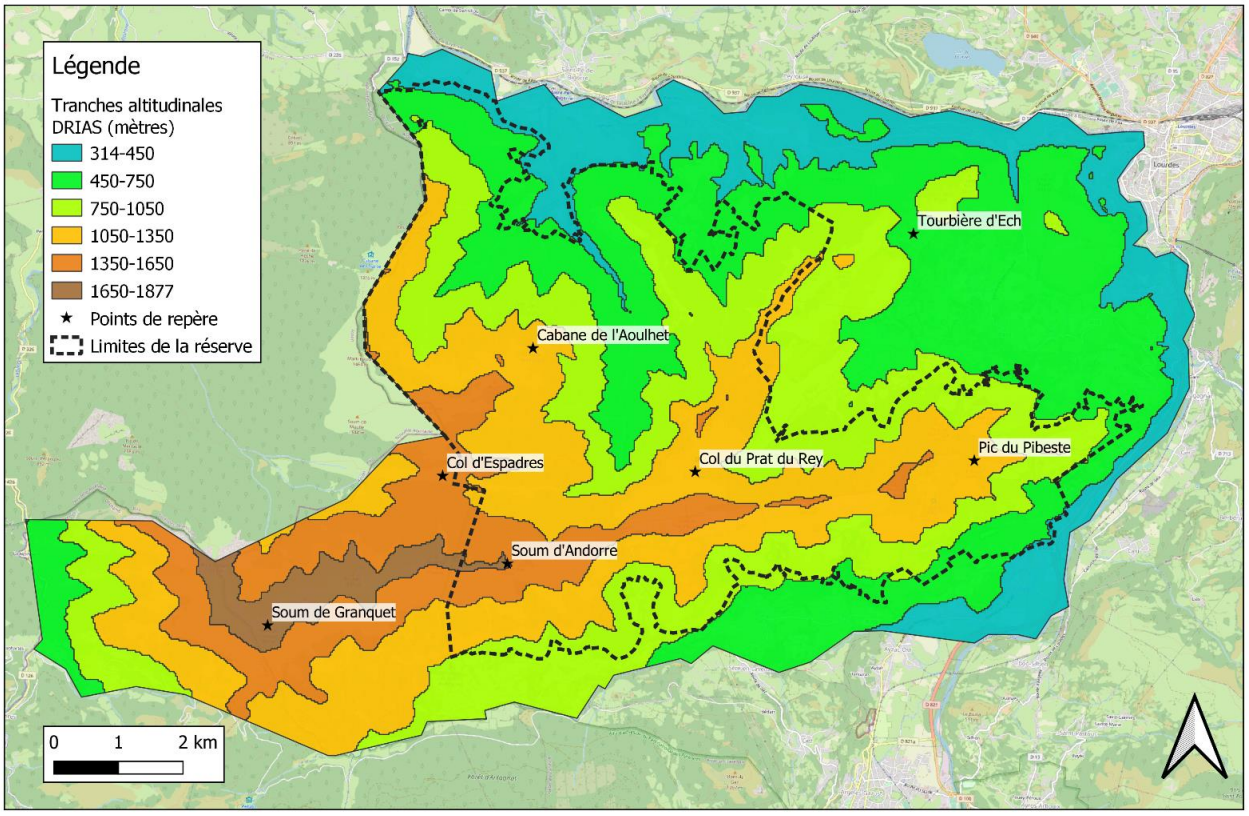
À la suite d'échanges avec des climatologues de l'OPCC, il est apparu plus pertinent d'analyser les prévisions climatiques à une échelle intermédiaire entre l'échelle pyrénéenne et l'échelle des Réserves naturelles. Présentant trop d'incertitudes du fait de nombreuse variabilités locales (exposition, pente, couvert végétal, effet de micro massifs…), l'analyse à l'échelle « sous massif » a été préférée à l'échelle du périmètre de la Réserve naturelle. Pour la RNR du massif du Pibeste-Aoulhet, il s'agit du sous-massif de la Haute-Bigorre. Cette analyse à l'échelle du sous-massif présente également l'avantage de pouvoir être affinée par tranche altitudinale de 300m de variation.

Le périmètre ciblé dans le récit climatique futur correspond à celui de la RNR et de sa zone d'interdépendance.

> ***Zone d'interdépendance d'une aire protégée*** *« correspond à un périmètre plus large que celui de l'aire protégée, avec lequel elle entretient des relations étroites (positives ou négatives) : les milieux naturels et les activités présents dans la zone d'interdépendance influencent directement ou indirectement sur le patrimoine naturel, la gestion et les activités humaines de l'aire protégée ; de même que les activités humaines, la gestion et le patrimoine naturel de l'aire protégée influence la zone d'interdépendance". » Natur'Adapt*

La zone d'interdépendance du Pibeste Aoulhet a été constituée autour de la continuité hydrologique de la réserve, elle comprend ainsi la zone Natura2000 et les communes du SIVU.

Tranches altitudinales de la zone d'interdépendance



c. Choix des données récoltées

Le service climatique DRIAS a été retenu pour récolter les données climatiques du climat proche (période de référence 1976-2005) et futur. Il présente l'avantage d'être fourni par Météo France, d'avoir une grande diversité de modèles, un large champ d'indicateurs disponibles, des outils statistiques de traitement (médiane), et d'intégrer le travail de l'OPCC (lui-même adapté aux Pyrénées par les sous-massifs et leur correction ADAMONT).

Un modèle est une représentation simplifiée du monde réel, ainsi, pour se projeter dans le futur, en avoir une représentation, il est nécessaire de travailler sur des données modélisées. Une multitude de modèles ont été constitués et mis à jour. La combinaison d'un maximum de modèles permettra d'avoir le moins d'incertitudes. Afin d'avoir les plus grands regroupements de modèles, il a été choisi de travailler avec **la médiane d'une série de modèles disponibles offrant une** vision de la tendance centrales. L'outil DRIAS « sous-massif », utilise notamment le modèle IPSL (Institut Pierre-Simon Laplace), CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques) et EURO-CORDEX (association de 11 modèles globaux et régionaux).

Les données des indicateurs sont disponibles selon des distributions temporelles différentes : annuelle, saisonnière, mensuelle ou encore journalière. La **distribution mensuelle** a été choisie au regard de la phénologie des composantes écologiques (espèces et habitats naturels) souvent basée sur des cycles annuels. De même les activités humaines, comme le pastoralisme avec la montée en estive, ou la fréquentation de loisir ne sont pas similaires sur l'ensemble de l'année. Pour autant certaines données par mois incohérente avec des mois adjacent peuvent témoigner d'erreur de modélisation selon Jacques Richon, directeur du centre météorologique-montagne dans les Pyrénées. A ce titre, les mois montrant des dynamiques incohérentes ne seront pas considérés dans l'analyse

Le climat se travaille sur des périodes de référence de 30 ans. DRIAS propose plusieurs pas de temps. Nous avons conservé le **climat proche (de 1976 à 2005** ce qui correspond à la période de référence) et le **climat futur selon 2 horizons : horizon proche (de 2021 à 2050** permettant de se situer à une échelle de gestion) et **l'horizon lointain** (**de 2070 à 2100**, permettant d'identifier les grandes tendances).

Les quatre scénarios RCP *(Representative Concentration Pathway)* sont des scénarios de référence de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre sur la période 2006-2300. Leur élaboration a été effectuée par le GIEC. **Dans le cadre de notre méthodologie deux RCP ont été utilisés :**

- **RCP 4,5 : Stratégie de réduction** où on atteint une stabilisation des émissions de GES. Ce scénario incite à passer à l'action.
- **RCP 8,5 : Scénario jugé pessimiste,** sans mesures de réduction des émissions de GES (business as usual). Ce dernier est nécessaire à considérer, car il correspond aux scénarios le plus probables aujourd'hui.

L'avantage d'utiliser deux scénario RCP différents réside dans la capacité à caractériser une fourchette des évolutions possibles intégrant l'incertitude sur les choix futurs de régulation des émissions de GES.

Indicateurs du changement climatique : Pour l'évaluation des évolutions dans le temps, les indicateurs sont appréhendés sous deux dimensions : l'anomalie et l'indice intégré. Les climatologues travaillent en "anomalie", c'est-à-dire aux changements modélisés (+X°C par exemple en 2100) quand l'indice intégré correspond à la situation finale cumulant la référence à l'anomalie (en 2100 il fera Y°C). Afin de mieux identifier les écarts à la référence, les indicateurs du récit climatique futur ont été caractérisé en anomalies. Pour la diffusion au grand public, les indices intégrés peuvent être plus percutants et seront mobilisés ponctuellement sur le support de sensibilisation.

Les observatoires du changement climatique mobilisent des indicateurs associés à deux grands paramètres : les températures et les précipitations. Le choix des indicateurs dépend de la disponibilité de la donnée, mais aussi et surtout de sa pertinence au regard de l'exercice et du contexte des RNR. **Dix indicateurs communs ont été sélectionnés**. Les indicateurs utilisés et leurs pertinences sont détaillés dans les parties ci-après.

Toutefois, la fréquence d'évènement extrême n'a pas pu être identifiée dans le cadre du récit climatique. Les indicateurs sélectionnés ne prennent pas en compte cette dimension, car ceux disponibles sur DRIAS comme le vent fort ou les fortes pluies ne sont pas significatifs à l'échelle des sous massifs. La fréquence est une dimension qui pourrait être complémentaire pour le travail futur de la RNR sur le climat.

d. Choix du traitement des données

L'objectif du récit climatique n'est pas de modéliser les changements climatiques sur les RNR mais d'évaluer les tendances évolutives en s'appuyant sur des indicateurs les plus précis possible pour correspondre aux contextes des RNR.

L'objectif est donc de visualiser au mieux les données sans perdre en précision. Pour cela, seul un tableau permettait de lire les trois caractéristiques de données mois/altitude/valeurs. Le choix de la représentation a été difficile pour trouver l'équilibre entre une lecture rapide des résultats sans perdre le niveau d'information. Pour ces tableaux une colorimétrie a été utilisée :

- RCP4.5 – Horizon proche ⇨ dégradé de jaune,
- RCP8.5 - Horizon proche ⇨ dégradé d'orange,
- RCP4.5 – Horizon lointain ⇨ dégradé de rouge,
- RCP8.5 – Horizon lointain ⇨ dégradé de violet.

L'avantage est de pouvoir avoir une lecture fine des écarts au sein de même scénario/horizon en soulignant les écarts entre eux. Les données les plus alarmantes correspondant au RCP8.5 horizon lointain.

RECIT CLIMATIQUE LOCAL PAR INDICATEUR

1. Températures

a. Températures moyennes journalières

La température moyenne est un indicateur global pour le suivi des évolutions climatiques. Il s'agit du premier paramètre à étudier, car l'augmentation de la température est l'une des conséquences les plus visibles du changement climatique. Cet indicateur permet d'illustrer et de suivre la tendance à l'augmentation des températures moyennes, déjà observables sur une longue période.

Températures moyennes journalières entre 1976 et 2005 (°C)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800	-0,6	-0,8	1,1	3,3	6,4	9,8	13,7	14,4	10,5	6,9	3,3	0,7
1500	0,7	0,6	2,8	5,0	8,2	11,2	15,0	15,7	11,8	8,2	4,5	2,1
1200	1,9	1,8	4,5	6,7	9,9	12,6	16,3	16,8	13,1	9,5	5,8	3,2
900	3,0	2,8	6,1	8,2	11,4	13,9	17,5	18,0	14,3	10,6	7,0	4,3
600	4,0	3,9	7,6	9,7	12,9	15,5	18,9	19,3	15,6	11,8	8,2	5,3
300	5,6	5,4	9,0	11,1	14,2	16,9	20,3	20,7	17,0	13,2	9,6	6,8

RCP 4.5												Anomalies des températures moyennes journalières entre 2021 et 2050 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1,1	1,0	0,9	1,2	1,2	1,7	1,5	1,3	1,1	1,4	0,7	1,3	1800	1,2	1,4	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	1,1	1,5	1,3	1,4	1,0
1,1	1,0	0,9	1,2	1,2	1,6	1,5	1,3	1,1	1,5	0,7	1,4	1500	1,2	1,4	1,2	1,4	1,6	1,5	1,6	1,2	1,5	1,3	1,4	1,1
1,1	1,0	0,9	1,1	1,2	1,5	1,4	1,3	1,1	1,5	0,8	1,3	1200	1,2	1,4	1,1	1,4	1,5	1,4	1,6	1,1	1,5	1,3	1,3	1,1
1,2	1,0	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	1,2	1,0	1,5	0,8	1,3	900	1,2	1,4	1,1	1,3	1,5	1,3	1,6	1,1	1,5	1,3	1,3	1,1
1,2	1,0	0,8	1,1	1,1	1,3	1,3	1,2	1,1	1,5	0,8	1,3	600	1,2	1,4	1,0	1,3	1,5	1,2	1,5	1,0	1,5	1,3	1,3	1,1
1,2	1,0	0,8	1,0	1,1	1,3	1,3	1,2	1,1	1,5	0,8	1,3	300	1,2	1,4	1,1	1,3	1,5	1,2	1,5	1,0	1,4	1,2	1,3	1,1

RCP 4.5												Anomalies des températures moyennes journalières entre 2071 et 2100 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1,9	2,0	1,5	2,5	2,9	2,5	2,3	2,5	2,5	2,1	2,0	1,9	1800	3,9	3,6	3,6	4,9	5,0	4,5	4,7	4,8	4,6	3,7	4,1	4,4
1,9	1,9	1,5	2,5	2,8	2,4	2,4	2,6	2,5	2,1	2,0	1,9	1500	4,0	3,6	3,7	5,0	5,0	4,5	4,7	4,9	4,7	3,7	4,1	4,5
1,9	1,9	1,5	2,5	2,7	2,3	2,3	2,6	2,5	2,0	2,0	1,9	1200	3,8	3,5	3,6	4,9	4,8	4,3	4,8	4,8	4,5	3,7	4,0	4,4
1,8	1,9	1,5	2,4	2,7	2,2	2,2	2,5	2,5	2,1	2,0	1,9	900	3,8	3,5	3,5	4,8	4,7	4,2	4,6	4,7	4,5	3,7	4,0	4,4
1,8	1,9	1,5	2,4	2,7	2,0	2,0	2,4	2,5	2,0	2,0	2,0	600	3,8	3,5	3,4	4,8	4,6	4,0	4,4	4,5	4,5	3,7	3,9	4,4
1,9	1,9	1,4	2,4	2,7	2,1	2,0	2,4	2,4	2,0	1,9	2,1	300	3,9	3,6	3,4	4,8	4,6	3,9	4,5	4,5	4,5	3,6	3,9	4,6

- ***Période de référence 1976-2005***

Les températures moyennes de référence sont cohérentes vis-à-vis des différentes saisons et des altitudes. En effet, les températures les plus élevées sont observées en période estivale à basses altitudes et les températures les moins élevées, en période hivernale à hautes altitudes. Les variations saisonnières sont progressives le long des intersaisons.

Valeur maximale 20.7 °C en Août à 300m

Valeur minimale -0.6 °C en Janvier à 1800m

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - <u>RCP 4.5 : limitation des GES</u>

On observe un réchauffement qui s'intensifie progressivement entre Mars et Juin, puis qui baisse progressivement jusqu'en Septembre. Le réchauffement remonte brutalement en Octobre, pour redescendre progressivement jusqu'en Mars. On constate tout de même un réchauffement bien plus faible en Novembre, qui contraste avec la tendance globale. Les variations altitudinales sont peut significatives, même si on peut noter un réchauffement légèrement plus intense en altitude pendant la période estivale.

Valeur maximale +1.7°C en Juin à 1800m

Valeur minimale +0.7°C en Novembre à 1800m

  - <u>RCP 8.5 : sans réduction des GES</u>

Le réchauffement augmente progressivement de Mars à Juillet, baisse fortement en Août, puis remonte en Septembre. On observe ensuite une baisse progressive jusqu'en Décembre, qui remonte ensuite légèrement jusqu'en Février, puis qui baisse légèrement en Mars. Les variations altitudinales sont faibles, sauf en Juin, ou le réchauffement est bien plus intense en altitude.

Valeur maximale +1.7°C en Juillet à 1800m

Valeur minimale +1°C en Décembre à 1800m

  - <u>Comparaison</u>

Les variations saisonnières du réchauffement, sont beaucoup plus stables en RCP 4.5, alors que pour le scénario 8.5, le réchauffement est beaucoup plus variable. Les valeurs sont cependant assez proches entre les deux scénarios, le réchauffement est donc à peu près de la même intensité.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les variations saisonnières sont ici assez marquées. On distingue un réchauffement bien plus intense d'Avril à Septembre. Le réchauffement est ensuite plus faible entre Octobre et Février, mais reste stable sur cette période. Le mois de Mars est celui qui se réchauffe le moins, et marque une coupure nette entre les deux périodes. Les variations altitudinales ne sont significatives que sur les mois de Juin et de Juillet. Les basses altitudes se réchauffent de la même manière que la tendance hivernale, mais le réchauffement s'accentue en altitude, pour avoisiner les valeurs estivales.

Valeur maximale +2.9 °C en Mai à 1800m

Valeur minimale +1.4 °C en Mars à 300m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

On remarque ici une saison estivale très marquée, avec des valeurs stables d'Avril à Septembre, qui dépassent largement les valeurs du mois de Mars et d'Octobre. La saison hivernale est plus progressive, mais le réchauffement s'intensifie tout de même fortement d'Octobre à Décembre, avec des valeurs similaires à la période estivale. Le réchauffement baisse ensuite progressivement jusqu'en Mars. Les variations altitudinales son peu marquées, hormis au mois de Juin, avec un réchauffement moins important que la tendance saisonnière en basse altitude.

Valeurs maximales :
+5 °C en Mai à 1800m
+5 °C en Avril à 1500m
Valeur minimale :
+3.4 °C en Mars à 300m

  - Comparaison

Les valeurs sont presque deux fois plus élevées sur le RCP 8.5. De plus, le scénario 8.5 démontre une saison hivernale qui se réchauffe bien plus que le scénario 4.5, avec des valeurs similaires à la période estivale en Décembre.

- ***Synthèse***

Les températures moyennes journalières sont en hausse sur l'ensemble des scénarios, avec une forte accentuation pour l'horizon lointain. La saisonnalité est également bien plus marquée pour l'horizon lointain, avec un réchauffement bien plus intense sur la période estivale (d'Avril à Septembre). Les variations altitudinales sont très faibles, hormis sur les Mois de Juin et de Juillet.

Pour donner un ordre d'idée, si l'augmentation prévue est de +5°C en Avril alors il est possible qu'avec un écart de 0,6°C tous les 100 m, la température que l'on connaît à 400m (Fond de vallée) se retrouvent théoriquement à horizon 2100 800 m plus hauts en altitude soit autour de 1200m (Soum det Mont). A horizon plus proche en 2050, cela correspondrait à un écart de +1,4°C soit la température que l'on connait aujourd'hui en fond de vallée se retrouverais 230m plus hauts à 730 m au niveau par exemple du cap de la Serre.

b. Températures minimales journalières

La température minimale journalière est un indicateur global pour le suivi des évolutions climatiques. Il permet de visualiser l'évolution des températures de manière plus précise, au même titre que la température maximale journalière. L'état des températures minimales joue un rôle important dans le cycle de vie de nombreux écosystèmes.

Températures minimales journalières entre 1976 et 2005 (°C)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800	-3,2	-3,5	-1,6	0,3	3,5	7,3	10,9	11,6	7,3	4,2	0,8	-2,1
1500	-2,2	-2,4	-0,1	1,8	4,7	8,1	11,6	12,3	8,0	5,0	1,7	-1,0
1200	-1,3	-1,6	1,1	3,0	5,7	8,8	12,0	12,7	8,7	5,8	2,6	-0,2
900	-0,5	-0,8	2,2	4,0	6,5	9,7	12,6	13,3	9,5	6,6	3,4	0,6
600	0,2	-0,2	3,1	4,9	7,4	11,0	13,6	14,3	10,3	7,3	4,2	1,3
300	1,6	1,1	4,4	6,3	8,8	12,6	15,2	15,9	11,6	8,5	5,4	2,6

RCP 4.5												Anomalies des températures minimales journalières entre 2021 et 2050 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1,0	1,0	0,8	1,1	1,2	1,7	1,3	1,2	1,1	1,4	0,6	1,4	1800	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,8	1,6	1,0	1,4	1,3	1,3	0,8
0,9	1,0	0,8	1,0	1,2	1,6	1,3	1,2	1,0	1,4	0,6	1,4	1500	1,1	1,1	1,0	1,2	1,3	1,6	1,6	1,0	1,4	1,3	1,2	0,9
1,0	0,9	0,7	0,9	1,2	1,4	1,2	1,1	0,9	1,3	0,6	1,3	1200	1,0	1,0	0,9	1,1	1,1	1,5	1,4	0,9	1,3	1,3	1,1	0,9
1,0	0,9	0,7	0,8	1,2	1,3	1,1	1,0	0,9	1,2	0,7	1,2	900	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,4	1,3	0,9	1,2	1,3	1,0	0,8
1,0	0,9	0,7	0,8	1,2	1,1	0,9	0,9	0,9	1,2	0,7	1,2	600	1,0	1,1	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	0,8	1,2	1,2	1,0	0,9
1,0	0,9	0,7	0,9	1,1	1,2	0,9	0,9	0,9	1,2	0,7	1,2	300	1,0	1,2	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	0,8	1,2	1,2	1,0	0,9

RCP 4.5												Anomalies des températures minimales journalières entre 2071 et 2100 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1,8	1,9	1,4	2,4	2,6	2,5	2,3	2,4	2,3	2,0	1,8	1,8	1800	3,8	3,3	3,5	4,6	4,6	4,3	4,2	4,4	4,1	3,6	3,8	4,1
1,7	1,8	1,3	2,2	2,5	2,3	2,1	2,3	2,3	1,9	1,8	1,7	1500	3,7	3,3	3,3	4,4	4,5	4,0	4,1	4,3	4,0	3,5	3,7	4,0
1,6	1,6	1,3	2,1	2,3	2,1	1,9	2,2	2,2	1,9	1,8	1,5	1200	3,4	3,0	3,1	4,1	4,1	3,7	3,9	4,0	3,7	3,5	3,7	3,8
1,5	1,6	1,3	2,0	2,2	2,0	1,8	2,0	2,2	1,9	1,8	1,6	900	3,3	3,0	3,0	3,9	4,0	3,4	3,5	3,7	3,7	3,4	3,7	3,7
1,6	1,7	1,3	2,0	2,1	1,7	1,6	1,7	2,2	1,8	1,7	1,7	600	3,3	3,0	3,0	3,9	3,9	3,1	3,1	3,3	3,6	3,4	3,5	3,7
1,6	1,6	1,3	2,0	2,2	1,8	1,6	1,7	2,2	1,8	1,7	1,7	300	3,3	3,1	3,1	4,0	4,0	3,1	3,1	3,3	3,7	3,4	3,5	3,8

- ***Période de référence 1976-2005***

Les températures minimales de référence sont cohérentes vis-à-vis des différentes saisons et des altitudes. En effet, les températures les plus élevées sont observées en période estivale à basses altitudes et les températures les moins élevées, en période hivernale à hautes altitudes. Les variations saisonnières sont progressives le long des intersaisons.

Valeur maximale 15.9 °C en août à 300m

Valeur minimale -3.5 °C en février à 1800m

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les variations saisonnières sont assez faibles, et le réchauffement est homogène sur l'ensemble de l'année. On note tout de même une légère intensification du réchauffement entre Mars et Juin, une baisse progressive jusqu'en Septembre, puis un mois d'Octobre plus haut, et une baisse progressive jusqu'en Mars. Les variations d'altitude sont également faibles, mais on peut relever une un réchauffement légèrement plus intense en altitude, principalement durant la période estivale.

Valeur maximale +1.7 °C en Juin à 1800m

Valeurs minimales +0.6 °C en Novembre à 1500m et à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

La saisonnalité du réchauffement est ici plus marquée. De Janvier à Mai, les valeurs restent faibles et stables. Le réchauffement s'intensifie en Juin et Juillet, pour redescendre brutalement en Août. Il s'accentue de nouveau en Septembre, puis baisse progressivement jusqu'en Décembre. L'altitude n'impacte que peu le réchauffement, hormis pour les mois de Juin et de Juillet, où il est plus intense en altitude.

Valeur maximale +1.8 °C en Juin à 1800m
Valeurs minimales +0.8 °C en Août à 600m

  - Comparaison

La saisonnalité est plus marquée pour le scénario 8.5, et les variations altitudinales sont globalement les mêmes. Les valeurs sont assez homogènes entre les deux scénarios, mais on observe de nouveau un mois de Décembre et un mois d'Août avec des valeurs inférieure en RCP 8.5.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les variations saisonnières sont ici assez marquées. On distingue un réchauffement bien plus intense d'Avril à Septembre. Le réchauffement est ensuite plus faible entre Octobre et Février, mais reste stable sur cette période. Le mois de Mars est celui qui se réchauffe le moins, et marque une coupure nette entre les deux périodes. Les variations d'altitude sont principalement marquées durant les mois de Juin-Juillet-Août, avec un réchauffement plus faible sur les basses altitudes, qui vient avoisiner les valeurs hivernales.

Valeur maximale : +2.6 °C en Mai à 1800m

Valeur minimale : +1.3 °C en Mars à 600m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Ici, la saisonnalité est un peu particulière. En effet, les mois d'Avril et de Mai, sont ceux qui se réchauffent le plus, peu importe l'altitude. Le réchauffement reste fort jusqu'en Septembre mais les mois de Juin-Juillet-Août se réchauffent beaucoup moins en basse altitude. La saison hivernale s'observe par un réchauffement progressif d'Octobre à Décembre, puis par une baisse progressive jusqu'en Mars, et cela à toutes les altitudes.

Valeur maximale +4.7 °C en Mai à 1800m

Valeurs minimales +3 °C en Février et en Mars à 900m

  - Comparaison

Les variations saisonnières du réchauffement sont un peu plus marquées en RCP4.5, mais le scénario 8.5 montre un réchauffement hivernal plus important. Les variations altitudinales sont les mêmes, avec un réchauffement moins intense sur les mois de Juin-Juillet-Août sur les basses altitudes. Les valeurs sont globalement bien plus élevées pour le scénario 8.5.

- ***Synthèse***

Les températures minimales journalières sont en hausse sur l'ensemble des scénarios, avec une forte accentuation pour l'horizon lointain, particulièrement sur le RCP 8.5. La saisonnalité est plus marquée pour l'horizon lointain, avec un réchauffement bien plus intense sur la période estivale (d'Avril à Septembre). Les variations altitudinales sont significatives sur les Mois de Juin-Juillet-Août, avec un réchauffement moins intense en basse altitude.

c. Températures maximales journalières

La température maximale journalière est un indicateur global pour le suivi des évolutions climatiques. Il permet de visualiser l'évolution des températures de manière plus précise, au même titre que la température minimale journalière. L'état des températures maximales joue un rôle important dans le cycle de vie de nombreux écosystèmes.

Températures maximales journalières entre 1976 et 2005 (°C)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800	2,2	2,0	3,9	6,0	9,3	13,1	16,6	17,3	13,9	9,8	5,6	3,4
1500	3,8	3,6	5,8	8,0	11,5	14,8	18,5	19,1	15,7	11,4	7,3	5,1
1200	5,3	5,1	8,0	10,3	13,9	16,8	20,7	21,0	17,6	13,2	9,0	6,5
900	6,5	6,4	10,1	12,4	16,0	18,6	22,4	22,6	19,3	14,7	10,5	7,7
600	8,0	7,9	12,1	14,5	18,1	20,4	24,1	24,3	21,1	16,4	12,2	9,1
300	9,7	9,6	13,6	16,0	19,5	21,7	25,3	25,5	22,6	18,0	13,8	10,9

RCP 4.5												Anomalies des températures maximales journalières entre 2021 et 2050 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1,1	1,1	1,1	1,2	1,5	1,6	1,5	1,4	1,2	1,5	0,8	1,5	1800	1,3	1,4	1,1	1,7	1,8	1,6	1,6	1,2	1,5	1,4	1,5	1,2
1,1	1,2	1,1	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,3	1,6	0,8	1,6	1500	1,4	1,5	1,2	1,7	1,8	1,6	1,7	1,2	1,5	1,4	1,5	1,3
1,0	1,2	1,1	1,3	1,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,6	0,8	1,5	1200	1,3	1,5	1,2	1,6	1,8	1,6	1,7	1,3	1,5	1,4	1,5	1,3
1,2	1,2	1,1	1,3	1,4	1,6	1,6	1,5	1,3	1,6	0,8	1,5	900	1,3	1,5	1,2	1,6	1,8	1,6	1,8	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4
1,2	1,2	1,0	1,3	1,4	1,6	1,6	1,5	1,3	1,7	0,9	1,5	600	1,3	1,5	1,2	1,5	1,7	1,5	1,7	1,3	1,5	1,4	1,5	1,3
1,2	1,2	1,0	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,2	1,6	0,8	1,6	300	1,3	1,5	1,2	1,5	1,7	1,5	1,7	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4

RCP 4.5												Anomalies des températures maximales journalières entre 2071 et 2100 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
2,0	2,1	1,6	2,8	2,5	2,3	2,5	2,9	2,6	2,3	2,2	2,0	1800	4,3	4,0	3,8	5,3	5,2	4,5	4,9	5,0	5,4	4,0	4,2	4,8
2,2	2,2	1,7	3,0	2,4	2,3	2,7	3,0	2,7	2,3	2,2	2,2	1500	4,5	4,1	3,9	5,6	5,0	4,7	5,2	5,3	5,5	4,1	4,3	5,1
2,2	2,1	1,7	3,0	2,4	2,3	2,7	3,1	2,8	2,3	2,2	2,3	1200	4,4	4,0	3,9	5,7	4,9	4,8	5,4	5,4	5,5	4,1	4,4	5,0
2,2	2,1	1,6	3,1	2,3	2,3	2,7	3,1	2,8	2,4	2,2	2,3	900	4,4	4,1	3,9	5,6	4,8	4,7	5,6	5,5	5,5	4,2	4,4	5,1
2,2	2,2	1,6	3,1	2,3	2,2	2,6	3,1	2,9	2,4	2,2	2,3	600	4,4	4,1	3,8	5,6	4,6	4,6	5,6	5,6	5,6	4,3	4,5	5,1
2,3	2,2	1,6	3,0	2,2	2,2	2,6	3,0	2,8	2,3	2,2	2,4	300	4,6	4,2	3,8	5,5	4,5	4,5	5,6	5,6	5,5	4,1	4,4	5,2

- ***Période de référence 1976-2005***

Les températures maximales de référence sont cohérentes vis-à-vis des différentes saisons et des altitudes. En effet, les températures les plus élevées sont observées en période estivale à basses altitudes et les températures les moins élevées, en période hivernale à hautes altitudes. Les variations saisonnières sont progressives le long des intersaisons.

Valeur maximale : 25.5 °C en Août à 300m

Valeur minimale : 2 °C en Février à 1800m

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Le réchauffement est très homogène sur l'ensemble de l'année, et des altitudes. Le mois de Novembre fais toujours exception avec un réchauffement nettement moins fort. On distingue tout de même un réchauffement un peu plus intense entre Mai et Août, en Octobre, et en Décembre.

Valeur maximale : +1.7 °C en Octobre à 600m

Valeur minimale : +0.8 °C en Novembre à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Les variations saisonnières sont plus disparates, mais on distingue un réchauffement plus intense d'Avril à Juillet. Les mois de Mars et d'Août sont ceux qui se réchauffent le moins. Le reste de l'année comporte des valeurs assez homogènes. Les variations altitudinales sont très faibles et peu significatives.

Valeur maximale : +1.8 °C en Mai à 1200m

Valeur minimale : +1.1 °C en Mars à 1800m

  - Comparaison

La saisonnalité est plus marquée dans le RCP 8.5, cependant elle reste très variable. L'altitude ne joue que très peu sur l'intensité du réchauffement. Les valeurs sont assez homogènes entre les deux scénarios.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

On observe ici un réchauffement concentré de Juillet à Septembre, ainsi que sur le mois d'Avril. Le reste de l'année comprend des valeurs stables, hormis le mois de Mars qui se réchauffe nettement moins. Les variations altitudinales sont faibles et peu significatives.

Valeurs maximales : +3.1 °C en Avril et en Août à 900m

Valeurs minimales : +1.6 °C en Mars à 300m et à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Le réchauffement est globalement plus intense entre Avril et Septembre. Il baisse brutalement en Octobre pour s'intensifier progressivement jusqu'en Décembre, puis il redescend progressivement jusqu'à Mars. Cependant, le mois de Juin comprend des valeurs plus faibles que l'ensemble de la saison estivale. On distingue une variation altitudinale notable sur le mois de Mai, avec des valeurs à 1800 mètres similaires aux valeurs saisonnières, mais des valeurs bien plus basses sur les altitudes inférieures.

Valeur maximale : +5.7 °C en Avril à 1200m

Valeur minimale : +3.8 °C en Mars à **300m**

  - Comparaison

La saisonnalité est la même sur les deux scénarios, mais le RCP 8.5 montre également un réchauffement hivernal plus marqué. Les différences de réchauffement selon l'altitude sont bien plus marquées dans le RCP 8.5. Le réchauffement est globalement bien plus intense dans le scénario 8.5.

- ***Synthèse***

Les températures maximales journalières sont en hausse sur l'ensemble des scénarios, avec une forte accentuation pour l'horizon lointain, particulièrement sur le RCP 8.5. La saisonnalité est plus marquée pour l'horizon lointain, avec un réchauffement bien plus intense sur la période estivale (d'Avril à Septembre). Les variations altitudinales sont plus marquées sur l'horizon lointain en RCP 8.5.

d. Nombres de jours de gel

Cet indicateur correspond au dénombrement des jours, où la température minimale journalière est inférieure ou égale à 0°C. Le nombre de jours de gel est un indicateur pertinent car son évolution peut être directement corrélée à l'évolution de la température atmosphérique. Les évolutions du phénomène de gel ont des répercussions sur les écosystèmes et les ressources naturelles, notamment sur la ressource en eau, la productivité végétale, la modification d'habitats et d'espèces, et la pollution de l'air.

Nombre de jours de gel entre 1976 et 2005	Référence											
Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800 **122**	23	22	20	15	5	0	0	0	0	5	12	20
1500 **98**	21	20	15	10	2	0	0	0	0	3	10	17
1200 **78**	18	18	11	6	0	0	0	0	0	2	8	15
900 **59**	15	15	7	3	0	0	0	0	0	1	6	12
600 **50**	13	14	5	1	0	0	0	0	0	1	5	11
300 **32**	9	10	3	0	0	0	0	0	0	0	3	7

- ***Période de référence 1976-2005***

Le nombre de jours de gel de référence est cohérent vis-à-vis des différentes saisons et des altitudes. En effet, les altitudes les plus élevées et la période hivernale comptent plus de jours de gel que les basses altitudes et que la saison estivale. Les variations sont progressives le long des intersaisons.

Valeur maximale 23 jours en janvier à 1800m
Valeur minimale : Juin juillet et Aout on en moyenne dans la période de référence pas de jour de gel

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Le dégel est concentré sur l'ensemble de la période hivernale avec une accentuation au mois de Décembre, qui baisse progressivement jusqu'au mois de Mai. Le dégel est légèrement plus fort en altitude.

Valeur maximale -4 jours en absolu en décembre à 1200m et 1800m et **-17% à l'année à 900m**

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Ici, le dégel est plus variable, avec une accentuation globale du phénomène de Novembre à Février. L'altitude n'influe pas vraiment sur l'intensité du dégel, hormis pour les mois de Mars-Avril et d'Octobre-Novembre, où le phénomène est plus fort en altitude.

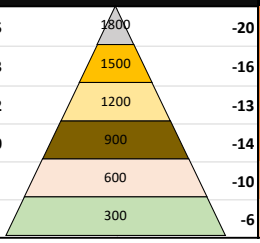
Valeur maximale -3 jours en absolu pour chaque mois d'hiver et **-24% à l'année à 900m**

  - Comparaison

Le phénomène de dégel est plus hétérogène dans le RCP 4.5, avec un mois de Décembre qui se détache nettement. Le scénario 8.5 est plus homogène avec un dégel généralisé sur l'ensemble de la période hivernale. Le phénomène est légèrement plus accentué en altitude dans les inter-saisons pour les deux scénarios. En moyenne, le dégel est plus fort dans le RCP 8.5, mais les valeurs maximales sont enregistrées dans le scénario 4.5.

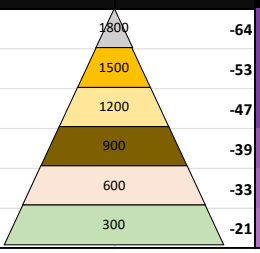
Anomalie du nombre de jours de gel entre 2021 et 2050

RCP 4.5														RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-2	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	-1	-1	-4	-15	-20	-3	-2	-3	-3	-2	0	0	0	0	-2	-3	-2
-3	-2	-1	-2	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-13	-16	-3	-2	-2	-3	0	0	0	0	0	-1	-3	-2
-3	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-12	-13	-3	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-2	-2
-3	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-3	-10	-14	-3	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	-2	-3
-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-7	-10	-2	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3
-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5	-6	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1



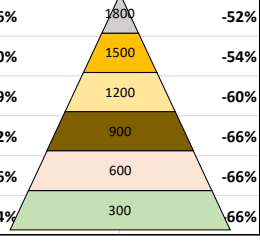
Anomalie en % du nombre de jours de gel entre 2021 et 2050

RCP 4.5														RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-9%	-9%	-10%	-13%	-20%					-20%	-8%	-20%	-12%	-16%	-13%	-9%	-15%	-20%	-40%					-40%	-25%	-10%
-14%	-10%	-7%	-20%	0%					-33%	-10%	-18%	-13%	-16%	-14%	-10%	-13%	-30%	0%					-33%	-30%	-12%
-17%	-11%	-9%	-17%						0%	-13%	-27%	-15%	-17%	-17%	-17%	-9%	-17%						-50%	-25%	-13%
-20%	-13%	0%	-33%						-100%	0%	-25%	-17%	-24%	-20%	-20%	-14%	-33%						-100%	-33%	-25%
-15%	-14%	0%	0%						0%	0%	-27%	-14%	-20%	-15%	-21%	-20%	0%						0%	-20%	-27%
-22%	-10%	0%								0%	-29%	-16%	-19%	-11%	-20%	-33%								-33%	-14%



Anomalie du nombre de jours de gel entre 2071 et 2100

RCP 4.5														RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-5	-4	-3	-6	-3	0	0	0	0	-2	-4	-5	-32	-64	-10	-7	-9	-11	-5	0	0	0	0	-3	-8	-11
-5	-4	-4	-5	-1	0	0	0	0	-2	-4	-4	-29	-53	-10	-8	-8	-8	-1	0	0	0	0	-2	-6	-10
-5	-4	-3	-3	0	0	0	0	0	-2	-3	-3	-23	-47	-10	-8	-7	-4	0	0	0	0	0	-2	-6	-10
-5	-4	-2	-2	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-19	-39	-8	-8	-5	-3	0	0	0	0	0	-1	-5	-9
-5	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-18	-33	-7	-8	-4	-1	0	0	0	0	0	-1	-4	-8
-4	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-11	-21	-6	-6	-2	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5



Anomalie en % du nombre de jours de gel entre 2071 et 2100

RCP 4.5														RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-22%	-18%	-15%	-40%	-60%					-40%	-33%	-25%	-26%	-52%	-43%	-32%	-45%	-73%	-100%					-60%	-67%	-55%
-24%	-20%	-27%	-50%	-50%					-67%	-40%	-24%	-30%	-54%	-48%	-40%	-53%	-80%	-50%					-67%	-60%	-59%
-28%	-22%	-27%	-50%						-100%	-38%	-20%	-29%	-60%	-56%	-44%	-64%	-67%						-100%	-75%	-67%
-33%	-27%	-29%	-67%						-100%	-33%	-25%	-32%	-66%	-53%	-53%	-71%	-100%						-100%	-83%	-75%
-38%	-29%	-40%	-100%						-100%	-40%	-27%	-36%	-66%	-54%	-57%	-80%	-100%						-100%	-80%	-73%
-44%	-30%	-33%								-33%	-29%	-34%	-66%	-67%	-60%	-67%								-67%	-71%

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

On observe ici un dégel qui augmente progressivement d'Octobre à Janvier, et qui baisse progressivement jusqu'en Mai. L'altitude joue cependant un rôle important dans l'intensité du phénomène, en particulier sur le mois d'Avril qui connait un dégel bien plus intense en altitude.

Valeur maximale de perte absolue -6 jours en Avril à 1800m

Valeur maximale de perte à l'année de 36% à 600m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Le dégel s'intensifie progressivement jusqu'en Décembre-Janvier, puis redescend progressivement. Le phénomène s'intensifie en altitude. Au final le nombre de jours de gel diminue de moitié par rapport à la référence.

Valeurs maximales de perte absolue -11 jours en Avril et en Décembre à 1800m

Valeur maximale de perte à l'année de 66% à de 300m à 900m

  - Comparaison

On observe des valeurs bien plus importantes sur le RCP 8.5. L'influence de l'altitude est déterminante sur l'intensité du phénomène dans les deux scénarios. Les mois d'Octobre, d'Avril et de Mai, ne connaissent presque plus de jours de gel en RCP 8.5.

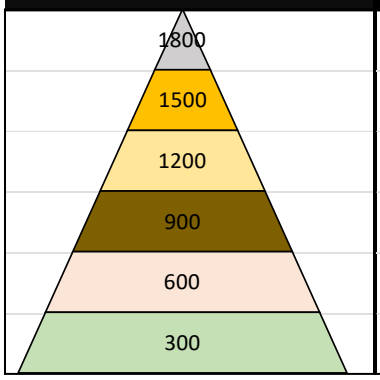
- ***Synthèse***

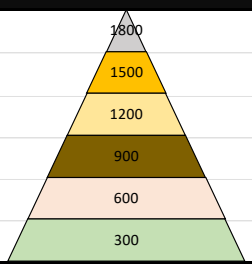
Le nombre de jours de gel est en baisse sur l'ensemble des scénarios, avec une forte accentuation pour l'horizon lointain, particulièrement sur le RCP 8.5 atteignant a toutes les altitudes une perte de 50% à 66% du nombre des jours de gel à l'année H2100 RCP.8.5. La baisse est globalement plus forte au cœur de la saison hivernale, mais on constate tout de même une forte baisse en % aux mois de transition en printemps et à l'automne, ce qui se traduit par une saison estivale qui se rallonge. L'altitude joue un rôle important dans la variation du nombre de jours de gel, avec un fort gradient, en particulier sur les inter-saisons.

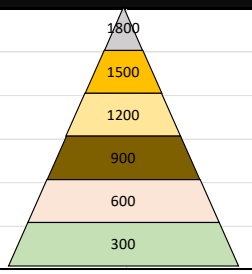
e. Nombre de jour d'une vague de chaleur

Cet indicateur calcule le nombre de jours correspondant à deux critères : on détermine les jours pour lesquels la température maximale quotidienne dépasse de plus de 5 °C une valeur climatologique de référence, mais en ne comptant que les jours appartenant à une série de plus de cinq jours chauds consécutifs. La valeur de référence de chaque jour de l'année est la moyenne glissante sur cinq jours du cycle annuel moyen de la température maximale quotidienne simulée pour la période 1976-2005. Grâce à ce calcul on peut déterminer l'évolution des périodes anormalement chaudes durant plus de 5 jours consécutifs.

Cet indicateur pourrait dans le climat à venir être requestionné, car les vagues de chaleur ont tendance à ne plus fonctionner par période distincte, mais en cumul de plusieurs périodes sans une redescente nette aux températures moyennes. Aussi cet indicateur ne permet pas l'évaluer l'évolution de la fréquence des vagues de chaleur, mais il permet d'évaluer l'évolution d'un phénomène pouvant avoir un impact important sur de la couverture neigeuse, les zones humides et les activités humaines.

Vague de chaleur entre 1976 et 2005 (nombre de jours)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

RCP 4.5												Anomalies des vagues de chaleur entre 2021 et 2050 (nombre de jours)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1	1	2	1	2	1	1	1	1	0	1	0		1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	2	1	1	1	0	0	1	0		1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
0	1	2	1	2	1	1	1	1	0	1	0		1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	0		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

RCP 4.5												Anomalies des vagues de chaleur entre 2071 et 2100 (nombre de jours)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
3	2	2	3	3	2	3	2	3	1	2	2		7	6	6	8	8	6	7	7	6	5	6	8
3	2	2	3	2	2	3	2	3	1	2	2		7	6	6	10	7	6	7	7	7	5	6	9
3	2	2	3	2	2	3	2	3	1	2	3		7	6	6	10	6	5	7	6	6	6	6	8
3	2	2	3	2	2	3	2	3	1	2	3		7	5	6	9	6	6	7	6	7	6	5	9
3	2	2	3	2	1	3	2	3	2	2	3		7	5	5	9	6	5	7	7	7	6	5	8
3	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3		8	6	5	10	6	5	6	6	6	6	6	8

- ***Période de référence 1976-2005***

Les vagues de chaleurs sont rares et durent peu longtemps. On les retrouve principalement sur le mois d'Avril. L'altitude ne joue pas vraiment de rôle dans leur répartition.

Valeurs maximales +1 jour en Avril

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les vagues de chaleurs se généralisent sur la majeure partie de l'année, avec un mois d'Octobre et de Décembre plus épargné par le phénomène. Les mois de Mars et de Mai comptent une plus forte augmentation de ces périodes chaudes.

Valeurs maximales : +2 jours en Mars et Mai

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Ici, les vagues de chaleurs sont présentent sur toute l'année, et les mois de Février à Juillet subissent légèrement plus cette augmentation.

Valeurs maximales : +2 jours sur les mois de fin d'hiver, printemps et début été
Valeur minimale + 1 jour

  - Comparaison

L'augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur est similaire entre les deux horizons, avec une plus forte homogénéisation du phénomène pour le RCP 8.5. Les valeurs restent globalement les mêmes mais on observe une période printanière plus touchée par ces augmentations.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les vagues de chaleurs se font plus longues sur l'ensemble de l'année. Les mois de janvier, Avril, Juillet, Septembre, et Décembre, sont plus fortement touchés.

Valeurs maximales : +3 jours qu'importe l'altitude ou la saison
Valeur minimale + 1

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Les valeurs augmentent énormément, avec des vagues de chaleurs beaucoup plus longues. Les mois d'Avril et de Décembre sont les plus touchés.

Valeurs maximales +10 jours en Avril

Valeur minimale + 5 jours

  - Comparaison

Les deux scénarios sont drastiquement différents. Le 8.5 comprend des valeurs bien plus élevées. Les valeurs sont beaucoup plus homogènes entre les mois sur le 4.5.

- ***Synthèse***

Les vagues de chaleur vont se généraliser sur l'ensemble de l'année, avec une saison printanière légèrement plus touchée. Les valeurs sont décuplées sur l'horizon lointain pour le RCP 8.5.

f. Amplitudes thermiques journalières

L'amplitude thermique correspond à la différence journalière entre la température minimale et la température maximale. Ces variations peuvent impacter le cycle de vie de nombreux écosystèmes. Cet indicateur est fortement corrélé aux cycles jours/nuits.

Amplitudes thermiques journalières entre 1976 et 2005 (°C)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800	5,3	5,6	5,4	5,6	5,9	5,4	6,0	5,7	6,5	5,6	4,8	5,4
1500	5,9	6,2	5,8	6,2	6,6	6,2	7,1	7,0	7,6	6,5	5,6	6,1
1200	6,6	6,8	6,8	7,3	8,0	7,6	8,7	8,5	8,6	7,5	6,3	6,8
900	7,0	7,2	7,8	8,3	9,3	8,6	9,8	9,5	9,5	8,3	7,1	7,2
600	7,8	8,1	9,0	9,4	10,5	9,2	10,5	10,1	10,6	9,3	8,1	8,0
300	8,1	8,5	9,1	9,5	10,5	8,9	10,2	9,8	10,7	9,6	8,4	8,5

RCP 4.5												Anomalies des amplitudes thermiques journalières entre 2021 et 2050 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
0,3	0,1	0,2	0,0	0,5	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2	1800	0,1	0,3	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
0,3	0,3	0,3	0,1	0,6	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	1500	0,2	0,4	0,3	0,4	0,6	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,4	1200	0,2	0,4	0,3	0,5	0,6	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4
0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,6	0,4	0,6	0,3	0,2	0,5	900	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,7	0,6	0,6	0,3	0,2	0,4	600	0,3	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5	0,8	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	0,2	0,5	300	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,8	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5

RCP 4.5												Anomalies des amplitudes thermiques journalières entre 2071 et 2100 (°C)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
0,5	0,4	0,0	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	1800	0,7	0,7	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,4	0,7
0,6	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5	0,5	0,6	0,2	0,2	0,5	1500	1,0	1,0	0,5	1,0	0,7	0,8	1,1	1,0	0,7	0,7	0,5	1,1
0,6	0,5	0,3	0,8	0,5	0,4	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,5	1200	1,1	1,1	0,9	1,3	0,9	1,1	1,5	1,3	1,0	0,9	0,7	1,2
0,6	0,5	0,3	0,9	0,6	0,5	1,0	0,9	0,8	0,4	0,3	0,7	900	1,3	1,2	1,0	1,5	0,9	1,3	2,1	1,8	0,9	1,0	0,7	1,4
0,6	0,5	0,3	0,9	0,6	0,7	1,2	1,1	0,9	0,4	0,3	0,6	600	1,3	1,2	1,0	1,4	0,9	1,5	2,4	2,1	1,2	1,1	0,8	1,3
0,7	0,6	0,3	0,8	0,6	0,6	1,1	1,0	0,8	0,3	0,2	0,7	300	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8	1,4	2,3	2,1	1,0	1,0	0,8	1,4

- ***Période de référence 1976-2005***

Les amplitudes thermiques moins élevée en altitude, et de manière plus marquée pendant l'été. De plus, on constate des amplitudes plus élevées de Mai à Septembre.

Valeur maximale : 10.7 °C en Septembre à 300m

Valeur minimale : 4.9 °C en Novembre à 1800m

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les amplitudes thermiques augmentent de manière assez homogène, avec les mois de Mai et de Septembre un peu plus marqués. On distingue une légère variation altitudinale, et les valeurs sont légèrement plus faible en altitude, principalement sur les mois de Juillet-Août.

Valeurs maximales : +0.7 °C en Mai à 1200m et en Juillet à 600m

Valeur minimale : 0°C en Avril à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Les amplitudes thermiques augmentent toujours de manière assez faible et homogène, avec une saison printanière légèrement plus marqué. Les variations altitudinales sont présentes avec des valeurs plus basses en altitude, particulièrement sur le mois de Juillet.

Valeur maximale : +0.8 °C en Juillet à 600m

Valeur minimale : +0 °C en Juin à 1800m

  - Comparaison

L'augmentation des amplitudes thermiques est globalement homogène entre les deux scénarios, et les valeurs restent assez faibles. Les amplitudes thermiques augmentent légèrement moins en altitude, et ces variations sont plus marquées pour le RCP 8.5.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

On observe une augmentation des amplitudes thermiques, plus marquée d'Avril à Septembre, mais également de Décembre à Février. Ces variations sont plus faibles avec l'altitude, principalement sur la saison estivale.

Valeur maximale +1.1 °C en Juillet à 600m

Valeur minimale +0 °C en Mars à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

L'augmentation des amplitudes thermiques est plus importante sur les mois de Juillet-Août, et assez homogène sur le reste de l'année. Les valeurs sont plus faibles en altitude, principalement sur les mois de Juillet-Août.

Valeur maximale : +2.4 °C en Juillet à 600m

Valeur minimale : +0.3 °C en Mars à 1800m

  - Comparaison

L'augmentation des amplitudes thermiques est bien plus importante dans le RCP 8.5, mais la saisonnalité y est également plus concentrée sur les mois de Juillet-Août. L'altitude joue un rôle important dans la variation des augmentations, et les amplitudes thermiques augmentent moins en altitude, principalement sur la période estivale.

- ***Synthèse***

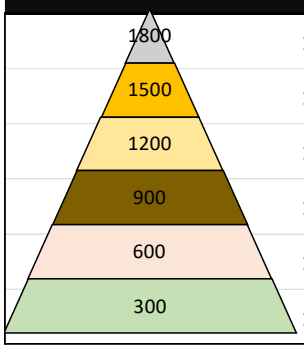
Les amplitudes thermiques sont en augmentation, avec des valeurs beaucoup plus élevées sur l'horizon lointain, en particulier pour le scénario 8.5. La saison estivale connait globalement une plus forte augmentation, et les hautes altitudes sont globalement moins touchées.

2. Précipitations

Les indicateurs de précipitations sont incertains dans les modèles actuels et les écarts ne sont pas toujours significatifs. Les tendances peuvent être amenées à changer.

a. Cumul de précipitation

Le cumul des précipitations correspond à la hauteur d'eau cumulée sur une période donnée. Suivre l'évolution du cumul des précipitations permet éventuellement de dégager des tendances, soit en déficit (sécheresse) soit en surplus (inondation…). L'eau étant la base de la vie terrestre, cet indicateur est élémentaire pour suivre les évolutions climatiques car il impacte toutes les sphères de la vie, les milieux, les ressources et les activités humaines.



Cumul de précipitation entre 1976 et 2005 (mm)	Référence											
Cumul annuel	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1726	181	145	178	164	130	164	91	94	103	143	185	150
1655	174	143	169	156	125	160	86	90	103	138	170	142
1597	163	136	161	147	125	156	83	87	101	137	164	137
1526	154	129	151	138	123	148	79	83	97	133	157	135
1394	143	115	133	127	117	135	72	75	87	121	143	126
1221	127	101	115	113	105	116	62	65	75	105	125	112

➢ ***Période de référence 1976-2005***

Les cumuls de précipitations sont cohérents vis-à-vis des différentes saisons et des altitudes. En effet, les cumuls les plus élevés sont observés en altitude et la saison estivale (Juillet-Août-Septembre) est beaucoup plus sèche. La transition entre la saison sèche et le reste de l'année se fait tout de même de manière directe.

Valeur maximale 185 mm en Novembre à 1800m

Valeur minimale 62 mm en Juillet à 300m

➢ ***Horizon proche 2021-2050***

- <u>RCP 4.5 : limitation des GES</u>

Les variations saisonnières sont assez faibles, mais on note tout de même un assèchement plus important à partir du mois de Septembre, qui vient diminuer progressivement jusqu'en Janvier. Le mois de Février et celui de Novembre se démarquent, par la présence de valeurs positives, et donc d'une augmentation notable des précipitations. L'altitude ne joue pas de rôle significatif, malgré un assèchement légèrement plus important en altitude.

Valeur maximale de perte absolue -21 mm en Septembre à partir de 1200m, soit une perte de 20%. Et une **perte annuelle de -3%** à 1800m

- <u>RCP 8.5 : sans réduction des GES</u>

Ici, on retrouve trois périodes de d'assèchement : le mois de Janvier, de Septembre, et la période d'Avril à Juin. Au contraire, les mois de Février et de Décembre connaissent une augmentation notable du cumul de précipitation. Les valeurs du reste de l'année sont peu significatives. La tendance altitudinale montre globalement un

Valeur maximale absolue de perte absolue - 20 mm en Janvier et avril à 1800m une **perte annuelle de -5%** à 1500m et 1800m

assèchement plus fort en altitude. Ces variations sont surtout marquées pour le mois d'Avril, de Février et de Décembre.

- <u>Comparaison</u>

Les valeurs sont similaires entre les deux scénarios, mais le RCP 8.5 prévoit un assèchement sur une période plus importante de l'année. On retrouve sur les deux scénarios des mois qui voient leur cumul augmenter significativement, comme le mois de Février. La tendance altitudinale va dans le sens d'une baisse plus importante du cumul des précipitations en altitude. Ces variations sont plus marquées dans le RCP 8.5.

Attention, les écarts statistiques sur certain mois (ex : février décembre juin) sont difficilement explicables statistiquement. Une erreur pouvant venir des modèles ils ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse.

RCP 4.5												Anomalies de cumul de précipitation entre 2021 et 2050 (mm)			RCP 8.5										
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel		Cumul annuel	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-8	14	0	-10	-4	2	-5	-7	-21	-18	10	-11	-59	1800	-87	-20	3	6	-20	-16	-11	-3	-6	-15	-7	-1	3
0	12	1	-8	-1	2	-5	-7	-21	-14	8	-10	-43	1500	-76	-15	2	4	-19	-14	-10	-4	-5	-16	-5	0	7
0	12	-1	-3	2	1	-5	-7	-21	-12	9	-6	-31	1200	-66	-20	7	2	-10	-12	-10	-4	-5	-16	-5	-1	9
-1	14	-2	-4	4	2	-4	-7	-19	-10	12	-6	-20	900	-53	-16	9	-3	-5	-12	-10	-4	-5	-16	-3	0	12
2	16	1	-2	3	1	-4	-6	-17	-9	11	-5	-9	600	-38	-15	12	1	-1	-11	-9	-3	-4	-14	-3	0	11
4	16	3	-3	3	1	-4	-5	-14	-8	9	-6	-4	300	-21	-12	11	2	-1	-9	-8	-3	-4	-13	-3	2	14

RCP 4.5												Anomalies de cumul de précipitation entre 2021 et 2050 en %			RCP 8.5										
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle		Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-5%	9%	0%	-6%	-3%	1%	-6%	-8%	-20%	-13%	5%	-7%	-3%	1800	-5%	-11%	2%	3%	-12%	-12%	-7%	-4%	-6%	-14%	-5%	-1%	2%
0%	8%	1%	-5%	-1%	1%	-6%	-8%	-21%	-10%	5%	-7%	-3%	1500	-5%	-8%	2%	2%	-12%	-11%	-6%	-5%	-6%	-16%	-3%	0%	5%
0%	9%	-1%	-2%	1%	1%	-6%	-8%	-20%	-9%	6%	-5%	-2%	1200	-4%	-12%	5%	1%	-7%	-10%	-6%	-5%	-6%	-16%	-3%	-1%	6%
0%	11%	-2%	-3%	3%	1%	-5%	-8%	-20%	-8%	8%	-4%	-1%	900	-3%	-11%	7%	-2%	-4%	-10%	-7%	-5%	-6%	-17%	-2%	0%	9%
2%	14%	1%	-2%	3%	1%	-6%	-8%	-20%	-8%	8%	-4%	-1%	600	-3%	-10%	10%	1%	-1%	-10%	-7%	-5%	-6%	-17%	-2%	0%	9%
3%	15%	3%	-3%	3%	1%	-6%	-7%	-19%	-8%	7%	-5%	0%	300	-2%	-10%	11%	2%	-1%	-9%	-7%	-4%	-6%	-17%	-2%	2%	13%

RCP 4.5												Anomalies de cumul de précipitation entre 2071 et 2100 (mm)			RCP 8.5										
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel		Cumul annuel	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-33	5	-5	-25	-18	3	-14	-13	-27	-21	14	-10	-143	1800	-349	-27	7	-30	-34	-32	-41	-37	-34	-39	-22	-19	-40
-31	5	-11	-18	-15	4	-12	-13	-28	-17	13	-9	-133	1500	-325	-28	6	-26	-35	-27	-43	-37	-33	-39	-19	-11	-34
-30	1	-7	-16	-9	4	-12	-12	-28	-16	16	-5	-113	1200	-283	-22	8	-23	-26	-23	-42	-35	-32	-37	-16	-8	-26
-24	5	-1	-13	-9	4	-11	-12	-27	-15	16	-1	-88	900	-245	-15	14	-20	-25	-23	-40	-34	-31	-36	-16	-3	-17
-22	7	0	-9	-8	3	-10	-11	-24	-14	13	4	-70	600	-192	-8	24	-13	-17	-21	-35	-31	-28	-33	-15	-4	-9
-19	8	1	-6	-7	3	-9	-9	-21	-13	13	5	-54	300	-165	-9	22	-11	-12	-19	-30	-27	-24	-29	-14	-5	-7

RCP 4.5												Anomalies de cumul de précipitation entre 2071 et 2100 en %			RCP 8.5										
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Somme annuelle		Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
-18%	3%	-3%	-15%	-14%	2%	-15%	-13%	-27%	-15%	7%	-6%	-8%	1800	-20%	-15%	5%	-17%	-21%	-25%	-25%	-41%	-37%	-38%	-16%	-10%	-27%
-18%	3%	-6%	-11%	-12%	2%	-14%	-14%	-27%	-12%	8%	-6%	-8%	1500	-20%	-16%	4%	-15%	-22%	-22%	-27%	-43%	-37%	-38%	-14%	-6%	-24%
-18%	1%	-4%	-11%	-8%	2%	-14%	-14%	-27%	-12%	10%	-4%	-7%	1200	-18%	-14%	6%	-14%	-18%	-19%	-27%	-42%	-37%	-37%	-12%	-5%	-19%
-16%	4%	0%	-9%	-7%	3%	-14%	-14%	-28%	-11%	10%	-1%	-6%	900	-16%	-10%	11%	-13%	-18%	-19%	-27%	-43%	-38%	-37%	-12%	-2%	-12%
-15%	6%	0%	-7%	-7%	2%	-14%	-14%	-28%	-12%	9%	3%	-5%	600	-14%	-6%	21%	-10%	-14%	-18%	-26%	-43%	-37%	-38%	-13%	-3%	-7%
-15%	8%	1%	-6%	-7%	3%	-14%	-14%	-28%	-12%	10%	4%	-4%	300	-14%	-7%	21%	-10%	-11%	-18%	-26%	-43%	-37%	-38%	-13%	-4%	-6%

Horizon lointain 2071-2100

- RCP 4.5 : limitation des GES

Les valeurs sont beaucoup plus significatives sur l'ensemble de l'année avec un assèchement est concentré sur les mois de Septembre et de Janvier. Cependant on retrouve de nouveau des valeurs nettement positives au mois de Novembre, et des valeurs faiblement positives sur les mois de Février et de Juin, qui sont contraires à la tendance globale. Les hautes altitudes s'assèchent globalement de manière plus intense.

Valeur maximale de perte absolue -33mm en Janvier à 1800m.

En valeur relative de -28% en septembre.

Perte annuelle de -8% à 1500 et 1800m

- RCP 8.5 : sans réduction des GES

Les valeurs sont ici beaucoup plus importantes, avec un assèchement important et généralisé sur l'ensemble de l'année. Les mois de Juin à Septembre sont les plus touchés par la baisse du cumul, et les mois d'Octobre-Novembre sont plus épargnés. On retrouve malgré tout un mois de Février contraire à la tendance, avec une augmentation du cumul des précipitations. Les hautes altitudes s'assèchent globalement de manière plus intense, avec un gradient très marqué pour le mois de Décembre.

Valeur maximale de perte absolue -43 mm en Juin à 1500m.

En valeur relative de -43% en juillet.

Perte annuelle de -20% à 1500m et 1800m

- Comparaison

L'assèchement est beaucoup plus fort dans le RCP 8.5, avec des valeurs environ 2.5 fois plus élevées. La saisonnalité est plus marquée dans le scénario 8.5 avec un assèchement estival plus important. On retrouve sur les deux scénarios un mois de Février contraire à la tendance, avec une augmentation du cumul. Le mois de Novembre est dans la même situation dans le RCP 4.5, mais pas dans le scénario 8.5 où le cumul baisse faiblement. La tendance altitudinale va dans le sens d'une baisse plus importante du cumul des précipitations en altitude.

- ***Synthèse***

Les cumuls de précipitations sont en baisse sur l'ensemble des scénarios, avec une forte accentuation pour l'horizon lointain, particulièrement sur le RCP 8.5. La saisonnalité est variable, mais on distingue des récurrences : les cumuls du mois de Septembre baissent significativement et les mois de Février et de Novembre connaissent une hausse du cumul. La montée en altitude est corrélée à une baisse plus importante des cumuls de précipitations.

b. Périodes de sécheresse

Cet indicateur mesure le maximum de jours consécutifs avec un cumul de précipitation inférieure à 1mm. Il sert donc à mesurer la sécheresse qui persiste dans le temps. Les longues périodes de sécheresse ont un impact important sur les écosystèmes. Bien que cet indicateur ne montre par la fréquence, l'allongement des périodes de sécheresse pourrait grandement impacter le fonctionnement hydrologique des milieux aquatiques, la végétation et par conséquent l'activité pastorale de la réserve

Périodes de sécheresse entre 1976 et 2005 (nombre de jours)	Référence											
	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1800	7	6	6	5	6	5	8	8	8	7	7	7
1500	7	6	6	5	6	6	8	8	8	7	7	7
1200	7	7	6	5	5	6	8	8	8	7	7	8
900	8	7	6	5	6	6	8	8	8	7	7	8
600	8	7	6	5	6	6	8	8	8	7	7	8
300	8	7	6	5	6	6	8	8	8	8	7	8

RCP 4.5												Anomalies des périodes de sécheresse entre 2021 et 2050 (nombre de jours)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1500	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1200	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	600	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	300	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0

RCP 4.5												Anomalies des périodes de sécheresse entre 2071 et 2100 (nombre de jours)	RCP 8.5											
Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	1800	0	0	1	1	1	2	3	3	1	0	0	1
0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	0	0	1500	0	0	0	1	1	2	2	3	2	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	1200	0	0	0	1	1	2	3	3	2	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	900	0	0	1	1	1	3	3	3	2	1	0	0
0	-1	0	0	1	0	1	2	2	0	0	0	600	0	0	1	1	2	2	3	2	2	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	300	0	0	1	1	1	2	3	3	2	1	0	0

- ***Période de référence 1976-2005***

Les sécheresses sont globalement plus longues entre Juillet et Septembre, et plus courtes entre Février et Juin. Ces évènements sont légèrement plus courts en altitude.

Valeur maximale : 8 jours

Valeur minimale : 5 jours

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Ici, on remarque que les périodes de sécheresse se rallongent légèrement sur la période estivale, principalement sur le mois de Juillet, et de manière plus marquée à 900 et à 1500 mètres d'altitude.

Valeurs maximales +1 jour

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Pour ce scénario, les périodes de sécheresse se rallongent légèrement sur le mois d'Avril, et également sur la période estivale.

Valeurs maximales +1 jour

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Les périodes de sécheresse s'allongent principalement sur les mois d'Août et de Septembre, et plus légèrement sur les mois de Mai et de Juillet.

Valeurs maximales +2 jours

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

L'augmentation de la durée des périodes de sécheresse se généralise de Mars à Décembre, avec un maximum entre Juillet et Août.

Valeurs maximales +3 jours

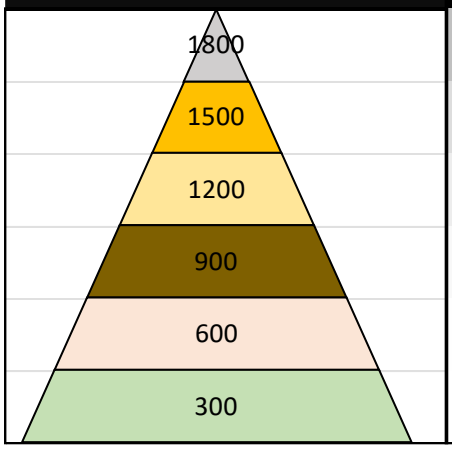
- ***Synthèse***

Les périodes de sécheresse vont s'allonger progressivement avec le temps, principalement sur la période estivale. Pour l'horizon proche, il y a peu de différence entre le scénario 4.5 et le scénario 8.5, mais pour l'horizon lointain, le RCP 8.5 comprend des valeurs plus fortes, et plus généralisées à l'ensemble de l'année.

3. Enneigement

a. Epaisseur de neige moyenne

Cet indicateur correspond à l'épaisseur moyenne du manteau neigeux. L'enneigement joue un rôle important pour l'homme et les écosystèmes de montagne car il impacte les ressources en eau, les risques naturels, le tourisme… L'enneigement est particulièrement sensible à l'augmentation de la température car il intègre la répartition pluie/neige des précipitations et la fréquence des épisodes de fonte nivale hivernale. Cet indicateur ne prend en compte que la période hivernale (Novembre-Avril).



Epaisseurs de neige moyenne entre 1976 et 2005 (cm)	Référence					
	Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
1800	62	84	87	61	10	30
1500	33	47	41	18	4	16
1200	18	24	16	4	1	8
900	7	8	3	0	0	4
600	2	2	1	0	0	1
300	0	0	0	0	0	0

➢ ***Période de référence 1976-2005***

L'épaisseur du manteau neigeux est cohérente vis-à-vis de l'ensemble de la saison hivernale, et des altitudes. En effet, plus on monte en altitude plus l'épaisseur de neige est importante. Le manteau neigeux s'épaissie progressivement de Novembre à Février-Mars, puis redescend progressivement.

Valeur maximale :
87 cm en Mars à 1800m

Valeur minimale :
En dessous des 1200m l'épaisseurs moyenne de neige ne dépasse pas les 10 cm

0 cm en Avril à 300m

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2021 et 2050 (cm)	RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-18	-26	-30	-26	-4	-12	1800	-21	-31	-32	-27	-5	-10
-10	-19	-16	-7	-2	-7	1500	-11	-21	-15	-9	-2	-5
-5	-11	-7	-1	-1	-4	1200	-8	-12	-7	-2	-1	-3
-1	-4	0	0	0	-1	900	-2	-4	-1	0	0	-1
0	-1	0	0	0	0	600	0	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2021 et 2050 en %	RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-29%	-31%	-34%	-42%	-36%	-42%	1800	-35%	-37%	-37%	-45%	-49%	-35%
-29%	-40%	-38%	-42%	-40%	-42%	1500	-33%	-43%	-36%	-50%	-42%	-33%
-27%	-44%	-41%	-36%	-64%	-45%	1200	-42%	-48%	-42%	-44%	-69%	-35%
-19%	-50%	-7%	24%	-45%	-39%	900	-32%	-51%	-15%	-59%	-55%	-20%
-5%	-54%	-3%	0%	-56%	-49%	600	-24%	-37%	-14%	0%	-56%	-11%
3%	-57%	14%	0%	-50%	-68%	300	-34%	-30%	14%	0%	-50%	-26%

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2071 et 2100 (cm)	RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-32	-45	-48	-47	-5	-17	1800	-48	-63	-73	-58	-9	-27
-19	-28	-24	-14	-3	-9	1500	-27	-37	-35	-17	-4	-15
-12	-16	-10	-3	-1	-5	1200	-16	-21	-13	-4	-1	-7
-4	-6	-1	0	0	-2	900	-6	-8	-3	0	0	-3
-1	-1	0	0	0	0	600	-1	-2	-1	0	0	-1
0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2071 et 2100 en %	RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec		Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-51%	-54%	-55%	-77%	-47%	-57%	1800	-78%	-75%	-84%	-96%	-83%	-92%
-56%	-59%	-59%	-82%	-61%	-55%	1500	-81%	-78%	-85%	-100%	-95%	-94%
-64%	-66%	-60%	-76%	-64%	-61%	1200	-86%	-88%	-83%	-98%	-99%	-90%
-63%	-71%	-34%	-92%	-55%	-58%	900	-82%	-93%	-81%	-100%	-100%	-89%
-52%	-63%	-34%	-100%	-78%	-48%	600	-75%	-90%	-86%	-100%	-100%	-98%
-57%	-57%	-57%	0%	-50%	-79%	300	-86%	-70%	-71%	0%	-100%	-100%

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Valeur maximale de perte -68 % en décembre à 300m.

La diminution de l'épaisseur du manteau neigeux suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade en absolu plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le manteau neigeux perd un tiers de son épaisseur de référence.

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Valeur maximale de perte -69 % en novembre à 1200m.

La diminution de l'épaisseur du manteau neigeux suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le manteau neigeux perd plus d'un tiers de son épaisseur de référence.

  - Comparaison

Les valeurs sont similaires entre les deux scénarios, avec une légère accentuation du phénomène dans le RCP 8.5. Les variation altitudinales et saisonnières sont presque linéaires et suivent la même répartition que la période de référence.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

Valeur maximale de perte 100 % en avril à 600m.

La diminution de l'épaisseur du manteau neigeux suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le manteau neigeux perd plus de la moitié de son épaisseur de référence.

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

Valeur maximale de perte 96% ou + en avril toutes alt.

La diminution de l'épaisseur du manteau neigeux suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le manteau neigeux perd plus des trois quarts de son épaisseur de référence.

  - Comparaison

La dégradation du manteau neigeux est bien plus importante dans le scénario 8.5. Les variation altitudinales et saisonnières sont globalement proportionnelles à l'épaisseur du manteau neigeux et suivent la même répartition que la période de référence. Pour résumer, plus le manteau neigeux est épais, plus il se dégrade.

- ***Synthèse***

La dégradation du manteau neigeux est proportionnelle à son épaisseur et suis donc les mêmes variations altitudinales et saisonnières que pour la période de référence. **L'horizon proche prévoie une baisse d'environ un tiers de l'épaisseur, un peu plus accentuée sur le 8.5. L'horizon lointain prévoie une baisse de moitié pour le RCP 4.5, et de plus de trois quarts pour le RCP 8.5**. Ces diminutions pourront être dû aux précipitations hivernales plus souvent sous forme de pluie et non de neige (moins d'apports) mais aussi à la température qui entrainera une fonte plus rapide (diminution de la neige présente). Cela entraine des anomalies plus fortes en altitude intermédiaire, car la fonte due aux températures est plus intense

b. Nombre de jour d'enneigement supérieur à 50 centimètres

Cet indicateur mesure le nombre de jours où le manteau neigeux dépasse les 50 centimètres. On peut supposer qu'à partir de 50 centimètres, le manteau neigeux est stable et va durer longtemps, ce qui impacte donc beaucoup plus les cycles de vies en montagne, qu'une couche de neige temporaire. Cet indicateur ne prend en compte que la période hivernale (Novembre-Avril). Les altitudes inférieures à 900 mètres ne sont pas prises en compte car les valeurs sont nulles.

Dépassement d'un seuil de 50 cm de neige entre 1976 et 2005 (nombre de jours)	Référence					
Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
1800 **84**	18	20	23	15	2	7
1500 **37**	8	11	11	4	0	2
1200 **12**	3	4	3	1	0	1
900 **1**	0	1	0	0	0	0

***Attention, les valeurs de DRIAS pour cet indicateur sont avec des valeurs après la virgule. Par soucis de lisibilité elles sont ici restituées en nombre entier. Cet écart peut expliquer des différences de résultats lors de la mise en % avec les chiffres d'origines.*

RCP 4.5						Anomalies du dépassement d'un seuil de 50 cm de neige entre 2021 et 2050 (nombre de jours)		RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-6	-6	-8	-6	-1	-4	**-32**	1800 **-33**	-6	-8	-9	-7	-1	-3
-3	-5	-5	-2	0	-1	**-16**	1500 **-17**	-4	-6	-5	-2	0	-1
-1	-3	-1	0	0	0	**-5**	1200 **-6**	-1	-2	-2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	**0**	900 **-1**	0	0	0	0	0	0

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2021 et 2050 en %		RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec			Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-36%	-31%	-35%	-44%	-61%	-55%	**-38%**	1800 **-39%**	-37%	-39%	-37%	-45%	-48%	-40%
-40%	-44%	-46%	-42%	-100%	-55%	**-45%**	1500 **-47%**	-47%	-51%	-41%	-53%	-33%	-51%
-24%	-63%	-41%	-55%	-100%	-38%	**-45%**	1200 **-49%**	-44%	-48%	-51%	-67%	-100%	-43%
-43%	-18%	-18%	0%	0%	0%	**-23%**	900 **-46%**	-43%	-57%	0%	0%	0%	0%

RCP 4.5						Anomalies du dépassement d'un seuil de 50 cm de neige entre 2071 et 2100 (nombre de jours)		RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec	Somme annuelle	Somme annuelle	Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-10	-11	-12	-12	-1	-5	**-52**	1800 **-77**	-15	-18	-21	-14	-2	-7
-6	-8	-8	-3	0	-2	**-27**	1500 **-34**	-7	-10	-10	-4	0	-2
-2	-3	-2	-1	0	-1	**-8**	1200 **-11**	-3	-4	-3	-1	0	-1
0	-1	0	0	0	0	**-1**	900 **-1**	0	-1	0	0	0	0

RCP 4.5						Anomalies des épaisseurs de neige moyenne entre 2071 et 2100 en %		RCP 8.5					
Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec			Janv	Fev	Mars	Avril	Nov	Dec
-59%	-54%	-53%	-85%	-61%	-73%	**-62%**	1800 **-92%**	-86%	-90%	-92%	-97%	-83%	-97%
-74%	-77%	-67%	-74%	-87%	-80%	**-73%**	1500 **-94%**	-97%	-92%	-91%	-95%	-100%	-100%
-78%	-77%	-48%	-95%	0%	-63%	**-69%**	1200 **-93%**	-93%	-97%	-83%	-100%	-100%	-100%
-57%	-74%	-41%	0%	0%	0%	**-66%**	900 **-79%**	-100%	-78%	-59%	0%	0%	0%

- ***Période de référence 1976-2005***

Le nombre de jours où l'épaisseur du manteau neigeux est supérieure à 50 cm, est cohérent vis-à-vis de l'ensemble de la saison hivernale, et des altitudes. En effet, plus on monte en altitude plus le nombre de jours augmente. Ce nombre augmente de Novembre à Février-Mars, puis redescend progressivement.

Valeur maximale 23 jours en Mars à 1800m.

Valeur minimale 0 jour jusqu'à 900 et 1 jour en février

- ***Horizon proche 2021-2050***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

La diminution du nombre de jours où l'épaisseur du manteau neigeux est supérieure à 50 cm, suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le nombre de jours où l'épaisseur de neige est supérieure à 50 cm, est presque deux fois plus rare que la période référence.

Valeur maximale de perte de -6 jours en Mars à 1800m.

En valeur relative de -61% en novembre à 1800

Perte annuelle de -38% à 1800m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

La diminution du nombre de jours où l'épaisseur du manteau neigeux est supérieure à 50 cm, suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le nombre de jours où l'épaisseur de neige est supérieure à 50 cm, est presque deux fois plus rare que la période référence.

Valeur maximale de perte de -9 jours en Mars à 1800m.

En valeur relative de -67% en Avril à 1200

Perte annuelle de -49% à 1200m

  - Comparaison

Les valeurs sont similaires entre les deux scénarios, avec une légère accentuation du phénomène dans le RCP 8.5 principalement sur le mois de Février. Les variation altitudinales et saisonnières sont presque linéaires et suivent la même répartition que la période de référence. Pour résumer, le manteau neigeux est presque deux fois moins souvent supérieur à 50 cm.

- ***Horizon lointain 2071-2100***
  - RCP 4.5 : limitation des GES

La diminution du nombre de jours où l'épaisseur du manteau neigeux est supérieure à 50 cm, suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février, de Mars, et d'Avril. Cette dégradation est progressive, et au global le nombre de jours où l'épaisseur de neige est supérieure à 50 cm, diminue de presque deux tiers par rapport à la période de référence.

Valeur maximale de perte de -12 jours en Mars et Avril à 1800m.

En valeur relative de -95% en avril à 1200

Perte annuelle de -73% à 1500m

  - RCP 8.5 : sans réduction des GES

La diminution du nombre de jours où l'épaisseur du manteau neigeux est supérieure à 50 cm, suit la même tendance que pour la période de référence. Le manteau neigeux se dégrade donc plus en altitude, et au cours des mois de Février et de Mars. Cette dégradation est progressive, et au global le nombre de jours où l'épaisseur de neige est supérieure à 50 cm, diminue de près de 90% par rapport à la période de référence.

Valeur maximale de perte de -21 jours en Mars à 1800m.

En valeur relative de -100% en Avril et décembre de à 1200m à 1500m

Perte annuelle de -94% à 1200m

  - Comparaison

La dégradation du manteau neigeux est bien plus importante pour le RCP 8.5. Les variation altitudinales et saisonnières sont globalement proportionnelles à l'épaisseur du manteau neigeux et suivent la même répartition que la période de référence.

- ***Synthèse***

Les épaisseurs de neige supérieure à 50 cm vont se rarifier proportionnellement aux valeurs de référence. Avec une diminution plus importante en altitude et sur les mois de Février-Mars. Pour l'horizon proche, de telles épaisseurs seront environ deux fois moins présentes. Pour l'horizon lointain, la fonte va s'accélérer et le nombre de jours avec une épaisseurs de neige supérieure à 50 cm, va se réduire drastiquement, de plus de deux tiers pour le RCP 4.5, et de plus de 85% pour le scénario 8.5.

RECIT CLIMATIQUE TRANSVERSAL

1. Synthèse des indicateurs

a. Températures

On constate un réchauffement global des températures, de plus en plus important, entre les scénarios, et les horizons temporels. L'ensemble des indicateurs de températures confirment cette évolution.

La saisonnalité s'intensifie sur l'horizon lointain, avec un réchauffement plus intense sur la période estivale, qui a également tendance à s'allonger dans le temps. La période hivernale se réchauffe également ce qui fais drastiquement baisser le nombre de jours de gel. Les vagues de chaleurs vont également se décupler, en particulier sur la période printanière.

L'altitude ne joue pas de rôle significatif dans l'augmentation des températures, hormis sur la période estivale ou le réchauffement est plus intense en altitude. Ces variations sont plus importantes dans le RCP 8.5. Le réchauffement global induit une baisse du nombre de jours de gel en altitude pendant les inter-saisons. Les amplitudes thermiques augmentent quant à elles moins en altitude, que dans les fonds de vallée.

Ces résultats locaux font écho à l'échelle nationale avec une augmentation de la médiane de 3,9°C (*RCP8.5 ; horizon lointain*). Le réchauffement étant plus marqué en été et à l'Est du Pays.[1]

b. Précipitations

Les indicateurs de précipitations conservent une grande part d'incertitudes et les tendances peuvent être amenée à changer.

Les cumuls de précipitations sont globalement en baisse, et les périodes de sécheresse vont également d'allonger et se multiplier. Ces phénomènes s'intensifient à l'horizon lointain, particulièrement pour le scénario 8.5.

La saisonnalité est variable, mais on distingue des récurrences : les cumuls du mois de Septembre baissent significativement et les mois de Février et de Novembre connaissent une hausse du cumul. Les périodes de sécheresse augmentent plus intensément pendant l'été.

La montée en altitude est corrélée à une baisse plus importante des cumuls de précipitations.

Ces résultats s'ancrent dans la dynamique nationale du changement climatique. Sur l'ensemble du territoire le cumul moyen est en légère hausse pour tous les scénarios (entre +2 % et +6 %) et la répartition suit un axe Nord/Sud. Le Nord de la France sera excédentaire alors que le Sud déficitaire. L'hiver sera excédentaire en précipitation et l'été en déficit.[1]

[1] Soubeyroux and al, 2020.

c. Enneigement

La dégradation du manteau neigeux est proportionnelle à son épaisseur et suis donc les mêmes variations altitudinales et saisonnières que pour la période de référence. Plus le manteau neigeux est épais, plus il se désépaissi. L'horizon proche prévoie une baisse d'environ un tiers de l'épaisseur, un peu plus accentuée sur le RCP 8.5. L'horizon lointain prévoie une baisse de moitié pour le RCP 4.5, et de plus de trois quarts pour le RCP 8.5.

Les épaisseurs de neige supérieure à 50 cm vont donc se rarifier de la même manière, avec une diminution plus importante en altitude et sur les mois de Février-Mars. Pour l'horizon proche, de telles épaisseurs seront environ deux fois moins présentes. Pour l'horizon lointain, la fonte va s'accélérer et le nombre de jours avec une épaisseurs de neige supérieure à 50 cm, va se réduire drastiquement, de plus de deux tiers pour le RCP 4.5, et de plus de 85% pour le scénario 8.5.

La diminution de l'enneigement participe à l'augmentation de la température moyenne par deux phénomènes : La diminution de l'albedo contribue au réchauffement du sol et la température nocturne diminue moins vite quand le sol n'est pas recouvert de neige. La diminution de la neige est donc à la fois la conséquence et la cause de l'augmentation des températures, entraient un effet d'accélération des anomalies en altitude.

d. Vent

L'indicateur proposé par DRIAS sur les vents fort n'a pas été intégré dans l'analyse car les résultats n'étaient pas significatifs pour les RNR. A l'échelle nationale, l'évolution du vent est incertaine, au nord du pays les vents seront probablement renforcés et au sud amoindri.

2. Demain, le massif pyrénéen d'Occitanie

Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution des indicateurs sur chacune des Réserves naturelles pyrénéennes occitanes ayant participé à cette étude. Ainsi il est possible d'appréhender les singularités et les dynamiques communes des RNR.

Par souci de visualisation des grandes tendances, les exemples mobilisés pour illustrer les anomalies de chaque RNR correspondent au RCP 8.5 (scénario le plus pessimiste et le plus probable) et à l'horizon 2100. Ce sont les anomalies extrêmes qui sont donc exploitées pour chaque RNR afin d'identifier les plus impactées.

a. Mosaïque des sous-massifs

Lecture du tableau : Période de Référence - Projection Future – *Singularité aux sous Massif*

Anomalie extrême la plus forte sur un gradient Ouest/Est. *Anomalie extrême la moins forte*

Tendances : ⇨ peu de changement ⇩ Diminution nette ⇘ Diminution globale même si donnée ponctuelle d'augmentation ⇧ Augmentation nette ⇗ Augmentation globale même si donnée ponctuelle de diminution.

Massif des Pyrénées d'Occitanie

Ouest ⟷ Est

Indicateurs	**Sous Massif de la Haute Bigorre RNR du Pibeste et d'Aulon**	**Sous Massif de Aure-Louron RNR de Montious**	**Sous Massif d'Orlu-St Barthélémy RNR de St Barthélémy**	**Sous Massif de la Cerdagne RNR de Nyer**
Température moyenne	Températures plus élevées en basse altitude et notamment en période estivale (juillet et août) et des températures plus fraîches dans les hautes altitudes, voire négatives, en période hivernale. ⇧ Globale à tous les scénarios/tous les horizons Délimitations ente saison moins nette et allongement de la période estivale.			
	Jusqu'à + 5°C en mai à 1800m et avril à 1500m Les variations altitudinales sont très faibles	*Jusqu'à + 5°C en août à 1500m. Les altitudes intermédiaires sont les plus touchées.*	*Jusqu'à + 5°C en août à 1800m. Les altitudes intermédiaires et hautes seront les plus touchées.*	*Jusqu'à + 6°C en juillet à 2100m. Les plus touchées seront les altitudes intermédiaires.*
Température Min	Températures plus élevées en basse altitude et notamment en période estivale (juillet et août) et des températures plus fraîches dans les hautes altitudes négatives en période hivernale. ⇧ des tp min tous les scénarios/tous les horizons Délimitations ente saisons moins nettes.			
	Augmentation des tp min jusqu'à +4,7 °C juin à 2400m Les hautes altitudes seront plus impactées.	*Augmentation des tp min jusqu'à +4,7 °C en août à 1800m. Les hautes altitudes sont le plus impactées*	*Augmentation des tp min jusqu'à +5 °C en août à 1800m. février le mois le plus froid, à 2400m pourrait passer de -6,5°C à -2,4°C*	*Augmentation des tp min jusqu'à +5,8 °C en juillet à 2100m Les altitudes intermédiaires hautes seraient plus impactées.*
Température Max	Températures plus élevées en basse altitude et notamment en période estivale (juillet et août) et des températures plus fraîches dans les hautes altitudes négatives en période hivernale. ⇧ des tp max tous les scénarios/tous les horizons Le mois de mars est le plus faiblement impacté.			
	Jusqu'à +5,6 °C à 600 m le réchauffement est de plus en plus tôt avec des écarts nets à partir d'avril	*Jusqu'à + 5,4 °C à 1200m. Augmentation forte des températures max entre août et septembre, les basses altitudes sont les plus touchées.*	*Jusqu'à +5,2 °C à 900 m. Les écarts sont plus marqués en saison estivale et hivernale aux altitudes basses et intermédiaires*	*Jusqu'à +6,6 °C à 1500m Le réchauffement est le plus intense juillet août septembre aux altitudes intermédiaires basses.*
Amplitude thermique journalière	Les plus grandes amplitudes sont en basse altitude et en été. (10°C en septembre à 600m) ⇗ Globale, notamment à l'horizon lointain. Or les hautes altitudes pourront connaître une réduction d'amplitude ⇘			
	Augmentation de l'amplitude jusqu'à + 2,4°C en juillet à 600m. Avril/mai/ septembre connaitra les plus larges changements d'amplitude.	*Augmentation de l'amplitude jusqu'à +1,41 °C en janvier à 1200m. Augmentation particulièrement marquée en basse altitude.*	*Augmentation de l'amplitude jusqu'à +0,6°C en décembre à 900m*	*Augmentation de l'amplitude jusqu'à + 1,6°C (juillet/900m). Augmentation plus intense en saison estivale en basse altitude (entre 900m et 2100m).*
Nbr de jour de gel	Plus grand nombre de jours de gel en haute altitude et en hiver (jusqu'à 28/30 en janvier) ⇩ drastique du nombre de jours de gel par an jusqu'à le faire disparaître certains mois/alt. Au fur et à mesure de l'approche de l'été, la diminution des nombres de jours de gel monte en altitude et inversement pour l'hiver.			
	Diminution jusqu'à - 13 jours de gel par mois	Diminution jusqu'à - 11 jours de gel par mois. Et 70 jours par an pour 150 aujourd'hui à 2100m	Diminution jusqu'à -11 jours de gel par mois. Et 71 jours par ans pour 176 aujourd'hui à 2400m	Diminution jusqu'à -12 jours de gel par mois. Et 97 jours par ans pour 171 jours aujourd'hui à 2400m.

Nbr de jour de vague de chaleur	Au maximum 1 jour de vague de chaleur ⇧ jusqu'à une dizaine de jours de vagues de chaleur en été dans les zones altitudinales intermédiaires			
	1 jour de vague de chaleur en avril ou mai seulement Augmentation jusqu'à +10 jours de vague de chaleur avec une saison printanière légèrement plus touchée.	1 jour de vague de chaleur en février seulement Augmentation jusqu'à +8 jours de vague de chaleur	1 jour de vague de chaleur en février seulement Augmentation jusqu'à +9 jours de vague de chaleur.	1 jour de vague de chaleur en février seulement Augmentation jusqu'à +13 jours de vague de chaleur en juillet.
Cumul des précipitations	Précipitations plus fortes en altitude. ⇘ Des précipitations dans l'ensemble, bien que certains mois bénéficieront de plus de précipitations. Forte variabilité inter-mensuelle des tendances. La perte de précipitations sera légèrement plus importante en altitude.			
	Période estivale franche (juillet, août, septembre) avec moins de pluie. Février rare mois aux tendances excédentaires.	Précipitations particulièrement marquées en janvier et au printemps. Février bénéficiaire. Diminutions étalées sur l'ensemble de l'année	Les écarts sont très variables. Le cumul de précipitation annuel diminuerait de près d'un tiers à l'altitude la plus élevée (2400m)	Précipitation plus intense au printemps (Avril/Mai/Juin) et en automne. Perte de précipitation plutôt en période estivale.
Nbr de jours de sécheresse	⇗ des périodes de sécheresse. Forte variabilité inter mensuelle des tendances			
	Période de sécheresse entre 5 et 8 jours, notamment en période estivale (juillet, août, septembre). Jusqu'à + 3 jours en fin d'été début d'automne.	Période de sécheresse entre 5 et 8 jours moins intense au Printemps Jusqu'à + 3 jours en juillet et août.	Période de sécheresse entre 5 et 9 jours avec une période moins intense fin hiver début printemps. Jusqu'à + 5 jours en août et décembre.	Période de sécheresse entre 6 et 12 jours, notamment début hiver (nov/dec/janvier). Jusqu'à +3 jours en août et décembre.
Epaisseur de neige moyenne	Mars/avril les mois le plus enneigés en haute altitude. ⇩ drastique de l'épaisseur de neige. Anomalies majoritairement présentes sur les hautes altitudes. Le mois d'avril est le mois qui concentrerait les plus fortes diminutions du manteau neigeux.			
	Globalement l'épaisseur de neige dépasse les 50 cm à 1800m d'alt A l'horizon proche baisse d'un tiers de l'épaisseur. Pour l'horizon lointain la baisse est de moitié pour le RCP 4.5, et de plus de trois quarts pour le RCP 8.5.	Globalement l'épaisseur de neige dépasse les 50 cm à 1800m d'alt Perte de près de la moitié voire ¾ du capital à 2100m en avril.	Globalement l'épaisseur de neige dépasse les 50 cm à 1800m d'alt En avril il n'y aurait plus 222,9cm, mais 56,48cm à 2400m. Soit une diminution de plus de trois quarts.	Globalement l'épaisseur de neige dépasse les 50 cm à 2100m d'alt L'épaisseur de neige pourrait devenir nulle en dessous de 1800m et pourrait diminuer de plus de la moitié pour les hautes altitudes.
Nbr de jours de dépassement d'un seuil de 50 cm de neige	Maximum de 31 de jours de dépassement d'un seuil de 50cm en haute altitude en mars ⇩ drastique du nombre de jours de dépassement. Les pertes de jours d'enneigement sont les plus importantes en mars/avril. Pour les altitudes les moins élevées, l'épaisseur de neige supérieure à 50cm pourrait devenir un évènement rare, voire inexistant.			
	Jusqu'à -23 jours à 2100m en avril. Pour l'horizon lointain diminution du nombre de jours de plus de deux tiers pour le RCP 4.5, et de plus de 85% pour le scénario 8.5.	Jusqu'à -22 jours à 2100m en avril. Perte totale du potentiel de jours de dépassement en décembre.	Jusqu'à -22 jours à 2100m en avril. Le plus grand nombre de jours où la couverture neigeuse est supérieure à 50cm, deviendra le mois de février.	Les anomalies les plus importantes ressortent aux alentours de 2400m et 2700m, et non à 3000m. Jusqu'à -19 jours en avril à 2400m.

b. Un gradient climatique Ouest- Est difficilement identifiable

Dans le cadre du récit climatique Il est difficile d'évaluer si les écarts d'anomalies entre les différents massifs des RNR sont significatifs. Pour autant à la lecture des valeurs les plus extrêmes (altitude et mois confondus) on note en fonction des paramètres des RNR plus touchées que d'autres.

Pour les paramètres températures (moyenne, min, max) l'écart le plus fort avec la période de référence se fait pour la RNR de Nyer avec une anomalie de ≃ +6°C soit 1°C en plus que les 4 autres RNR aux anomalies avoisinant les ≃+5°C. L'Est des Pyrénées, avec l'influence méditerranéenne, semble donc subir plus fortement le changement climatique.

- Or si la proportion est conservée avec un écart de 1°C avec le massif de la Cerdagne certaines nuances questionnent ce gradient. Ainsi les anomalies extrêmes de l'indicateur « température maximum » pour le massif d'Orlu/St Barthélémy (≃+5,17°C) sont plus faibles que celles des massifs plus à l'Ouest avec la haute Bigorre à ≃+5,65°C.

Ce type de résultats nuançant un gradient Ouest-Est apparaissent sur d'autres indicateurs :

- Le nombre de jours de sécheresse pourrait augmenter jusqu'à +5 jours pour le massif d'Orlu St Barthélémy (aujourd'hui entre 5 et 9 jours) et +3 jours pour les autres massifs à l'ouest comme à l'est. Le massif Orlu/ St Barthélémy connaitra des durées de sécheresse aussi longues que celle du massif de la Cerdagne (qui est aujourd'hui entre 6 et 12 jours).
- Pour l'indicateur du « nombre de jours dépassant les 50 cm de neige », les anomalies les plus extrêmes sont plus importantes à l'Ouest (-22,9 jours sur le massif de haute Bigorre) qu'à l'Est (19,67 jours sur le massif de la Cerdagne). Il est possible que cet écart puisse s'expliquer par une plus grande épaisseur de neige dans la période de référence (1976 à 2005) à l'Ouest (253cm) qu'à l'Est (129cm) autour 2700m en Avril par exemple.

Ces données par massif ne permettent pas d'affirmer l'existence d'un écart d'anomalie climatique le long d'un gradient Ouest-Est des Pyrénées d'Occitanie.

c. Rallongement et intensification de la période estivale au détriment de la saison hivernale

Selon les données, il semble que les changements entraîneront une intensification de la saison estivale. En parallèle la période estivale s'allongera sur la période printanière et automnale. Pour la saison hivernale, la période sera plus courte et moins intense (plus de chaleur et moins de neige).

En effet, l'augmentation de la température moyenne est plus forte en été sur l'ensemble des RNR et en fin d'hiver sur le massif de Haute Bigorre. Les températures minimales et maximales journalières suivent cette tendance avec des écarts plus forts pour les températures maximales sur toutes les RNR.

La lecture par mois est significative au regard des autres mois qui l'entourent afin de caractériser une saison, une lecture de résultat de mois indépendant les uns aux autres est peu pertinente selon le climatologue Jean Michel Soubeyroux. Au regard des données, on note que les mois au cœur de saisons sont concernés par les plus grands écarts :

- Juillet et août connaitront les augmentations les plus intenses de température (≃ +5°C). Ils connaitront aussi de plus grandes augmentations de jours de sécheresse.
- Le mois de février subira aussi une hausse des températures, mais restera le mois le plus froid de l'année. Connaissant lui aussi une perte de manteau neigeux, il risque tout de même de devenir le mois où cette épaisseur est la plus importante, au détriment de mars et avril aujourd'hui sur l'ensemble des RNR.

Les résultats de certains mois de transition appuient cette logique d'intensification de l'été et d'une diminution de l'hiver.

- Ainsi à la période de référence avril marque la transition avec la fin de l'hiver. En étant aujourd'hui le mois le plus enneigé. À l'horizon 2100, les diminutions de neige sont les plus intenses sur ce mois-ci avec une perte jusqu'aux trois quarts du manteau neigeux.
- Enfin, pour septembre, le mois subit des écarts souvent aussi intenses que juillet et août.

Aujourd'hui, les RNR connaissent des vagues de chaleur de plus de 5 jours ponctuellement (jamais plus de 1 fois par mois) en hiver ou au printemps. Or à l'horizon proche en 2050, à tous les mois indistinctement du scénario, les RNR connaitront un jour supplémentaire. Cette augmentation des jours de vague de chaleur atteint une dizaine de jours par mois à l'horizon 2100 RCP 8.5 en hiver et au printemps et une demi-douzaine en été.

Dans cette grande tendance du renforcement estivale, des indicateurs suivent des logiques temporelles plus variables :

- L'été est la saison des plus grandes amplitudes journalières (≃10°C à 600m en septembre), cette tendance sera accentuée par le changement climatique sur l'été, mais aussi d'autres mois en fonction des RNR. La réserve du St Barthélémy connaitra une accentuation d'amplitude thermique plus forte en décembre, celle du Pibeste et d'Aulon au printemps.
- Les indicateurs de précipitations ont une marge plus grande d'incertitude que celui des températures et les projections sont moins certaines. Selon les données utilisées, le cumul des précipitations a une grande variabilité intermensuelle et il est difficile d'identifier des logiques saisonnières. Pour autant, la réserve de Nyer connaitra potentiellement plus de précipitations au printemps et à l'automne, et pour le Pibeste et Aulon les précipitations se feront plus rares en été.

d. L'intensité des changements climatiques diffère selon l'altitude

Les variations altitudinales des écarts de température moyenne sont très faibles, ils semblent être un peu plus importants dans les altitudes intermédiaires [1500m-1800m] pour l'ensemble des RNR. Nyer a tout de même pour particularité d'être touché plus fortement par une augmentation des températures minimales dans l'année à des altitudes plus hautes (+5,85 °C pour juillet à 2100 m[2]).

Les écarts d'amplitude des températures journalières sont intimement liés à l'altitude. En basse altitude, elles sont plus importantes et cette tendance va s'accentuer selon les projections futures. En effet, s'il y a un élargissement global des amplitudes, on notera une réduction de l'amplitude thermique en haute altitude pour l'ensemble des RNR.

Dans le climat de référence, le nombre de jours de gel atteint en haute altitude atteint jusqu'à 28/30 jours en janvier ; soit la totalité du mois, sur l'ensemble des RNR. La diminution du nombre de jours de gel sera, selon les projections, drastique à tous les étages altitudinaux avec une évolution de l'intensité par étage en fonction des mois.

Les pertes de précipitations apparaissent plus fortement en altitude sur l'ensemble des RNR, et particulièrement pour celle du massif du St Barthélémy. Le cumul de précipitations annuel diminuerait de près d'un tiers à l'altitude la plus élevée (2400m) de ce massif.

L'épaisseur moyenne de neige en hiver diminue drastiquement, notamment dans les hautes altitudes. Aujourd'hui, elle atteint les 50 cm d'épaisseur autour de 1800m pour l'ensemble des RNR à l'exception de Nyer autour de 2100m, demain il faudra monter jusqu'à 2100m pour toutes les RNR.

Pour l'ensemble des RNR :

- Les hautes altitudes sont marquées par une réduction d'amplitude thermique certains mois ainsi qu'une diminution forte de l'épaisseur de neige.
- Les altitudes intermédiaires semblent plus marquées par une plus forte augmentation des températures et du nombre de jours de vague de chaleur.
- Les basses altitudes pourraient voir leur nombre de jours de gel disparaitre ainsi que la présence du manteau neigeux.

[2] Rappel les tranches altitudinales évoquées ici indiquent une tranche « autour de l'altitude », exemple 1200m = une altitude autour de 1200m.

e. Une limitation des GES, un choix à fort impact sur l'intensité du changement

Les différents récits climatiques des 5 RNR arrivent à un constat commun : pour l'horizon proche (2050), les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 offrent des données similaires. Or, pour de l'horizon lointain (2100), le scénario RCP 8.5), entraîne des anomalies à la référence souvent deux fois plus élevé que le scénario RCP 4.5 (dans lequel la société prenait des mesures significatives de limitation d'émission de GES).

Actuellement la courbe mesurée ces dernières dizaine d'années correspondent au scénario RCP. 8.5. Elles sont même au-dessus des prévisions qui date du 5eme rapport du GIEC. Plus les données et la compréhension s'affine au fil des rapports plus la situation est alarmante. Pour autant, les experts du climat s'accordent à dire qu'il est peu probable que le scénario RCP8.5 se manifeste jusqu'en 2100. Selon eux les changement climatiques a venir dans les prochaines dizaines d'années impacterons tellement les sociétés (tel que les vagues migratoires, ou les guerres de l'eau cela associé a un manque de ressource) que les société ne pourront plus émettre autant de GES .

CONCLUSION

Les projections du climat futur sur la RNR du Pibeste-Aoulhet confirment les tendances de l'évolution actuelle du climat et indiquent une accentuation de ces tendances. En effet, dans la dizaine d'indicateurs du changement climatique, aucun ne projette une stabilisation du climat, ni à court terme ni à long terme.

La mesure de ce dérèglement partage des tendances communes pour ces 5 RNR :

- L'ensemble des RNR d'Occitanie dans le massif pyrénéen connaitront une augmentation des températures, notamment en période estivale.
- Les précipitations sont difficilement prévisibles, les réserves naturelles connaitront des épisodes de forte pluie et des sécheresses plus régulièrement par rapport à aujourd'hui. Pour autant, les cinq RNR devront faire face à une diminution globale des précipitations à l'année et les hautes altitudes seront les plus déficitaires. L'effet direct est un allongement des jours de sécheresse.
- L'épaisseur d'enneigement deviendra rare en basse altitude, et pourra diminuer de moitié à horizon porche (2050) à trois quarts à l'horizon lointaine (2100) scénario RCP. 8.5.

La fréquence d'évènement extrême n'a pas pu être identifiée dans le cadre du récit climatique. Les indicateurs sélectionnés ne prennent pas en compte cette dimension, car ceux disponibles sur DRIAS comme le vent fort ou les fortes pluies ne sont pas significatifs à l'échelle des sous massifs. La fréquence est une dimension qui pourrait être complémentaire pour le travail futur de la RNR sur le climat.

BIBLIOGRAPHIE

- Agence de l'Eau Adour-Garonne, (2014). Analyse post-crue des cours de la Garonne amont, de la Pique, des Nestes et l'amont du Gave de Pau. http://oai:oai@ftp.eau-adour garonne.fr/oaidocuments/60739_GAR_PYR_32577_1_GeoDiag_AEAG-PostCrue_Rapport_2014.pdf

- BOSSON Jean Baptiste, 2019, « Webinaire climat », dans le cadre du projet LIFE NaturAdapt le 31 octobre 2019.

- CALVET m., Delmas m., Gunnell y., Braucher r. & Bourlès d., 2011 - Recent advances in research on Quaternary glaciations in the Pyrenees. In J. Ehlers & P.L. Gibbard (eds.), Quaternary Glaciations, Extent and Chronology, a closer look Part IV. Elsevier, Amsterdam, 127-139.DOI : 10.1016/B978-0-444-53447-7.00011-8

- Climat HD, sd, Consultation en ligne, https://meteofrance.com/climathd *

- Climat HD, 2015, Evolution des précipitations annuelles et saisonnières Climat passé et futur – Régions de France métropolitaine

- CUYPERS T., 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique des cavités du Mas d'Azil, de Mérigon, de Tourtouse et d'Unjat. LIFE Natur'Adapt – Rapport ANA-CEN Ariège. 45 p.

- Encyclopædia Universalis, sd, « CLIMATS (notions de base) »,. URL : https://www.universalis.fr/encyclopedie/climats-notions-de-base/

- Gonzalez, J. R., Palahi, M., Trasobares, A., & Pukkala, T. (2006). A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). Annals of Forest Science, 63, 169-176. » In OPCC 2018.

- JOLY Daniel, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, « Les types de climats en France, une construction spatiale », Cybergeo: European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, document 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 30 juin 2022. URL : http://journals.openedition.org/cybergeo/23155 ; DOI : https://doi.org/10.4000/cybergeo.23155

- Météo France, 2022, Site « météo France », Rubrique « comprendre le climat ». https://meteofrance.com/comprendre-climat/france/le-climat-en-france-metropolitaine

- Natur Adapt, sd, "Guide méthodologique Natur'Adapt – V2: Elaboration d'un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et d'un plan d'adaptation pour intégrer le changement climatique dans la gestion de son aire protégée" pp20.

- OPCC, 2018, « Le changement climatique dans les Pyrénées : impacts, vulnérabilités et adaptation Bases de connaissances pour la future stratégie d'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées », pp150

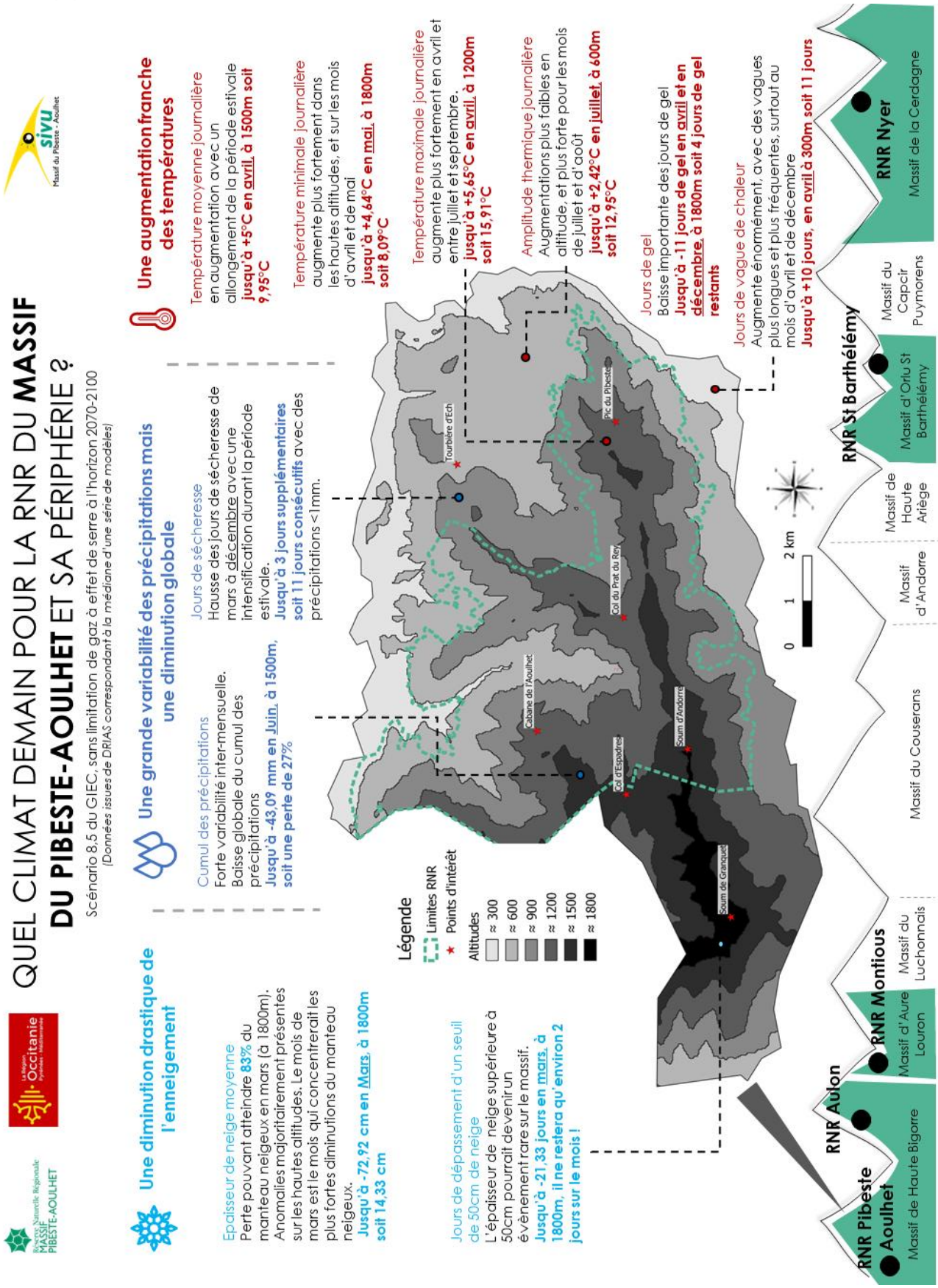
- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoire « Biodiversité : présentation et enjeux » https://www.ecologie.gouv.fr/biodiversite-presentation-et-informations-cles#:~:text=Le%20rythme%20de%20disparition%20est,pressions%20majeures%20sur%20la%20nature.

- SOUBEYROUX and al, 2020, « Les Nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la Métropole ». Pages 68/69

Liste Acronymes

ADAMONT	Impacts du changement climatique et Adaptation en territoire de Montagne
ANA-CEN	Association des naturalistes de l'Ariège - Conservatoire d'espaces naturels
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
DVO	Diagnostic de Vulnérabilité et d'Opportunité
DRIAS	Donner accès aux scénarios climatiques régionalisés français pour l'impact et l'adaptation de nos sociétés et environnements
EURO-CORDEX	Coordinated Downscaling Experiment - European Domain
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
IPSL	Institut Pierre-Simon-Laplace
LIFE	L'Instrument Financier pour l'Environnement. Programme de financement de l'Union Européenne
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
ONERC	Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
OPCC	Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique
RCP	Representative Concentration Pathways - profils représentatifs d'évolution de concentration de GES.
RNF	Réserve Naturelle de France
RNR	Réserve Naturelle Régionale

Support Visuel



Coordinateur du projet

Financeur du projet

Partenaires engagés dans le projet